

Servicios Energéticos

3

AGENCIA EXTREMEÑA DE LA ENERGÍA



Edita:

Agencia Extremeña de la Energía.

Elabora:

Agencia Extremeña de la Energía.

Autores:

Aida Redrado Bonilla. Técnico Dpto. Eficiencia Energética AGENEX

Revisión:

Cosme Segador Vegas. Coordinador Técnico y Jefe Dpto. Dpto. Energías Renovables AGENEX

Dep. Legal:

Agencia Extremeña de la Energía.

Maquetación e impresión:

Agencia Extremeña de la Energía.

Año de Edición:

2014.

Presentación

El proyecto ALTERCEXA II, aprobado en el marco de la primera convocatoria del Programa Operativo de Cooperación Territorial Transfronteriza España-Portugal (2007- 2013), tiene como objetivo identificar, analizar, evaluar y aprovechar los recursos energéticos disponibles y mejorar su uso en las regiones de Centro, Alentejo y Extremadura, con el fin de abordar conjuntamente problemáticas comunes de forma adecuada a través de la propuesta de soluciones innovadoras y eficaces.

La presente guía es una de las nueve publicaciones del proyecto que la Agencia Extremeña de la Energía ha editado con el fin de fomentar mejores técnicas e investigación en energías alternativas, eficiencia energética y promover la movilidad y el transporte sostenible.

Otras de las acciones de la agencia en ALTERCEXA II, pasan por la propuesta de soluciones de diseño y construcción de edificios públicos energéticamente eficientes, la creación de un software de gestión energética de edificios y diversas jornadas de divulgación sobre eficiencia energética y energías renovables.

AGENCIA EXTREMEÑA DE LA ENERGÍA

Índice

1. EL MERCADO DE LOS SERVICIOS ENERGÉTICOS EN ESPAÑA	6
2. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA	7
2.1. <i>Eficiencia Energética en la Empresa.</i>	9
2.2. <i>Concepto de Servicio Energético. Empresa de Servicios Energéticos.</i>	10
2.3. <i>Mercado de Servicios Energéticos en España</i>	12
2.4. <i>Financiación de las empresas de servicios energéticos. Subvencionabilidad de inversiones o gastos.....</i>	15
2.5. <i>¿Quién puede ser beneficiario de las subvenciones?</i>	19
3. SERVICIOS ENERGÉTICOS EN LA INDUSTRIA. MODELO DE NEGOCIO	21
3.1. <i>Operativa</i>	23
3.2. <i>Calificación preliminar</i>	23
3.3. <i>Acuerdo de colaboración</i>	24
3.4. <i>Auditoria IPMVP</i>	24
3.5. <i>Contrato de garantía de ahorro.....</i>	26
3.6. <i>Implantación de la solución</i>	27
3.7. <i>Verificación de los ahorros</i>	27
3.8. <i>Conclusiones</i>	27
4. EJEMPLOS DE ESE.....	29

4.1. Aplicaciones de par variable en instalaciones de bombeo y ventilación	32
4.2. Instalaciones de combustión.....	34
4.3. Potencial de mejora de eficiencia energética	37
4.4. Sistemas de climatización con Convertidores de Frecuencia	42
4.5. Tecnologías de eficiencia energética en aplicaciones de frío industrial.....	45
6. BIBLIOGRAFÍA	47

1.El mercado de los servicios energéticos en España

Según el IDAE, el ahorro potencial económico en el sector de la construcción (residencial y terciario) es 985,000,000 euros al año, además de los ahorros potenciales en la cogeneración industrial y los sectores de iluminación. Las oportunidades para las empresas de energía y ESEs están representados principalmente por la sustitución de los sistemas de calefacción y los sistemas de refrigeración antiguos y obsoletos por sistemas eficientes, alumbrado público y de iluminación interior eficiente, la sustitución de combustibles convencionales por renovables en edificios e industrias, la cogeneración y las energías.

Las estimaciones indican que el mercado de servicios energéticos es inferior a 20 millones de euros anuales en el sector residencial y en el sector industrial, mientras que este mercado se supone que está entre 20 y 80 millones de euros al año en el sector terciario.

Estas oportunidades de mejora de la eficiencia energética, se implantarán principalmente en hospitales, hoteles, en el sector residencial, en edificios públicos locales, regionales y nacionales.

Para el desarrollo de estos nuevos servicios y tecnologías son necesarias algunas condiciones previas como: el desarrollo de un marco jurídico de las regiones españolas, el establecimiento de líneas especiales de financiación y la definición de modelos de negocio apropiados, así como las nuevas campañas de información sobre los nuevos servicios de eficiencia energética y la creación de asociaciones de empresas de servicios energéticos es positivo, como por ejemplo, AMI y ANESE.

2. La eficiencia energética en la industria

La Industria vive actualmente un proceso de transformación estructural que la crisis económica y financiera mundial ha precipitado, haciendo necesario que se pregunten dónde están y hacia dónde van para anticipar los cambios y prepararse para ellos. No obstante, la Industria siempre ha tenido dos objetivos muy claros e indispensables:

- Producir con la mejor calidad
- Tener un coste lo más competitivo posible.

El coste de la energía constituye uno de los factores de mayor peso dentro de los costes totales de los procesos productivos. Un consumo energético optimizado permite a las empresas alcanzar mayor productividad y calidad en su producción.

Uno de los objetivos principales de la Directiva 2006/32/CE sobre uso final de la energía, eficiencia energética y servicios energéticos (Directiva de Servicios Energéticos) es potenciar el mercado de los servicios energéticos y aportar medidas de eficiencia energética a los consumidores finales. En este sentido, es importante conocer, cómo y en qué contexto se puede desarrollar el Mercado de los Servicios Energéticos, las estrategias comerciales apropiadas y los servicios más prometedores, no sólo para las compañías que ya ofrecen sus servicios de ahorro y eficiencia energética sino para aquellas que podrían estar interesadas en ofrecerlos.

Actualmente, existe una variada tipología de productos y servicios asociados a la energía, en áreas como la eficiencia energética, el mantenimiento de instalaciones, la calidad de suministro y el medio-ambiente. Se presentarán y analizarán los modelos de negocio empleados en los diferentes servicios

energéticos y de eficiencia que existen o están en desarrollo para diferentes tipos de clientes, centrándose en los sectores industrial y terciario.

La tendencia actual en materia de eficiencia es que el cliente final confíe a un Gestor Energético especialista la gestión de sus necesidades energéticas de una forma integral. En este sentido, se está evolucionando desde el esquema tradicional de alcance limitado al suministro de energía primaria (electricidad, gas...) por parte de la compañía energética a un formato de Servicio Energético Integral que incluye no solo el aprovisionamiento de la energía sino todos los servicios asociados al mismo:

- Estudio de viabilidad de actuaciones relativas a optimización y eficiencia energética.
- Ejecución de obras e inversiones para la sustitución o renovación de las instalaciones y sistemas energéticos del cliente, incluyendo la tramitación y obtención de permisos necesarios.
- Mantenimiento de las instalaciones (preventivo, correctivo, garantía total...).
- Monitorización y telegestión de instalaciones.
- Interlocución directa con las compañías comercializadoras de energía.
- Servicios o facilidades de financiación.
- ...etc.

En referencia a la necesidad energética de las instalaciones propiamente dichas, se tiende igualmente al suministro y facturación de energía útil, es decir, la energía primaria ya transformada para su aprovechamiento directo por el cliente en sus diversas formas de utilización final (agua caliente sanitaria, climatización, vapor ...) siendo el responsable de energético el que se ocupe del rendimiento de las instalaciones.

2.1. Eficiencia Energética en la Empresa.

La eficiencia energética será la herramienta clave para alcanzar el desarrollo de un modelo energético sostenible, que reduzca emisiones al medio ambiente y contribuya a garantizar el abastecimiento energético.

El grado de eficiencia energética de la empresa se define a través de los cuatro factores clave:

- **Cultura Energética:** como la referencia del nivel de información existente en la organización, la formación interna y la política de empresa en el ámbito de la eficiencia energética.
- **Mantenimiento:** indicador del nivel de sensibilidad existente en la empresa en el mantenimiento de los diferentes equipamientos utilizados, con objeto de alcanzar el óptimo rendimiento desde el punto de vista de la eficiencia energética.
- **Control Energético:** grado de gestión del gasto energético, a través de la aplicación de métodos de medición y la implantación de procesos administrativos adecuados.
- **Innovación Tecnológica:** indicador de los medios técnicos aplicados en las instalaciones, tanto de producción, como de servicios generales.

La tecnología relacionada con la eficiencia en la generación, transformación y conservación de la energía (para su utilización en forma de electricidad, frío y calor en diferentes instalaciones) ha sufrido en las últimas décadas una evolución muy importante, fruto de la preocupación global relativa al coste creciente de las energías y por la conservación del medio ambiente.

Sin embargo, estas tecnologías no se han implantado a la misma velocidad con la que se han ido comercializando, lo que permite estimar la viabilidad de ahorros energéticos superiores al 20%, tan sólo en el contexto europeo

(Plan20/20/20). Este hecho también reduce el riesgo asociado al negocio de los servicios energéticos, dado que las tecnologías disponibles permiten la reducción de consumos en cantidades muy importantes. Tampoco su utilización ha sido homogénea a nivel geográfico, lo que supone una oportunidad de negocio importante en numerosos países.

2.2. Concepto de Servicio Energético. Empresa de Servicios Energéticos.

Para materializar la línea de tendencia expuesta anteriormente, surgen las empresas prestadoras de estos servicios (ESEs) así como diferentes modelos de relación con el cliente final.

Según el artículo 3 de la Directiva 2006/32/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 5 de abril de 2006 se define como «servicio energético», el beneficio físico, utilidad o ventaja derivados de la combinación de una energía con una tecnología eficiente en términos de energía y/o con una acción, que podrá incluir las operaciones, mantenimiento y control necesarios para prestar el servicio, que es prestado basándose en un contrato y que en circunstancias normales ha demostrado llevar a una mejora de la eficiencia energética verificable y mensurable o estimable y/o a un ahorro de energía primaria.

Una «empresa de servicios energéticos» (ESE's), según la definición de esta directiva, será la persona física o jurídica que proporciona servicios energéticos o de mejora de la eficiencia energética en las instalaciones o locales de un usuario y afronta cierto grado de riesgo económico al hacerlo. El pago de los servicios prestados se basará (en parte o totalmente) en la obtención de mejoras de la eficiencia energética y en el cumplimiento de los demás requisitos de rendimiento convenidos.

Conviene destacar otra de las definiciones incluidas en la Directiva. Nos referimos a la definición de «cliente final» como la persona física o jurídica que adquiere la energía para su propio uso final.

Definiciones similares a la anterior se recogen en el Real Decreto-Ley 6/2010 del 9 de abril, de medidas de impulso para la recuperación económica y el empleo, según la cual, un servicio energético prestado por la empresa de servicios energéticos consistirá en un conjunto de prestaciones incluyendo la realización de inversiones inmateriales, de obras o de suministros necesarios para optimizar la calidad y la reducción de los costes energéticos. Esta actuación podrá comprender además de la construcción, instalación o transformación de obras, equipos y sistemas, su mantenimiento, actualización o renovación, su explotación o su gestión derivados de la incorporación de tecnologías eficientes. El servicio energético así definido deberá prestarse basándose en un contrato que deberá llevar asociado un ahorro o diversificación energética verificable, medible o estimable.

La existencia de un responsable de la gestión y prestación de servicios energéticos, que no solamente sea proveedor de las soluciones más eficientes, sino que, además, se encargue de optimizar a lo largo del tiempo tanto el aprovisionamiento como el consumo, es fundamental.

La propuesta de valor promovida es que los hogares, los negocios, las empresas y las administraciones públicas usen sólo la energía que sea necesaria, reduciendo el consumo y las emisiones, y además que la energía que consuman sea renovable, de forma que la reducción de emisiones sea la máxima posible. El objetivo es lograr hogares, negocios, empresas y edificios más eficientes, con menores emisiones y menor factura energética.

2.3. Mercado de Servicios Energéticos en España

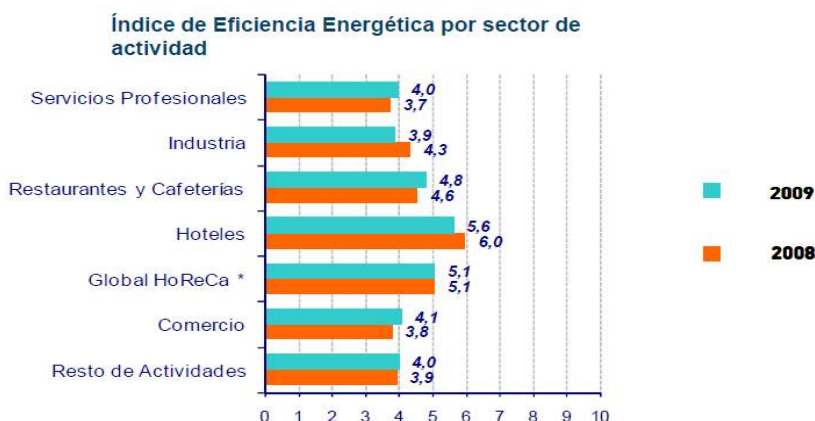
El mercado de servicios energéticos es complejo, con participación de diversas empresas multinacionales y nacionales, algunas de carácter público, pero sobre todo privadas.

Las oportunidades de este mercado para las ESE's se basan principalmente en la sustitución de equipamiento de frío y calor, sustitución de combustibles (carbón, diesel, etc. por biomasa, energía solar, gas natural, etc.), nuevas instalaciones de district heating, alumbrado público eficiente y nuevos sistemas de iluminación de interiores, cogeneración en edificios e industrias.

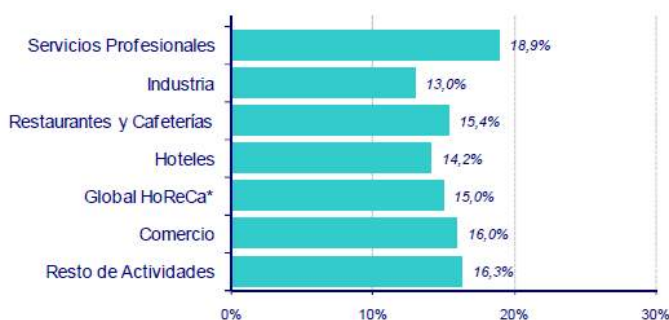
Estas oportunidades para proyectos e instalaciones futuras se podrían explotar principalmente en hospitales, hoteles, sector residencial y edificios públicos tanto a nivel local como regional y nacional.

Gas Natural-Fenosa en su estudio de 'Eficiencia Energética de la Pyme' (Edición 2.009), según criterios de representatividad territorial, ha seleccionado 2.090 para la confección del estudio nacional. La muestra ha sido escogida sobre empresas de entre 6 y 199 empleados, pertenecientes a los sectores de Comercio, Industria, Hoteles, Servicios Profesionales y Restaurantes y Cafeterías, Resto de Actividades (engloba a las empresas no incluidas en los sectores anteriores), buscando representatividad nacional, sectorial y autonómica.

Según este informe, todos los sectores, salvo el sector hotelero y el industrial, reflejan subidas en sus valoraciones. El sector 'Hoteles' obtiene nuevamente, en esta edición, la mejor valoración (5,6 puntos sobre 10), a pesar de sufrir un retroceso de cuatro décimas respecto al año anterior.



Estas diferencias en la valoración de los índices se trasladan, como es lógico, al potencial de ahorro de cada uno de los sectores de actividad analizados. A pesar de la mejora en el Índice, todos los sectores de actividad presentan, todavía, oportunidades de ahorro.



* Global HoReCa. Agrupa a los sectores de actividad: Hoteles, Restaurantes y Cafeterías

Según el *Analysis of the potential market volume for energy services* desarrollado a través del Proyecto ChangeBest, el potencial de mercado en el sector terciario se centra en las siguientes baterías de medidas:

- Ventilación: cambiar el tamaño del motor, la sustitución de los ventiladores existentes por los ventiladores optimizados.
- Refrigeración: empleo de equipos de mejor rendimiento.
- Iluminación interior: empleo de luminarias eficientes.
- Alumbrado público eficiente.
- Mejora de aislamiento de los edificios.

Los servicios de eficiencia energética se centran principalmente en el suministro de energía y sistemas de calefacción. Los sectores en los que estos servicios están comenzando a ser utilizados son los hospitales, edificios de oficinas y los edificios residenciales con un alto número de pisos.

- Hospitales: Los centros públicos y privados se ofrecen servicios de eficiencia energética.
- Universidad y las escuelas: las empresas de suministro de energía proporcionan el suministro de combustible (electricidad, gas natural o fuel oil). El mantenimiento de las instalaciones se realiza por el personal de la ESE para los pequeños trabajos como reparaciones eléctricas o cambiar las bombillas de la instalación de iluminación. Para el mantenimiento de las grandes instalaciones como los sistemas de calefacción son subcontratadas grandes empresas en la mayoría de las universidades. Para lograr una correcta medida de la eficiencia energética en estos edificios es necesario dar información y formación a las diferentes personas involucradas (estudiantes, el director, trabajadores).
- Las administraciones locales (municipios, provincias, regiones): algunos servicios de eficiencia energética para edificios públicos comienzan a ser usuales. La demanda de servicios energéticos se

incrementará en el futuro, por ejemplo, en centros deportivos y edificios de oficinas.

- Alumbrado público: diversos proyectos en municipios y las empresas de energía para la sustitución de los viejos sistemas de iluminación por otros de eficiencia energética.
- Las oficinas privadas, centros comerciales y empresas de venta al por menor: algunas ESCO ofrecen servicios energéticos para el edificio existente, su restauración o nuevas edificaciones: Para los sistemas de calefacción y últimos-o colectores solares térmicos pueden ser ofertados e instalados por empresas de servicios energéticos.
- Industria: la oferta de servicios energéticos en este sector es aún incipiente. Falta de interés en materia de eficiencia energética y las dificultades para cambiar las mentes en algunas empresas, son los principales obstáculos para la implantación de las ESE's en este sector.
- Residencial: los hogares son un mercado potencial para empresas de servicios energéticos, especialmente para los nuevos edificios, bloques de viviendas con sistemas de calefacción urbana y la sustitución de calderas. Los nuevos proveedores de servicios energéticos es probable que se centran en el reconocimiento y el desarrollo del mercado ESE en los edificios residenciales, terciarios y público.

2.4. Financiación de las empresas de servicios energéticos. Subvencionabilidad de inversiones o gastos

En general los proyectos de servicios energéticos se financian mediante la utilización de diferentes modalidades:

- Mercado de capitales: la participación de la empresa como una tercera parte en el proyecto.

- Crédito o préstamos solicitados a los bancos (por ejemplo, BBVA, Santander, BEI, etc)

- Caja de Navarra y el EIB dispondrán de un fondo de financiación de 100 MM € para las fuentes de energía renovable y eficiencia energética (ahorro de energía y la eficiencia energética, climatización en refrigeración o calefacción, cogeneración de alta eficiencia). Para estos proyectos las inversiones que se realizan deben alcanzar un 20% de ahorro de energía en el consumo final de energía.

- Financiación en instituciones públicas y privadas para proyectos piloto de servicios energéticos. Estas instituciones incluyen, entre otras, las agencias de energía como el IDAE y los organismos regionales (por ejemplo, AGENEX, ICAEN, EVE, AVEN, etc) y empresas privadas, como Unión Fenosa-Gas Natural, Iberdrola, etc

Así mismo, dentro del área temática de economía baja en carbono, los instrumentos financieros tipo JESSICA podrían tener gran protagonismo en el impulso al desarrollo de un tejido empresarial potente en el área de las compañías de servicios energéticos (ESCOs), apoyando proyectos de infraestructura y redes urbanas, ahorro y eficiencia energética o cualquier otro proyecto o grupo de proyectos no referidos al acceso de financiación para las PYMEs, incluidos en un plan de desarrollo urbano integrado.

Desde el punto de vista financiero pueden darse dos casos de estructuración de un Contrato de Servicios Energéticos (Energy Performance Contract, EPC):

- Modalidad de ahorros garantizados: En este caso la compañía de servicios energéticos (ESCO) es el agente que garantiza los ahorros al cliente, corriendo por cuenta del cliente la financiación del proyecto inicial (modalidad de ahorros garantizados).



En virtud de un contrato de ahorro garantizado, la ESCO garantiza un cierto nivel de ahorro de energía y de esta manera protege al cliente de cualquier riesgo de desempeño.

- Modalidad de ahorros compartidos: En este caso la compañía de servicios energéticos (ESCO) se convierte en la compañía que financia el proyecto, por lo que parte de los beneficios recibidos por la gestión se destinan al servicio de deuda.



En este tipo de contratos, el ahorro de costes se divide por un período predeterminado de tiempo de acuerdo con un porcentaje preestablecido: no hay un "estándar" de división, ya que depende del costo del proyecto, la duración del contrato y los riesgos asumidos por la ESCO y el consumidor.

Una diferencia importante entre el modelo de ahorros garantizados y el modelo de ahorros compartidos es que en el primer caso, la garantía de ejecución es el nivel de energía ahorrada, mientras que en el último éste es el costo de energía ahorrada. Así mismo, entre ambas modalidades pueden surgir modelos mixtos.

Modalidad de ahorros garantizados	Modalidad de ahorros compartidos
Desempeño en relación con el nivel de energía que se ahorra	Rendimiento relacionado con el costo de la energía que se ahorra
Valor de la energía ahorrada garantiza cumplir las obligaciones de servicio de deuda hasta un mínimo	Valor de los pagos a ESCO está vinculado al precio de la energía
ESCO lleva el riesgo de desempeño El Cliente lleva el riesgo de crédito	La ESCO lleva el rendimiento (riesgo de desempeño) y el riesgo de crédito, ya que habitualmente lleva a cabo la financiación
La deuda aparece en el balance del cliente	La deuda aparece por lo general, fuera del balance del cliente
Requiere cliente solvente	Se puede ofrecer a los clientes que no tienen acceso a la financiación, pero todavía requiere un cliente solvente
Amplio M & V	Amplio M & V
ESCO puede hacer más proyectos sin tener alto grado de deuda	Favorece las ESE de gran tamaño; pequeñas empresas de servicios energéticos se vuelven demasiado aprovechar para hacer más proyectos
Permite desarrollar un proyecto de más amplio alcance, debido a menores costos de financiación	

2.5. ¿Quién puede ser beneficiario de las subvenciones?

Según las definiciones anteriores, la empresa de servicios energéticos podrá ofrecer un beneficio físico, utilidad o ventaja al cliente final al usar la combinación de la energía de la biomasa y/o la energía solar térmica, u otras fuentes energéticas renovables, mediante una tecnología adecuada para su eficiente transformación y venta en forma de energía final útil, pudiendo ofrecer entre sus servicios las operaciones de mantenimiento y control necesarios para realizar la venta de la energía térmica, que en forma de agua caliente, aire caliente o vapor, pueda ser medida en kilovatios útiles producidos, garantizada en todo momento.

Para poder definir al beneficiario de las ayudas y subvenciones, se debe considerar lo dispuesto en el artículo 11 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones, en cuanto a quién puede ostentar la condición de beneficiario: “tendrá la consideración de beneficiario de subvenciones la persona que haya de realizar la actividad que fundamentó su otorgamiento o que se encuentre en la situación que legitima su concesión”.

Por tanto, en los proyectos de inversión de mejora energética articulados mediante contratos de servicios energéticos, los beneficiarios de las subvenciones serán, en caso de cumplir las condiciones de sus bases reguladoras, las empresas de servicios energéticos (ESE), por ser estas las que acometen las inversiones objeto de subvención a través del Programa de Subvenciones para el desarrollo energético sostenible de Andalucía. Desde un punto de vista operativo, por ser estas las que “pagarán efectivamente” las facturas asociadas a estas inversiones en la maquinaria, equipos u otros elementos necesarios para la consecución del ahorro energético, mejora de la eficiencia o aprovechamiento de las energías renovables. Todo ello, con independencia de que la amortización de estas inversiones sea repercutida al cliente final, mediante el precio fijado por los servicios energéticos en el correspondiente contrato.

Sólo en los casos en que la empresa de servicios energéticos no acometa las inversiones de mejora energética (ahorro, eficiencia energética o aprovechamiento de las energías renovables), esta no podrá ser beneficiaria de las subvenciones. Tal es el caso de los contratos de externalización de servicios energéticos (outsourcing), en los que el beneficiario sería el cliente final, en tanto que es quien acomete las inversiones.

3. Servicios Energéticos en la Industria. Modelo de negocio

El principal objetivo de este capítulo es establecer una operativa de trabajo, definiendo las distintas fases, para la tipología de servicios con garantía de ahorro.

Adicionalmente, la viabilidad de una verificación de ahorros precisa permitirá convertir un proyecto/solución de mejora energética en un servicio completo con garantía de ahorro, apareciendo de este modo la figura de la empresa de servicios energéticos (ESE).

La norma europea EN 15900:2010 define los servicios de eficiencia energética (SSEE) como una tarea de acuerdo o tareas diseñadas para obtener una mejora de la eficiencia energética. De acuerdo con la norma EN 15900:2010 EES deberá incluir una auditoría energética (identificación y selección de acciones), así como la implementación de acciones, y la medición y verificación del ahorro de energía. La mejora de la eficiencia energética se medirá y verificará durante un período de tiempo determinado contractualmente a través de métodos acordados por contrato.

En este sentido, el objetivo central de un servicio energético será la implementación de medidas de ahorro energético (MAE's) impliquen directamente una reducción en el consumo de energía. Las MAE's se definen en diferentes tipos de acciones:

- Sustitución de la tecnología
- Mejora de la tecnología
- Mejor uso de la tecnología
- Cambio de comportamiento

Aunque pueden contratarse los servicios por separado (a diferentes proveedores), se entiende que el modelo de servicios integral aporta la eficiencia y el valor añadido de tener un único interlocutor para la globalidad del proceso. Este concepto implica que en la mayoría de los casos que la ESE actuaría como contratista principal.

En el desarrollo de un producto para el mercado de los SSEE, es decir, una empresa de servicios energéticos (ESE), se pueden perseguir diferentes objetivos. Mientras que algunos clientes de SSEE se centrarán en lograr unos beneficios razonables, otros clientes podrían estar motivados en este campo debido a una mezcla de intereses adicionales, tales como:

- Mejora de la imagen (ya que la eficiencia energética y el cambio climático tiene una connotación positiva)
- Aumentar la fidelidad del cliente y mejorando así la posición de los productos básicos.

En un sentido estricto, esto significa que el coste de la MAE (acción implantada a través de un SSEE) está cubierto por los ahorros de energía durante un período de tiempo aceptable. En un sentido más amplio, sin embargo, la viabilidad económica está relacionada con la voluntad de que el cliente pague por un servicio determinado.

3.1. Operativa

Al tratarse de un servicio completo en el que se garantiza un ahorro, aparecen nuevas prestaciones a incluir no habituales en los proyectos de instalación. Se trata de una auditoría energética para cuantificar con exactitud los ahorros que se lograrán gracias a la implantación de la solución, así como su posterior verificación del ahorro; ambos procedimientos se llevarán a cabo según lo especificado en el Protocolo Internacional de Medición y Verificación de Ahorros (IPMVP).

Para garantizar la viabilidad tecno-económica del servicio con garantía de ahorro se establece la siguiente metodología de trabajo.



Gráfico 1 Diagrama de las fases del servicio.

Los trabajos e hitos a realizar en cada una de las fases son:

3.2. Calificación preliminar

Se evalúa el potencial de ahorro de la aplicación a estudiar en base a un sencillo cuestionario en el que la información requerida es: tipo de aplicación, sistema actual de regulación (en caso de disponer de sistema de regulación), potencia de la aplicación, datos técnicos del motor, horas de funcionamiento anual a cada una de las distintas regulaciones, esquema de principio y curvas características de las bombas y ventiladores. Juntamente con las leyes de

similitud hidráulica se podrá realizar una estimación aproximada del ahorro energético que comportará. Un ejemplo de ello son las curvas teóricas presentadas en el Gráfico 2.

3.3. Acuerdo de colaboración

Una vez realizada la calificación preliminar, si a priori el servicio es viable económicamente y el cliente desea proseguir con el servicio, esté deberá plasmar su interés en el acuerdo de colaboración, pues los trabajos a realizar en las siguientes fases conllevan un coste que en esta fase del servicio aún no son cubiertos.

3.4. Auditoria IPMVP

A diferencia de una auditoria energética en la que se estudian los flujos de energía con el objetivo de detectar oportunidades de ahorro, en la auditoria IPMVP ya está detectada la oportunidad de ahorro, y el estudio se realiza con el objetivo de establecer un plan de medición y verificación.

El *Measurement and Verification* (M&V del IPMVP), es el proceso de medición para la determinación fiable de los ahorros logrados en una instalación gracias a la implantación de una medida de conservación de la energía. Se debe tener en cuenta que los ahorros energéticos no pueden ser medidos directamente, ya que estos representan la ausencia del uso de la energía. Sin embargo, los ahorros se pueden determinar comparando mediciones antes y después de la implantación de un proyecto, y realizando los ajustes adecuados en función de los cambios de las condiciones del entorno y operación.

En dicha metodología se define la *línea base*, que representa el comportamiento energético de la instalación antes de implantar la solución de

eficiencia energética (*ECM: Energy Conservation Measure*); y por otro lado se define la línea base ajustada, que representa el consumo energético que tendría la instalación de no haber implantado la mejora y con las condiciones de operación futuras. Para la verificación del ahorro solamente será necesario calcular la diferencia entre el consumo medido tras la implantación de la ECM y el consumo de la línea base ajustada. La siguiente gráfica ilustra los distintos conceptos en el tiempo.

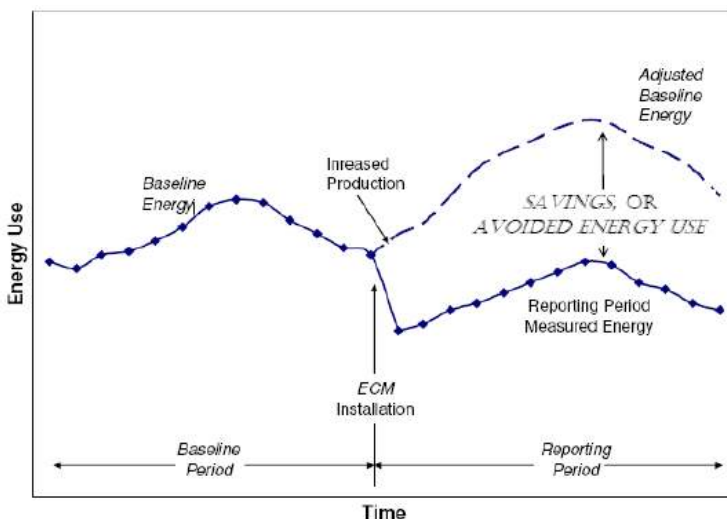


Gráfico 2 Diagrama ilustrativo de la línea base y la línea base ajustada

El protocolo define cuatro opciones de medición y verificación. Para el caso concreto de las soluciones de ahorro energético en bombeo y ventilación se utilizarán la opción A *Retrofit Isolation: Key Parameter Measurement* y la opción B *Retrofit Isolation: All Parameter Measurement*, escogiendo entre una de ellas en función de la aplicación y la envergadura del proyecto.

Una vez introducido el concepto y metodología de la medición y verificación, los principales trabajos y objetivos a realizar en esta fase del servicio son:

- definición de las variables de consumo y operación de la aplicación
- definición de la duración de la línea base y la línea base ajustada (periodo en el que se realizará la verificación del ahorro energético)
- registro de todas las variables definidas durante la duración definida
- creación de los modelos matemáticos para la modelización del uso de la energía

3.5. Contrato de garantía de ahorro

El contrato de garantía de ahorro se basa en el estudio y las conclusiones obtenidas durante la fase de Auditoría IPMVP. En su redacción es donde redunda una mayor complejidad, pues en él se definirán las distintas cláusulas contractuales de las que dependerán posteriores penalizaciones económicas en caso de haberlas. En sus anexos, parte imprescindible, encontraremos:

- la precalificación energética
- el acuerdo de colaboración
- la auditoría IPMVP
- el plan de medición y verificación
- la descripción de la solución técnica
- otros contratos (servicios de mantenimiento...) en el caso de haberlos

3.6. Implantación de la solución

En esta fase se ejecuta el proyecto de implantación de las soluciones. No se percibe ninguna diferencia al compararlo con un proyecto de instalación de una solución sin garantía de ahorro. En la puesta en marcha se debe prestar especial atención en la programación de las variables que controlan las soluciones, para adaptar la consigna de funcionamiento a las necesidades reales de la aplicación, pues de ella dependerá el ahorro alcanzado en su posterior funcionamiento.

3.7. Verificación de los ahorros

Finalmente se trata de un simple registro de las mismas variables de consumo y operación definidas anteriormente. De este modo dispondremos del consumo real de la aplicación y el consumo ajustado (calculado con las variables de operación), obteniendo de este modo el ahorro alcanzado (diferencia entre ambos) según lo establecido en el protocolo utilizado.

Una vez llegados a este punto es necesario plasmar los resultados obtenidos en el anexo *Plan de Medición y Verificación* del contrato de garantía de ahorro. Haciendo constar en él la conformidad en los resultados por ambas partes, cliente y ESE, pues de este dependerá punto dependerá si existe algún tipo de penalización económica que debe hacer frente la empresa de servicios energéticos.

3.8. Conclusiones

Al evolucionar de un proyecto a un servicio energético con garantía de ahorro aparecen nuevas prestaciones a incluir no contempladas anteriormente. Este hecho conlleva un coste adicional en lo que se refiere a horas-hombre necesarias para la definición y ejecución del servicio. Adicionalmente, en función de que entidad sea la propietaria del activo durante el transcurso del

contrato aparecerá un seguimiento de costes adicionales, derivados de seguros que deberá contratar el propietario del activo, mantenimientos integrales con extensiones de garantía del producto, costes financieros según importe y duración del contrato... Todo ello incrementa el coste del servicio al compararlo con un proyecto habitual de instalación. Aún y así, el elevado potencial de ahorro de las aplicaciones de par variable permite cubrir dichos costes en plazos razonables, siendo cierto que se deberá restringir las aplicaciones a solamente aquellas que se encuentren por encima de unas potencias y horas de funcionamiento anuales mínimas según el tipo y porcentaje de regulación que disponen.

4. Ejemplos de ESE

Tres ejemplos de buenas prácticas se proporcionan para Estrategia Europea de Empleo proporciona a la industria, en un hospital y por un grupo de proyectos destinados a edificios de viviendas en España.

Los nuevos servicios de mejora para la industria.

La actividad industrial de Buhler SA se centra en la realización de instalaciones de metal laminados para la carga y descarga, transporte y almacenamiento de productos a granel, como cereales, derivados y semillas.

Las instalaciones se sitúan en Pinto, Madrid. Cubren aproximadamente 21.600 m² con un área construida de 16.800 m² aproximadamente.

El proyecto ejecutado por una ESE para la sustitución de tres antiguas calderas de fuel-oil por calderas de gas natural. La ESE ofrece la financiación, la sustitución de la instalación y el suministro de gas natural a la industria.

Las calderas antiguas se han instalado hace más de 30 años y necesitan reemplazo. Las nuevas calderas propuestas son de baja temperatura con rendimiento energético de más del 85%.

Los resultados esperados son los siguientes:

- Ahorro de energía en 550.000 kWh / año.

- 15% de mejora del rendimiento energético (las calderas antiguas con un 70% de rendimiento, frente al 85% de las nuevas calderas).
- Periodo de retorno de la inversión inferior a 3 años.

Eficiencia Energética en el Hospital de Palencia

El proyecto consiste en la aplicación de un nuevo sistema para la generación de energía térmica a partir de gas natural para calefacción y la demanda de agua caliente sanitaria.

Se ha prestado especial atención al mantenimiento de las instalaciones con el fin de lograr un ahorro de energía primaria para el hospital. El hospital y la empresa de servicios energéticos firmaron un contrato de gestión eficiente de energía en las instalaciones de generación de energía térmica y la explotación, por un periodo de 7 años.

Los nuevos servicios para el hospital a través de este contrato son:

- La instalación de nuevas calderas más eficientes (calderas de baja temperatura).
- Nuevos sistemas para la producción de agua caliente sanitaria y la reducción del almacenamiento de agua.
- Sistema de aire acondicionado para las salas de cirugía.
- El control centralizado y un sistema de gestión de las instalaciones

Con estas nuevas instalaciones los ahorros potenciales de energía son:

- Más de 2 millones de kWh / año de energía térmica
- 12 por ciento de los ahorros de gas natural
- Reducciones de Emisiones (de 50 toneladas de CO₂ al año)

Sistema District Heating o de calefacción centralizada con biomasa

Los sistemas District Heating o de calefacción centralizada, y en particular con calderas de biomasa, se encuentran en España todavía en una fase preliminar. Algunas instalaciones de potencia media que se ejecutaron en 2009 son:

o Cuéllar, Segovia: 239 viviendas, centro deportivo, piscina cubierta, escuela y centro cultural.

o Molins de Rei, Barcelona: 695 casas y piscina cubierta.

o Oviedo: 500 viviendas y un gimnasio.

o Madrid: 320 viviendas en "Ciudad Pegaso" con 2000 kWt

Estos proyectos se llevan a cabo generalmente a través de contratos de servicios energéticos. Las empresas, por ejemplo Calordom Enerpellet, realizan el diseño del proyecto y llevan a cabo la instalación. Estas empresas hacen toda la inversión necesaria para llevar a cabo la instalación y recuperarlo por las facturas de la calefacción que pagan los usuarios finales. La duración de los contratos son entre 15 y 20 años.

Costes:

El usuario final paga los gastos fijos y variables. Los gastos fijos están representados por el coste del uso de las instalaciones comunes (tuberías de distribución, calderas, metros...) y los costes variables dependen de la cantidad de agua caliente sanitaria consumida.

Resultados:

Con las subvenciones de la administración, el coste del kWh producido por la biomasa es más barato que el de los kWh producidos por otros combustibles fósiles y el impacto medioambiental del sistema de calefacción nuevo es mucho menor.

A continuación se describen algunos ejemplos de aplicación de buenas prácticas en eficiencia energética en sistemas industriales.

4.1. Aplicaciones de par variable en instalaciones de bombeo y ventilación

Un convertidor de frecuencia es un dispositivo electrónico que se utiliza para controlar la velocidad de un motor de inducción trifásico de corriente alterna. La regulación de velocidad se consigue modificando la tensión y frecuencia que aplicamos al motor eléctrico.

El cuarenta por ciento de la energía consumida en un edificio se destina a impulsar bombas y ventiladores. Las aplicaciones de par variable, concretamente las de bombeo y ventilación, pueden generar grandes ahorros energéticos cuando son controladas por variadores de velocidad. Así mismo, la posibilidad de determinar de forma fiable el ahorro obtenido, permite adaptar al modelo de negocio de proyectos el modelo de servicios energéticos. A continuación se detalla una metodología de trabajo con el fin de asegurar el éxito en este tipo de servicios, minimizando el riesgo de penalizaciones económicas por la no consecución de las garantías establecidas.

A nivel industrial, los motores son los principales consumidores de electricidad, en concreto los ventiladores y las bombas representan el 63% de la energía consumida. El potencial de ahorro existente quedará definido en función de las características de operación de cada aplicación; pudiendo este oscilar entre ahorros inapreciables o inexistentes hasta ahorros superiores al 50%. En función del número de horas de operación se podrá traducir el potencial de ahorro existente en ahorro energético total. En las siguientes gráficas podemos observar el potencial de ahorro según el porcentaje de capacidad y en función del circuito o sistema regulación, tanto para aplicaciones de bombeo como para aplicaciones de ventilación.

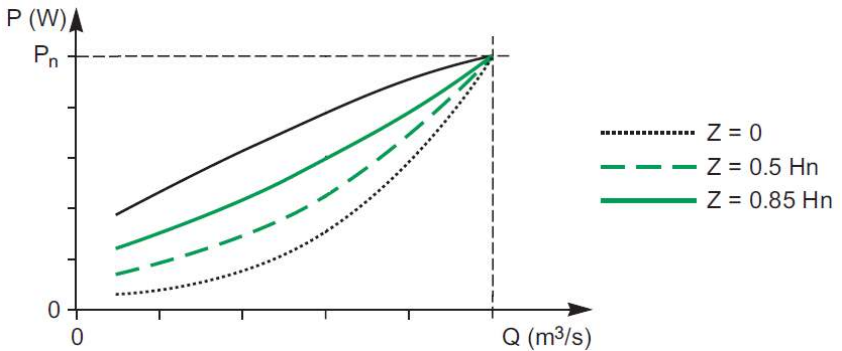


Figura 1. Variación de la potencia para distintos tipos de circuito en aplicaciones de bombeo.

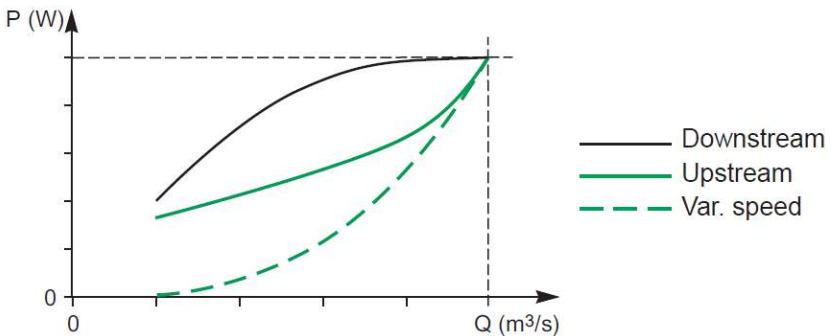


Figura 2. Variación de la potencia para distintos tipos de regulación en aplicaciones de ventilación.

La implantación de regulación mediante variación de velocidad aportará una reducción en el gasto energético que es perfectamente cuantificable, y adicionalmente una reducción en los gastos de mantenimiento, ya que el evitar golpes de ariete, cavitación, puntas de arranque... se traduce en una mayor vida útil de la instalación. El futuro ahorro energético permitirá cubrir los costes de la implantación de la solución.

Es conveniente tener en cuenta la normativa referente a aspectos en la instalación de los convertidores de frecuencia:

- **Normativa 61800-3 (de obligado cumplimiento a partir de Octubre 2007)** Esta normativa hace referencia a los niveles máximos de radiofrecuencia (radiada y conducida) que los convertidores de frecuencia deben cumplir cuando vayan conectados a redes eléctricas de baja tensión.
- **Normativa 61000-3-12 (de obligado cumplimiento a partir de febrero 2008)** Esta normativa hace referencia a los niveles máximos de distorsión armónica que los convertidores de frecuencia pueden generar y/o transmitir en redes eléctricas públicas de baja tensión.

4.2. Instalaciones de combustión

Las instalaciones de combustión en los sectores residencial, comercial o industrial, son consumidores de combustible y energía eléctrica con un gran potencial de mejora de la eficiencia y de ahorro. A continuación se proponen técnicas de mejora de eficiencia energética a implantar de forma conjunta o separada, con las cuales el grupo quemador y generador cumple tres requisitos básicos:

- Elevado rendimiento.
- Reducidas emisiones.

- Seguridad de funcionamiento.

Se trata de técnicas de mejora de la eficiencia energética en la combustión con quemadores de ventilación forzada, para calefacción, climatización o procesos. Se trata de la aplicación de equipos de Gestión Electrónica de la Combustión facilitan su aplicación en una gran variedad de instalaciones, con periodos de amortización notablemente inferiores a cinco años según los casos.

Generalmente, el quemador aporta aire y combustible y los mezcla de forma adecuada para su correcta combustión. El aire aportado es superior al teórico, para evitar inquemados, emisiones peligrosas y reducción del rendimiento. El exceso de aire implica pérdidas con los humos de la combustión.

Las técnicas de mejora de la eficiencia y ahorro de energía que actúan sobre el aporte de aire, son:

- La modulación del quemador, sin escalones -reduce paradas y pérdidas de disponibilidad;
- El control de velocidad -reduce la energía eléctrica consumida por el motor del quemador;
- El control continuo del exceso de oxígeno -mejora el rendimiento de la combustión.

Las instalaciones de combustión tienen un elevado potencial de mejora de la eficiencia energética, de reducción del combustible consumido, de reducción del consumo de energía eléctrica y de reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

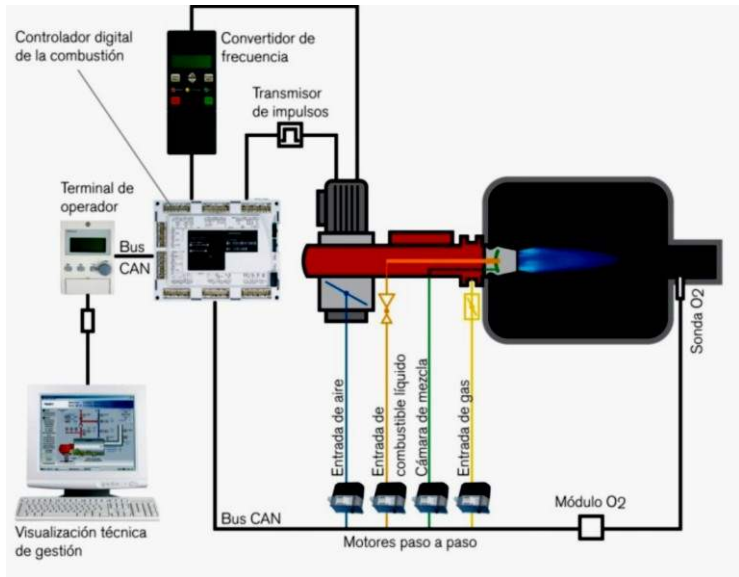


Figura 1 Esquema de principio de un quemador modulante con Control Digital de la Combustión, Regulación de Velocidad y Control de O₂

Los modernos quemadores de control electrónico utilizan servomotores con microprocesador, de alta precisión en el posicionamiento, para mayor eficiencia, por eliminar desajustes mecánicos.

4.3. Potencial de mejora de eficiencia energética

4.3.1.1. Control de velocidad del ventilador de aire comburente

Al reducir la velocidad de un motor eléctrico disminuye el consumo de energía eléctrica y el nivel sonoro como se observa en la Figura 2.

La regulación de potencia integrada en el controlador del quemador calcula la demanda, para que el control de la mezcla fije la posición de los servomotores y la consigna de velocidad del motor, con la cual el convertidor de frecuencia define tensión y frecuencia. La velocidad real medida en el motor se envía al controlador del quemador, formando así lazo de seguridad.

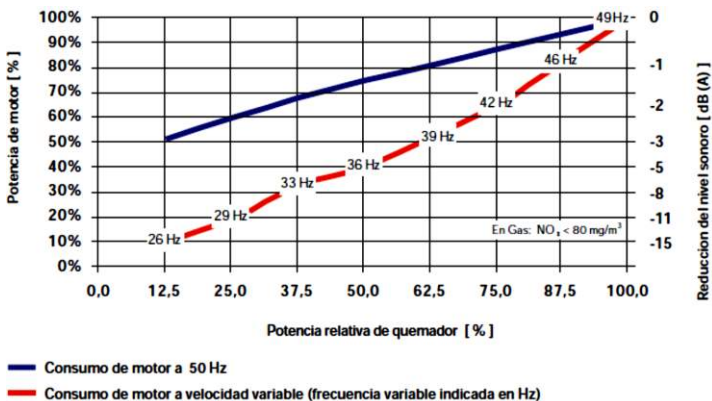


Figura 2 Ahorro en potencia eléctrica absorbida por el motor de un quemador (y reducción del nivel sonoro). Quemador funcionando al 50% de su potencia: a velocidad variable (a 36Hz) consume casi la mitad que en la misma potencia a velocidad constante (50Hz).

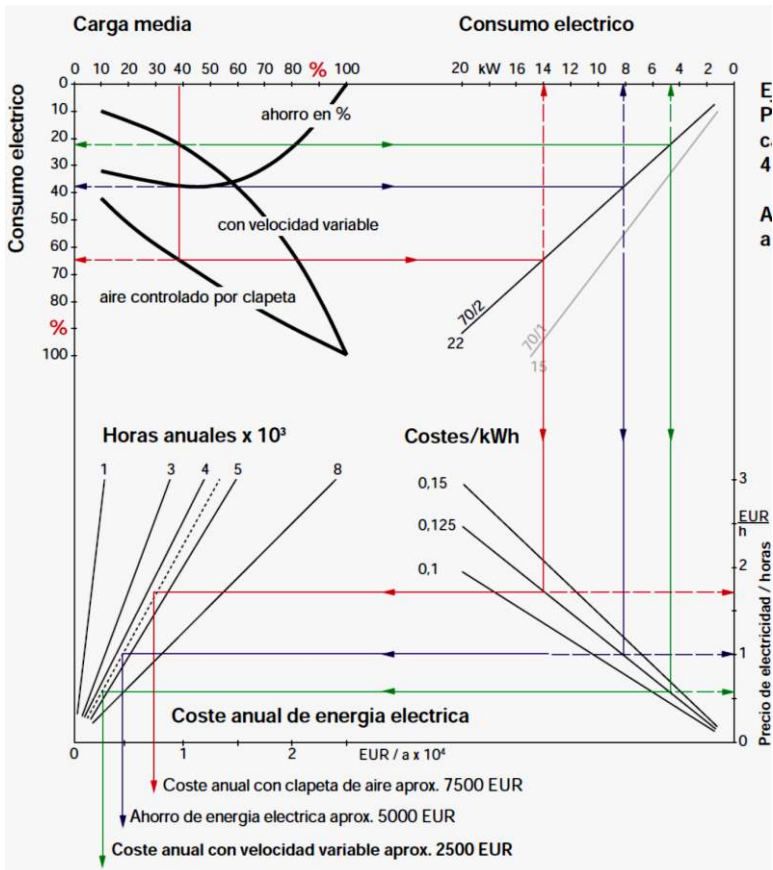


Figura 3 Gráfica para una estimación simplificada del ahorro de energía eléctrica por variación de velocidad Quemador de gas natural de potencia nominal = 7,5 MW, trabaja 4.500 horas/año al 40% de potencia promedio. El control de velocidad reduce el consumo eléctrico en aprox. 2.500 Euros al año.

4.3.1.2. Control del exceso de oxígeno en los humos

El aire se aporta en cantidad superior a la teórica para garantizar que no se producen inquemados. Los inquemados implican pérdida de rendimiento y emisiones nocivas. Es necesario mantener un margen de seguridad para compensar oscilaciones de magnitudes ambientales y del combustible. El control en continuo de O_2 en humos permite trabajar con un margen de seguridad más estrecho, dado que el exceso (o la falta) real de O_2 está vigilado de forma permanente.

Magnitud	Variación de la magnitud	Variación del O_2 en humos
Temperatura del aire de combustión	10 K	0,5%
Presión de aire	10 mbar	0,2%
Humedad del aire	2%	0,4%
P.C.I. de combustible	7,5%	1,5%
Presión del gas combustible	10%	7% (de la potencia del quemador)

Tabla 1 Efecto de algunas magnitudes sobre el exceso de O_2 en los humos

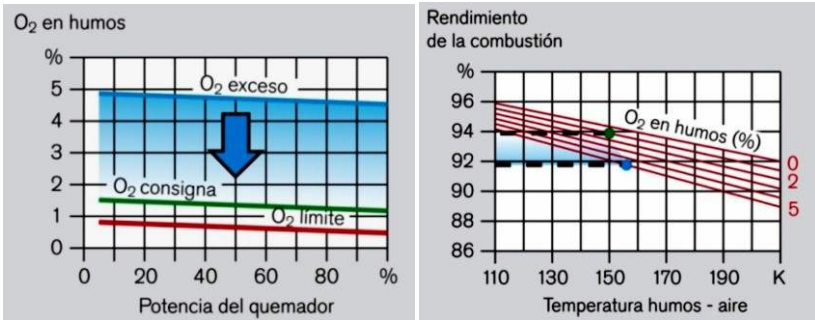


Figura 4 Curvas de trabajo: la regulación de O₂ disminuye el aire aportado para mantener una consigna “reducida” de O₂. Considerando una diferencial de temperatura de humos con el aire ambiente de 150 K, al reducir el exceso de O₂ del 5% al 1% se mejora el rendimiento en un 2% (de 92% pasa a 94%). La reducción del caudal de aire conlleva una reducción adicional en la temperatura de humos.

A partir de la demanda de potencia calculada por la regulación integrada, el control de la mezcla establece la posición del servomotor de combustible. La del actuador de aire (o la velocidad del variador de frecuencia si lo hay) se establece para conseguir una consigna “reducida” de oxígeno.

El sensor de O₂ mide en tiempo real el oxígeno en humos; el controlador lo compara con la consigna “reducida” y determina si es necesaria una corrección en la cantidad de aire aportado.

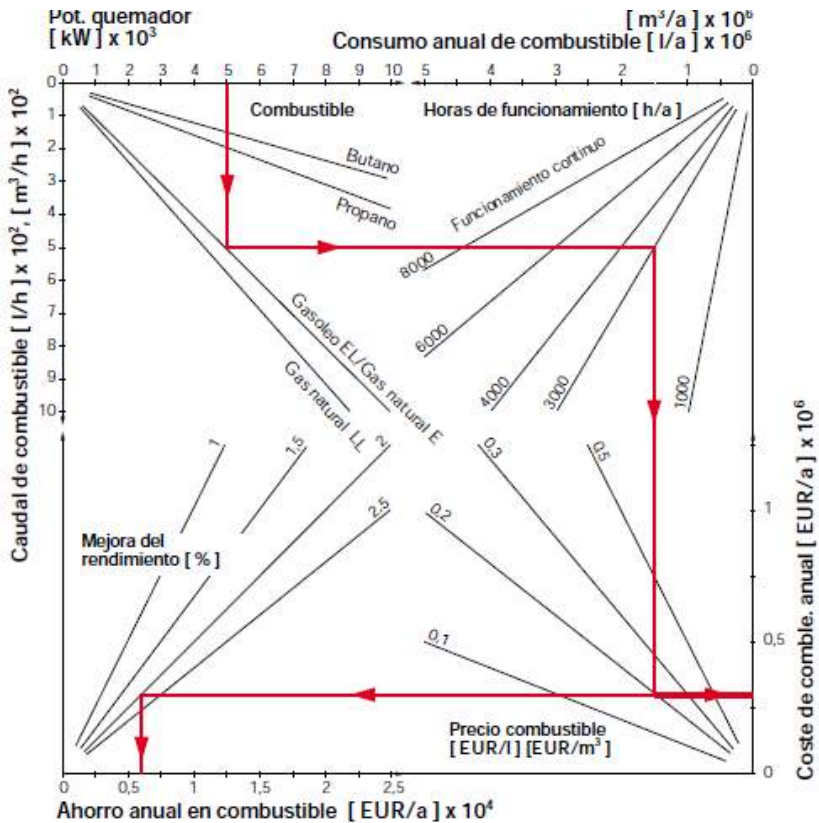


Figura 5 Gráfica para una estimación simplificada del ahorro de energía eléctrica por control de O_2 . Quemador de gas natural (a 0,2 Euros/ m^3), que trabaja 3.000 horas/año con valor promedio de 5.000 kW de potencia. Una mejora del 2% en el rendimiento técnico de la combustión implica un ahorro de 6.000 Euros/año en combustible.

4.4. Sistemas de climatización con Convertidores de Frecuencia

Las leyes de afinidad indican que la salida o flujo del ventilador en pies cúbicos por minuto es directamente proporcional a la velocidad de éste. La presión estática es proporcional a la velocidad del ventilador al cuadrado y la potencia que requiere el ventilador es proporcional, a su vez, a la velocidad del ventilador elevado al cubo. Por lo tanto, según las leyes de afinidad, la velocidad, la presión y la potencia, para producir un flujo de aire del 50%, el ventilador debe funcionar al 50% de su velocidad.

En este punto de funcionamiento, el ventilador produce el 25% de su presión nominal ($0,5 \times 0,5 = 0,25$) y necesita solamente el 12,5% de su potencia nominal ($0,5 \times 0,5 \times 0,5 = 0,125$ ó 12,5%).

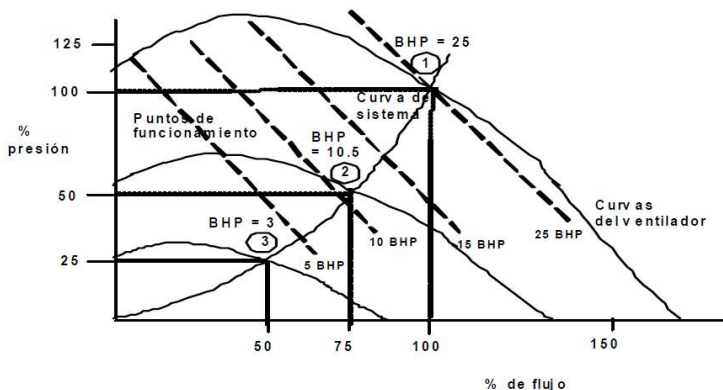


Figura 6 Curva del sistema con convertidor de frecuencia

Por ello, el convertidor de frecuencia es un elemento fundamental en las instalaciones de climatización. Por un lado consigue el ajuste del motor a la variabilidad del consumo del sistema de climatización durante las diferentes horas del día y por otro lado este ajuste permite obtener importantísimos ahorros energéticos.

A modo de ejemplo, en el funcionamiento de un ventilador de 25 CV, suponiendo que se trata de un ventilador destinado a suministrar aire para un hospital, el funcionamiento sería de 24 h/día, siete días a la semana, 365 días al año (8.760 h/año). Si el ciclo de funcionamiento estándar en flujo reducido es en forma de campana: 100% de flujo durante el 2,5% del tiempo; 90% de flujo durante el 7,5% del tiempo; 80% de flujo durante el 10% del tiempo; 70% de flujo durante el 15% del tiempo; 60% de flujo durante el 22% del tiempo; 50% de flujo durante el 22% del tiempo y, finalmente, 40% de flujo durante el 21% del total de 8.760 horas.

Según las leyes de afinidad y las condiciones descritas, con velocidad constante y mediante control de velocidad (convertidor de frecuencia): El motor funcionando a pleno rendimiento consumirá 171.975 kW/h al año. Con las mismas condiciones y con control del ventilador mediante regulación de velocidad, serían necesarios tan solo 53.430 kW/h al año. Finalmente, suponiendo que este hospital paga por promedio de 0,10 € por kW/h, el motor sin regulación de velocidad consumirá 17.198 € al año.

Mediante convertidor de frecuencia requiere 5.343 € al año para proporcionar el mismo nivel de funcionamiento y flujo de ventilador. En este ejemplo el ahorro total sería, por lo tanto, de 11.855 € al año.

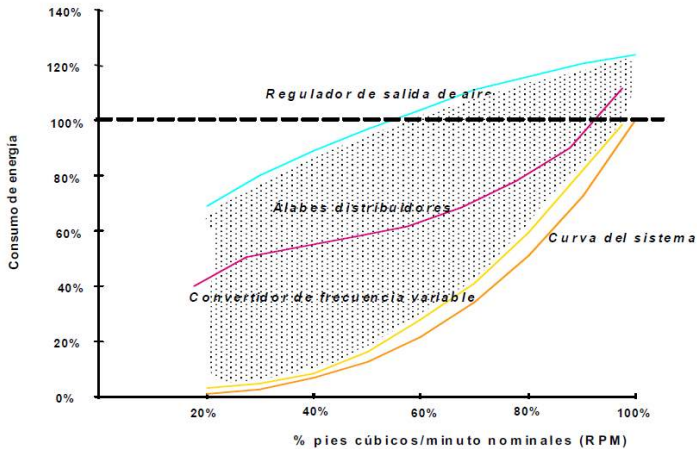


Gráfico 3 Consumo energético de un ventilador

Este tipo de soluciones son aplicables en edificios donde al largo de sus horas de funcionamiento se producen grandes variaciones de carga interna: Edificios de oficinas, Hospitales, Clínicas, Hoteles, Centros comerciales, etc.

Los principales motivos del crecimiento de las instalaciones con convertidor de frecuencia son:

- Económicos
 - Disminución del consumo energético
 - Menor coste de inversión respecto a otro sistemas que puedan obtener una calidad técnica similar
 - Menor coste de explotación de la instalación
- Técnicos
- Equilibrio total de la instalación
- Capacidad de mantener el caudal necesario en cada zona independientemente de la presión en cada conducto.

4.5. Tecnologías de eficiencia energética en aplicaciones de frío industrial

Existen diferentes sectores industriales como el alimentario o el farmacéutico, entre otros, que presentan un elevado requerimiento de energía térmica en forma de frío industrial. Para lograr ser lo más competitiva posible, resolviendo adecuadamente sus necesidades de frío de acuerdo con la calidad necesaria en su proceso de fabricación y/o de elaboración de sus productos, se ha de conseguir que el coste global de la producción de este frío sea el menor posible, es decir alcanzar la máxima eficiencia para lo niveles de calidad requeridos. Teniendo en cuenta que la tecnología requerida para la producción de frío industrial es una tecnología bastante madura en el mercado con elevadas condiciones energéticas, sólo es posible proponerse lograr la mejor eficacia energética innovando e introduciendo sistemas imaginativos, utilizando lo mejor posible todos los recursos tecnológicos actuales.

Previamente al diseño del proceso de producción de frío industrial se requiere analizar y definir los siguientes parámetros:

- Temperaturas necesarias. Se debe ajustar al máximo posible ya que cada °C es importante.
- Sistemas de intercambio. Debiendo primar la tecnología de expansión directa.
- Temperaturas de evaporación necesarias. Se debe intentar disponer de varias temperaturas.
- Determinar las potencias necesarias y las curvas de demanda, diarias y estacionales. Las curvas de demanda nos permitirán evaluar la energía consumida para cada temperatura de evaporación.
- Garantía de suministro requerida
- Los refrigerantes y los tipos de compresores adecuados
- La potencia necesaria para cada temperatura

Una vez analizados y determinados los parámetros anteriores se diseñan varias soluciones y finalmente se realiza el análisis económico entre la inversión y los costes de explotación, seleccionando la solución óptima:

- Número de colectores de aspiración.
- Número de compresores, escalonado de potencia y su tecnología.
- Sistema de condensación adecuado.
- Redundancia de compresores recomendable.

Se llevará a cabo el diseño ajustando el equilibrio entre la inversión, calidad, seguridad y eficiencia. Tras un estudio exhaustivo del proceso industrial se optará por la solución óptima, que puede incluir las siguientes medidas:

- Instalación de variadores de frecuencia de velocidad tanto en compresores como en condensadores evaporativos,
- Control de la temperatura de condensación en los condensadores evaporativos
- Separación del procesos en tres colectores, instalando un nuevo colector a 0°C, de manera que se tengan tres etapas de temperatura de evaporación (0°C, -5°C y -12°C) para mejorar el rendimiento de la máquina de frío
- Realización de un bypass dinámico entre las diferentes temperaturas.
- Instalación de un Sistema Dinámico de Gestión Global del COP. Este sistema debe evaluar en cada momento temperatura de condensación adecuada, los compresores en funcionamiento así como su regulación, y la descarga entre colectores para hacer trabajar la instalación al mejor COP en cada momento.
- Descarga dinámica entre colectores con válvulas proporcionales y sistemas de regulación PID.
- Instalación de un PLC central que controle todos los subsistemas.
- Instalación de elementos de medida.
- Instalación de un sistema de supervisión SCADA
- La colocación de nuevos compresores adaptados a la ampliación prevista

6. Bibliografía

- [1] EFFICIENCY VALUATION ORGANIZATION (2007): International Performance Measurement and Verification Protocol Concepts and Options for Determining Energy and Water Savings Volume 1”, US.
- [2] SCHONEK, J. (2008).: “Energy efficiency: benefits of variable speed control in pumps, fans and compressors”, France.
- [3] National Report on the Energy Efficiency Service Business in Spain (2010). ESCAN, S.A. Mr. Francisco Puente Rivas and Mrs. Margarita Puente.

Títulos publicados de la serie

“Eficiencia Energética y Energías Renovables en la Frontera Hispano-Lusa. 2014”:

- 1. CULTIVOS ENERGÉTICOS EN EXTREMADURA.
- 2. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EMPRESAS DEL SECTOR AGROALIMENTARIO.
- 3. SERVICIOS ENERGÉTICOS.
- 4. APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO GANADERO.
- 5. DISEÑO DE CENTROS SANITARIOS EFICIENTES.
- 6. MANTENIMIENTO EFICIENTE DE EDIFICIOS.
- 7. LA MOVILIDAD EN BADAJOZ.
- 8. OFERTA Y DEMANDA DE TRANSPORTE EN EXTREMADURA.
- 9. FORMACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EXTREMADURA.

