

cuaderno
Uso
racional
de la energía

en
comercios



**Junta de
Castilla y León**

Cuaderno Uso Racional de la Energía en Comercios
Plan de Ahorro y Eficiencia Energética de Castilla y León 2002-2007
1.ª Edición. Junio 2006

Edita:
Junta de Castilla y León
Ente Regional de la Energía de Castilla y León
Con la colaboración de la Dirección General de Comercio

Depósito Legal: LE-906-2006

Maquetación e impresión:
AZURÉ Impresión y Comunicación, S. L.

Impreso en papel reciclado 100%

ÍNDICE

0.	Presentación	5
1.	Introducción	5
2.	Las fuentes de energía	7
3.	Contratación del suministro energético	9
	3.1. Contratación del suministro de gas natural a tarifa	10
	3.2. Contratación del suministro eléctrico a tarifa	10
	3.3. Contabilidad energética en un comercio	12
4.	Ahorro y eficiencia energética en el alumbrado	12
	4.1. Conceptos básicos en iluminación	12
	4.2. Tipos de sistemas de iluminación	14
	4.3. Sistemas de control y regulación	18
	4.4. Mantenimiento	19
	4.5. Tipos de lámparas y parámetros de iluminación recomendados en comercios	19
	4.6. Medidas de ahorro	20
5.	Ahorro y eficiencia energética en la climatización	22
	5.1. Tipos de sistemas de calefacción y refrigeración	22
	5.1.1. Equipos de generación de calor	22
	5.1.1.1. La caldera	22
	5.1.1.2. La bomba de calor	23
	5.1.1.3. Los sistemas de acumulación eléctricos	24
	5.1.2. Elementos finales o terminales	25
	5.2. Medidas de ahorro en calefacción y refrigeración	26
6.	Agua caliente sanitaria	29
7.	Otros equipos eléctricos	30
8.	Conclusiones y recomendaciones	32
	8.1. Metodología para la realización de una auditoría energética en un comercio	33
9.	Ayudas disponibles	34
10.	Direcciones de interés	35

■ 0. Presentación

La energía, es indispensable, y su uso es sinónimo de actividad y progreso, pero su derroche tiene repercusiones negativas que nos afectan a todos, como el incremento innecesario de emisiones contaminantes, el aumento de la dependencia energética de países externos, sin mencionar las conocidas consecuencias económicas que afectan directamente a nuestros bolsillos.

Ahorrar energía no implica reducir el confort, la estética, ni la calidad ofrecida por el comercio, significa seguir unas sencillas pautas de conducta que tengan en cuenta el verdadero valor de la energía.

La Dirección General de Comercio y el Ente Regional de la Energía de Castilla y León, quieren, con esta publicación, contribuir a que los pequeños comercios adquieran una mayor información sobre el verdadero valor de la energía y con ello sean conscientes de las ventajas que su uso eficiente tiene para todos.

Este cuaderno trata también de adquirir un compromiso de colaboración entre la Administración Autonómica y la Administración Estatal, dentro del marco de colaboración establecido en el Plan de Acción 2005-2007, de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética de España 2004-2012

Para ello se han identificado los consumos de energía más importantes que un comercio de este tipo, presenta en su actividad cotidiana y la oportunidad de mejorarlos llevando a cabo prácticas muy sencillas.

En este cuaderno, el comerciante, encontrará toda la información necesaria para poder emprender accio-

nes de ahorro energético, con la libertad que da el saber por qué, para qué y con qué consecuencias se hacen las cosas, sin pretender explicar fórmulas, ni fundamentos científicos. No se trata de proporcionar soluciones únicas o inalcanzables por su elevado coste, sino de poner a disposición de todos los comerciantes, pequeñas acciones que con coste cero o muy razonable, puedan resultar ante todo útiles para garantizar un consumo responsable.

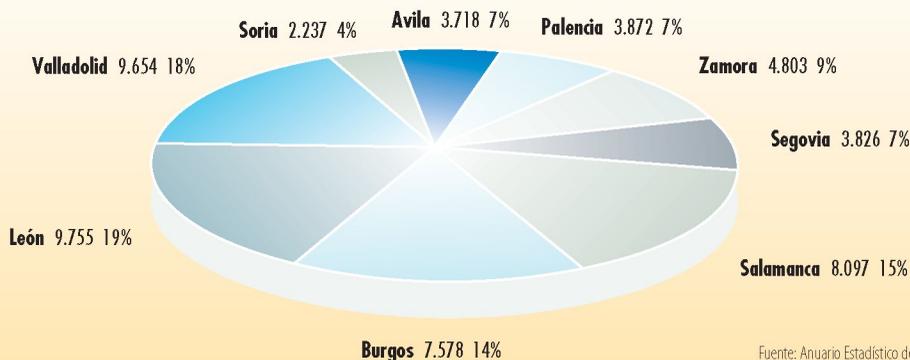
■ 1. Introducción

En España existen más de 837.000 establecimientos comerciales minoristas, dedicados a la venta de productos alimenticios, vestido, calzado, hogar, etc, sin incluir bares ni restaurantes. De éstos, más de 53.000 (6,4%) se encuentran ubicados en Castilla y León, estando unos 40% de los mismos destinados a la venta de productos alimenticios. En la Comunidad, por provincias, León y Valladolid encabezan este reparto, seguidos por Salamanca y Burgos.

Se estima que cada año el número de comercios de este tipo, crece a razón del 1%, por lo que a finales de 2006, se rondarán los 54.000 establecimientos comerciales minoristas en Castilla y León.

Durante el periodo 2000-2004, el Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN), realizó 38 estudios de Auditorías Energéticas en Comercios de Valladolid y León, identificando un potencial de **ahorro energético cifrado en un 19%**. Este potencial de ahorro energético es el que se quiere dar a conocer, identificándose las medidas y los tipos de mejoras que suelen darse más abundantemente.

Número de comercios minoristas en Castilla y León: 53.540 en el año 2001.



De las auditorías energéticas realizadas se desprenden las siguientes conclusiones:

- Existe un gran **potencial de ahorro energético cifrado en el 19 %** del consumo energético.
- Este potencial de ahorro energético se traduce en un **ahorro económico del 25 %** en las facturas del suministro energético.
- **Las inversiones necesarias** para lograr estos ahorros se **amortizan muy rápidamente**, pudiendo llegar hasta límites de recuperación habituales (exceptuando las grandes inversiones) no superiores a los **2,5 años**.
- Las **medidas de ahorro** cuya implantación conseguirían un mayor ahorro energético y económico son:
 - Optimización de la tarifa eléctrica contratada.
 - Cambio del tipo de lámpara convencional por otras de bajo consumo y alta eficiencia.
 - En los fluorescentes, sustitución de las reactancias magnéticas por balastos electrónicos.
 - Implantación de sistemas de regulación y control en la iluminación, como los de detección de presencia.
 - Mantenimiento y ajuste de la combustión en las calderas de calefacción.

- Aislamiento de tuberías de calefacción/frío en tramos o espacios por los que circula el fluido que no se requiera calefactar.
- Cambio del tipo de caldera para calefacción

Partiendo de la existencia de este gran potencial de ahorro energético, tan sólo hace falta dar a conocer a los comerciantes lo que pueden hacer para lograrlo.

En los dos capítulos siguientes se expondrán cuales son las distintas fuentes de energía, renovables y no renovables y cómo se puede contratar el suministro energético. A continuación se entrará de lleno en las acciones a realizar en cada uno de los consumos identificados en un comercio: la iluminación, calefacción, refrigeración, agua caliente, frigoríficos y refrigeradores.

Todas las acciones serán resumidas en el apartado de conclusiones a modo de guía rápida para permitir recordarlas y acceder a ellas de una forma más fácil. En los dos últimos apartados, se mencionan las ayudas públicas disponibles a nivel nacional y regional para llevar a cabo estas acciones y dónde se puede acudir en caso de necesitar una mayor información.

Sin más preámbulos, les invitamos a seguir leyendo este cuaderno, con la esperanza de que les resulte ameno y les sea de total utilidad.

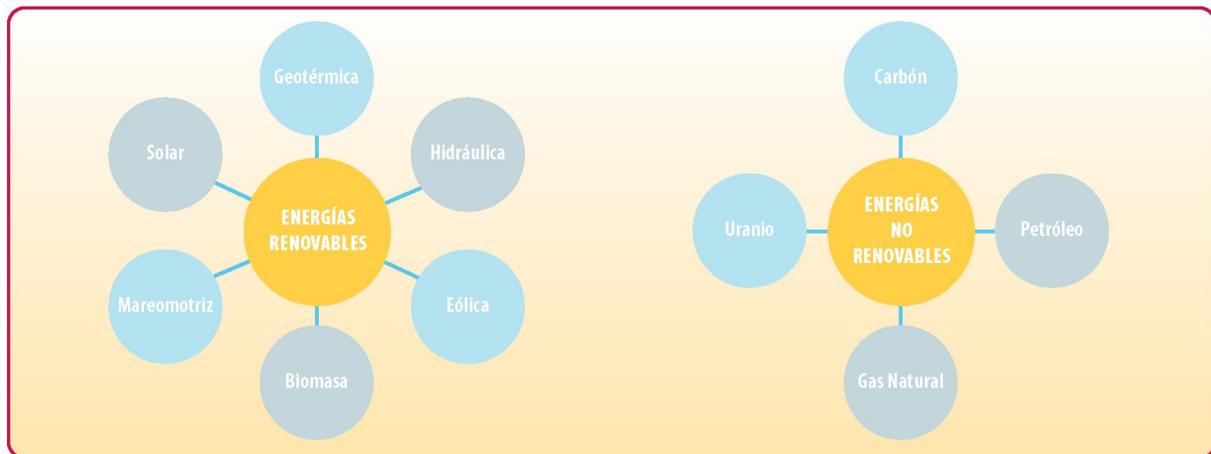


■ 2. Las Fuentes de Energía

Una fuente de energía es un elemento de la naturaleza que puede suministrar energía. Hablaremos de **fuentes de energía renovables** siempre que se pueda recurrir a ellas de una forma ilimitada porque son inagotables, por ejemplo: el sol, el viento, el agua; hablaremos de **fuentes de energía no renovables** cuando sus reservas son limitadas y se van agotando a

medida que hacemos uso de ellas, por ejemplo: el petróleo, el carbón...

La materia prima que extraemos y usamos para satisfacer nuestras necesidades energéticas, debe pasar por sucesivas operaciones de extracción, transformación y transporte hasta llegar al consumidor final, en donde se transforma finalmente en energía. Durante este recorrido, se producen una serie de pérdidas inevitables.



Las fuentes de energía no renovables capaces de satisfacer las necesidades energéticas de un comercio son: el gasóleo C, el gas natural, los GLP (gases licuados del petróleo: butano y propano, principalmente), el carbón y la energía eléctrica.

En España, el consumo energético proviene en más de un 93 % de las fuentes de energía no renovables y lamentablemente, si mantenemos el ritmo de consumo actual, los recursos no renovables dejarán algún día de estar disponibles, bien por agotarse las reservas o porque su extracción resulte excesivamente costosa.

FUENTE DE ENERGÍA NO RENOVABLE	CARACTERÍSTICAS
Electricidad	<ul style="list-style-type: none"> • Es la energía más limpia en su uso final. • Debido a los procesos de transformación y transporte para su generación es la energía más cara. • Para sus usos en aplicaciones térmicas (producción de Agua Caliente Sanitaria o Calefacción) se recomienda contratar la tarifa nocturna e instalar unos sistemas capaces de acumular energía en los periodos nocturnos (cuando el precio de la electricidad es más bajo) y cederla durante el día de forma proporcional a las necesidades del momento.
Gas Natural	<ul style="list-style-type: none"> • Es un combustible fósil, que necesita ser quemado para su aplicación energética. • No posee Azufre, por lo que en su combustión no se generan ácidos de Azufre, que son los principales responsables del efecto de la lluvia ácida. • Su utilización será posible siempre que la red de distribución del gas natural llegue hasta el emplazamiento del comercio. • Su suministro es continuo, por lo que no se necesita espacio para su almacenamiento. • Al ser un gas menos denso que el aire, con una ventilación correcta, su utilización es segura.
Gasóleo C Propano Butano	<ul style="list-style-type: none"> • Al igual que el gas natural son combustibles fósiles que necesitan ser quemados para su aplicación energética. • Su suministro es a granel. • Para su almacenamiento se necesitan depósitos homologados y locales ventilados. • El propano y el butano se puede suministrar en bombonas o botellas. • Su coste es muy variable al tener una gran dependencia del precio del barril de petróleo. • Se recomienda la instalación de sensores de fuga para aumentar la seguridad.
Carbón	<ul style="list-style-type: none"> • Es un combustible fósil de origen vegetal que necesita ser quemado para su utilización. • Está compuesto fundamentalmente de carbono y además contiene azufre, nitrógeno y otros minerales. • Existen diversas variedades de carbones minerales según su contenido de Carbono. De menor a mayor contenido de carbono estarían las siguientes variedades: turba, lignito, hulla y antracita (a mayor cantidad de carbono, mayor poder calorífico). • Se necesita espacio para su almacenaje. • No existe el riesgo de inflamación. Es un combustible seguro y abundante. • El suministro del combustible a la caldera suele ser manual.

En este sentido es recomendable el uso de energías renovables siempre que sea posible, para el caso de los comercios las instalaciones que se podrían utilizar serían: los paneles solares, los pequeños aerogeneradores y las calderas de biomasa.

Con la **energía solar térmica** logramos calentar agua para su uso sanitario en baños, calentamiento de piscinas o instalaciones de calefacción que utilicen agua a baja temperatura (inferior o igual a los 60°C) como los sistemas de suelo radiante o los fan-coil. En todos los casos, las instalaciones de energía solar térmica necesitan un apoyo de los sistemas convencionales. La energía solar térmica sería viable en un comercio que tuviera una cubierta o un terreno anexo libre de sombras, de al

menos 2 m², espacio que se necesitaría para ubicar los colectores solares y poder cubrir la demanda de agua caliente sanitaria de unos 150 litros/día. Este sistema costaría unos 2.000 euros.

Con la **energía solar fotovoltaica** se produce energía eléctrica que puede ser utilizada directamente para satisfacer demandas de iluminación y electrodomésticos de baja potencia (instalaciones aisladas) o puede ser vertida a la red de distribución eléctrica (instalación conectada a red). Los sistemas aislados se suelen utilizar en aquellos emplazamientos en los que no es posible acceder a la red de distribución eléctrica, no siendo éste el caso de la mayoría de los comercios de la Comunidad.



Colectores solares térmicos



Paneles Fotovoltaicos

La **biomasa** es toda materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos, que puede ser utilizada como combustible. Su aplicación en comercios sería para los sistemas de calefacción, en este caso la biomasa más adecuada serían los pellets y las astillas de madera. Quemar 2 Kg. de pellets equivale aproximadamente a quemar 1 Kg. de gasóleo, este sistema al necesitar un espacio para el almacenamiento de la biomasa, se recomendaría para aquellos comercios cuyo sistema de calefacción fuera de carbón, ya que podría utilizarse el mismo lugar para el almacenamiento del combustible.



Biomasa

La **energía eólica** se emplea para producir electricidad y la instalación de aerogeneradores de baja potencia (<10kW), está indicada para los edificios aislados que estén en zonas de vientos.

La **energía hidráulica**, transforma la energía cinética y potencial del agua en electricidad. La **geotérmica** aprovecha el calor de la tierra para producir agua caliente o vapor que pueda transformarse en electricidad y la **mareomotriz** la energía de las olas para producir electricidad.



Parque eólico

■ 3. Contratación del suministro energético

Como consecuencia de la Ley 34/1998, de 7 de octubre, del Sector de Hidrocarburos, la comercialización del petróleo y todos sus derivados, como el butano, propano, está totalmente liberalizada¹.

En cuanto al gas natural y electricidad, según el Real Decreto Ley 6/2000, de 23 de junio, de medidas urgentes de intensificación de la competencia en mercados de bienes y servicios, desde enero de 2003, es posible la elección libre del proveedor para todos los consumidores. A partir de esta fecha, un comerciante puede elegir el suministrador que mejor se adecue a sus necesidades y acordar con él las condiciones económicas.

Hasta entonces, sólo podía contratar la electricidad y el gas con el distribuidor de su zona, acorde con una tarifa fijada por la Administración. A partir de enero de 2003, puede permanecer como estaba, o bien contratar la electricidad y el gas con otros suministradores llama-

dos comercializadores. Además siempre existe la posibilidad de cambiar de empresa suministradora, o bien volver a la tarifa regulada con el distribuidor de su zona.

Para **contratar el suministro energético** se recomienda:

- Pedir ofertas a diferentes empresas suministradoras
- Revisar el periodo de contratación, la oferta económica, compararlas entre ellas y con su tarifa actual y elegir la más ventajosa
- En las ofertas solicitadas, prestar atención a las posibles revisiones del precio durante el periodo de vigencia del contrato y a las cláusulas de penalización por rescisión de contrato por ambas partes.
- Si la oferta es compleja, e incluye un paquete de servicios, solicitar que se detalle el precio de la electricidad y del gas suministrado

¹ Posibilidad de contratar la energía eléctrica o el combustible con un comercializador o seguir con las tarifas reguladas.

3.1. Contratación del suministro de gas natural a tarifa

Las tarifas del gas natural son fijadas por el Ministerio de Industria y Energía. A título de ejemplo, la siguiente tabla muestra las diferentes tarifas en función del nivel de consumo, según precio de B.O.E. de 28/12/2005. Comentar que, a diferencia de las tarifas eléctricas que se fijan al final de un año para el año siguiente, estas tarifas se modifican cada tres meses.

Las tarifas de gas natural se componen de dos términos:

Tarifa	Intervalo consumo	Término fijo (€/mes)	Término variable (€/kWh)
3.1	Inferior o igual a 5.000 kWh/año	2,39	0,048284
3.2	Superior a 5.000 kWh/año e inferior a 50.000 kWh/año	5,34	0,041198
3.3	Superior a 50.000 kWh/año e inferior a 100.000 kWh/año	42,40	0,032544
3.4	Superior a 100.000 kWh/año	61,77	0,030100

- Un **término fijo**, que es el importe correspondiente a la disponibilidad continua de servicio. Viene determinado por el tipo de tarifa que se ha contratado.
- Un **término variable**, que es el importe correspondiente al gas natural consumido durante el período de facturación.

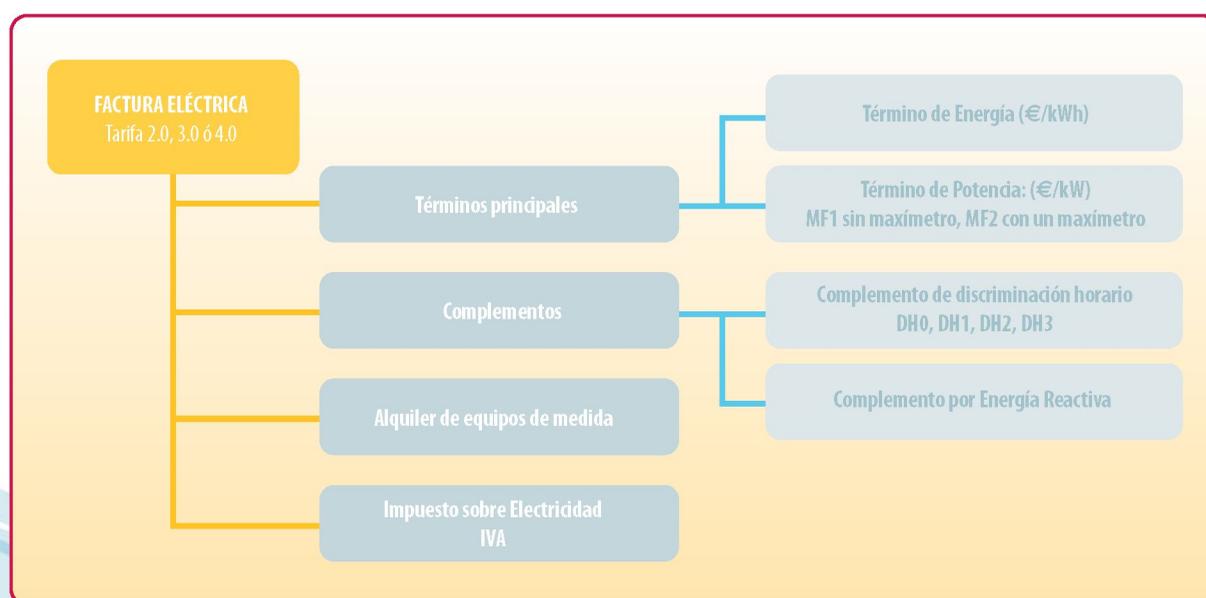
A este coste, habría que aumentar el precio del alquiler del contador y los impuestos.

3.2. Contratación del suministro eléctrico a tarifa

En caso de decidir seguir con la tarifa fijada por la Administración, es obligación de su suministrador asesorarle para contratar la tarifa que mejor se ajuste a sus necesidades. A continuación, se explicará lo que debe tener en cuenta para entender y valorar el sentido de cada uno de los conceptos que aparecen en una factura eléctrica a tarifa.

Para la mayoría de los comercios las Tarifas eléctricas a contratar serán las de Baja Tensión, que son las denominadas como 1.º (sólo para los que tengan una potencia contratada menor a 0,77 kW), la 2.º (hasta 15 kW), la 3.º (conocida como general) y la 4.º (general de larga utilización).

Las tarifas más habituales en los comercios serán la 3.º y la 4.º. En general cuando el comercio funcione más de 1.400 horas al año, le saldrá mejor contratar la Tarifa 4.º que la 3.º.



Una factura eléctrica se compone, de dos apartados fundamentales: los términos principales y los complementos, éstos últimos pueden bonificar o recargar los términos principales de la factura, luego si existen equipos de medida en alquiler, se añade este concepto y los impuestos (sobre electricidad y el IVA). Por Ley, el Gobierno establece todos los años un precio de la energía eléctrica para cada una de las tarifas, realmente son dos precios por tarifa, uno que se aplica a la energía consumida y otro a la potencia contratada.

Si se opta por la **Tarifa Nocturna**. Tarifa 2.0 TN, no se aplican bonificaciones, sino que se aplica un precio diferente a la energía consumida durante el día (PUNTA y LLANO) que a la consumida en la noche (periodos VALLE). Según los precios vigentes para el 2006, la energía consumida por el día se facturará a 0,089094 €/kWh y durante la noche a 0,040402 €/kWh. El pre-

cio del término de energía para la Tarifa 2.0 es de 0,096726 €/kWh, por lo tanto con Tarifa nocturna:

- El consumo de energía por la noche sale un 47 % más barato.
- El consumo de energía por el día sale un 3 % más caro.

De las auditorias energéticas realizadas, se dedujo que en un 55 % de los comercios analizados era factible una optimización de la tarifa contratada, lo que se traduciría en un ahorro económico superior al 5 % en el coste de la energía eléctrica que un comercio pagaba. Estimando que el coste anual de un comercio tipo sea del orden de 7.500 €, el optimizar la contratación de su tarifa eléctrica puede suponerle un ahorro de 375 € al año, y esto sin efectuar ninguna inversión, con tan sólo llamar por teléfono a su compañía suministradora y solicitar el cambio de Tarifa.

Existen 5 tipos de discriminación horaria: DH0, DH1, DH2, DH3, DH4.
Siempre será más barato consumir energía en periodos VALLE que en los LLANO o en los PUNTA. Los periodos VALLE son aquellos que tienen lugar generalmente por la noche, los LLANO, son periodos de consumo intermedio y los PUNTA, son los periodos de mayor consumo
DH0. Bonifica la energía consumida en VALLE con un 55% y penaliza con un 3% el resto
DH1. No diferencia periodos y siempre aplica un recargo del 20%
DH2. Sólo recarga con un 40% los periodos PUNTA
DH3. Bonifica la energía consumida en VALLE con un 43% y penaliza los PUNTA con un 70%
DH4. Es como la DH3, pero bonifica también con un 43% la energía consumida en Sábados y festivos. El recargo de los periodos PUNTA es del 100%
Los comercios podrán acogerse en la mayoría de los casos a una DH2

FACTURA DE ELECTRICIDAD

Referencia contrato .
Fecha factura 4 de Marzo de 2004
Nº factura
IMPORTE FACTURA 433,07 €
Hoja número 1 / 2

Memor: BARRIONOLA ENTREGA CON ELECTRICIDAD S.A.U. C/28 de Febrero s/n 47091 VALLADOLID
011989 0 10070002 0 4 5114011800000004



1 DATOS DEL CONTRATO

CLIPSES
CIF
CNAE 1:
Tarifa 3.0 Potencia 16,5 kW M.F.1
Tipo DH 1
Precios B.O.E. del 27/12/2003
Forma de pago
Entidad
Sucursal
Codigo Cuenta Bancaria:
Ocultos para su seguridad
Fecha de cargo: 12/3/2004

Para contratar la potencia, se deberá estimar la potencia de todos los equipos que se prevean puedan funcionar a la vez.

Existen aparatos de medida que almacenan información sobre la potencia eléctrica máxima demandada cada quince minutos por el usuario, son los llamados maxímetros, si estos aparatos existen, la potencia facturable por la que la compañía eléctrica multiplicará el precio del término de potencia no tiene que coincidir con la potencia contratada, sino que permite un mejor ajuste. Por esta razón **se recomienda el modo de facturación de potencia MF2 (con un máxímetro), frente al MF1 (sin máxímetro)**
Con un máxímetro (MF2), si la potencia registrada no supera el 85 % de la contratada, la potencia a facturar será el 85 % de la contratada; pero si nos pasamos en más de un 5 % de la potencia contratada, tendremos que pagar un sobre coste.

2 FACTURACIÓN

1. Potencia contratada	16,5 kW x 0,08 mes x 138,5453 cent€/kW mes	0,69
	16,5 kW x 1,97 meses x 140,762 cent€/kW mes	45,75
2. Energía consumida	44,46 kWh x 8,1104 cent€/kWh	3,61
	2.756,54 kWh x 8,2402 cent€/kWh	227,14
3. Complemento por Reactiva (factor potencia 0,75)	9,2% s/277,19€	25,50
4. Comp. discriminación horaria	8,89 kWh x 8,1104 cent€/kWh	0,72
	551,31 kWh x 8,2402 cent€/kWh	45,43
5. Imppto. sobre Electricidad	4,864% s/348,84 x 1,05113	17,84
6. Alquiler equipos de medida	2 meses x 333 cent€/mes	6,66
7. IVA	16% s/373,34	59,73
IMPORTE		433,07

% de la facturación destinado a: Coste servicio 91,823 % - Costes permanentes (BOE 27/12/2003) 1,819 % - Costes diversificación (BOE 27/12/2003) 4,358 %

El término de Energía, es el correspondiente al coste de la energía realmente consumida. Se calcula multiplicando los kWh consumidos por el precio correspondiente a la tarifa contratada.

El término de potencia es independientemente de la energía eléctrica consumida, y su coste se obtiene multiplicando la potencia por el precio correspondiente al término de potencia de la tarifa contratada.

El complemento por energía reactiva, es un descuento o recargo que se aplica sobre la suma de los términos de energía y potencia, y es de aplicación a las tarifas 3.0 y 4.0. Consiste en penalizar el consumo de energía reactiva que viene definido por el llamado cos φ o factor de potencia. Cuando éste es igual a 1, significa que el consumo de energía reactiva es nulo y esto se bonifica con un 4 %, un cos φ igual a 0,9 no se bonifica ni penaliza y a medida que este valor pasa de 0,9 a 0,8 el recargo asciende hasta llegar a un máximo del 47 %.
Cuando el factor de potencia sea menor que 0,9, se recomienda corregirlo instalando una batería de condensadores

El complemento por discriminación horaria, consiste en aplicar un recargo o descuento sobre el coste del término de la energía, debido al periodo en el que efectuemos el consumo. Se aplica a las tarifas 3.0 y 4.0

3.3. Contabilidad energética en un comercio

Para llegar a conocer el verdadero valor de la energía que un comercio está consumiendo, es bueno que se empiece por algo sencillo, como es llevar un control sobre el consumo y el coste energético. Para hacerlo, se pueden emplear tablas semejantes a la que figura a continuación:

Fecha factura	Fuente de Energía	Periodo de facturación	Nº días contabilizados en la factura	Consumo de la fuente de energía		Coste total (€)	Ratios	
				(unidad de energía)	(kWh)		KWh/día	€/kWh
Unidad de energía para Gas Natural = Nm ³ 1 Nm ³ de Gas Natural = 9.000 / 860 = 10,5 kWh Unidad de energía para Gasóleo C = litros 1 litro de Gasóleo C = 8.600 / 860 = 10,0 kWh				Unidad de energía para el propano y butano = kg 1 kg de Butano o Propano = 10.900 / 860 = 12,7 kWh Electricidad = kWh				

Con este tipo de tablas, el comerciante podrá conocer fácilmente cuánta energía consume al día y qué coste le supone este consumo, además podrá apreciar claramente la diferencia entre el coste de la energía eléctrica frente a los combustibles fósiles, y si utilizara varios combustibles fósiles, cuál de ellos es el que le resulta más rentable.

4. Ahorro y Eficiencia energética en el alumbrado

La iluminación supone uno de los puntos más importantes del consumo eléctrico de los comercios, por lo que cualquier actuación enfocada a reducir el consumo de iluminación tendrá una repercusión substancial en el consumo energético del establecimiento.

Este objetivo de reducir el consumo de iluminación, se puede conseguir fundamentalmente mediante:

- El uso de lámparas y luminarias de mayor eficiencia energética
- El diseño y planteamiento eficiente de los puntos de luz: "luz donde se necesite"
- La regulación y control de la iluminación
- El aprovechamiento de la luz natural

El ahorro energético en iluminación no debe estar reñido con el confort y calidad de servicio, de forma que el nivel de iluminación debe ser el adecuado para cada aplicación.

4.1. Conceptos básicos en iluminación

Los **elementos básicos** de un sistema de iluminación son:

- **Lámpara** o fuente de luz
- **Equipo auxiliar** de conexión que necesitan algunas lámparas para su correcto funcionamiento, ya que no se pueden conectar directamente a red
- **Sistema óptico**: Es el objeto destinado a contener la lámpara y proporcionar una distribución adecuada de la radiación luminosa de la lámpara.

Al conjunto de lámpara más sistema óptico se le denomina **luminaria**.

Los **parámetros básicos** para poder comprender el funcionamiento y sistema de iluminación utilizado son:

flujo luminoso: Es la cantidad de luz total emitida por la lámpara en todas las direcciones y que recibe el ojo humano. Su unidad de medida es el **lumen (lm)**. Hay que tener en cuenta que solo una pequeña parte (sobre el 10%) de la energía consumida por la lámpara se transforma en luz el resto se pierde en forma de calor.

Rendimiento luminoso o eficacia luminosa: Es la relación entre el flujo emitido (lúmenes) por cada unidad de potencia eléctrica consumida (en W), su unidad es **lumen / Watio (lm/W)**. Debe desestimarse el uso de lámparas con una eficacia luminosa inferior a **60 lm/W**.

Vida de la lámpara: Existen varias formas de definir la vida de una lámpara o de un conjunto de lámparas incluidas en una instalación, entre ellas se puede indicar la **vida media, promedio y vida útil o económica**.

Temperatura del color: Da una indicación de la apariencia o impresión de color que se recibe de la propia luz. Temperaturas bajas del color dan la impresión de una luz más “cálida” y cuanto más alta es la temperatura, más “fría” será la luz que proporcione esa fuente.

Se puede establecer la siguiente división en cuanto a las lámparas de alumbrado general:

Temperatura del color	Color de la luz
< 3.300 K	Luz cálida
3.300–5.300 K	Blanco neutro
> 5.300 K	Blanco frío

Reproducción del color: La reproducción cromática da una idea de la capacidad de la luz para reproducir con fidelidad los colores de los objetos que ilumina. Viene expresado por un índice de reproducción cromática (**Ra**) cuyo valor máximo es 100. En la mayoría de las ocasiones se necesita un Ra mínimo de 80.

Nivel de iluminación o iluminancia: indica la cantidad de flujo luminoso (lúmenes) presente sobre la superficie interesada (m^2), viene expresado en **Luxes (lúmenes / m^2)**. El nivel medio de iluminación recomendado en comercios va desde unos 200 luxes en almacenes hasta 500 luxes en área de cajas y transacciones.

4.2. Tipos de sistemas de iluminación

TIPOS DE LÁMPARAS

LÁMPARAS INCANDESCENTES					
Es la fuente de luz eléctrica más antigua y todavía la de uso más común. Produce luz mediante el calentamiento de un alambre o filamento de tungsteno enrollado en forma de espiral. El filamento se encuentra dentro de una ampolla de vidrio en la que se ha realizado el vacío o se ha rellenado con un gas inerte. Existe otro tipo de lámparas incandescentes especiales con reflector incorporado que concentran el flujo de luz en un haz más o menos estrecho.					
Parámetros de funcionamiento		– Vida útil = 1.000 horas (2.000 horas las de reflector incorporado) – Temperatura de color = 2.700 K, cálida – Reproducción cromática (Ra) = 100			
CARACTERÍSTICAS					
Tipo	Estándar	Vela	Esférica	Reflectora vidrio soplado	Reflectora vidrio prensado
					
Potencia (W)	Entre 25 y 500	Entre 25 y 60	Entre 25 y 60	Entre 60 y 150	Entre 60 y 300
lúmenes / W	Entre 9,2 y 16,8	Entre 8 y 11	Entre 8 y 11		
A favor: Precio de venta económico – Reproducción cromática máxima – Apariencia de color cálido – No necesitan equipos auxiliares – Tiempo de encendido inmediato – Posible regulación de la luz – Posición funcionamiento universal – Fácil instalación – Gran variedad de modelos					
En contra: Eficacia luminosa muy reducida (9–17 lm/W) – Corta duración – Elevada emisión de calor – Costes operativos elevados					

LÁMPARAS INCANDESCENTES HALÓGENAS

Las lámparas halógenas son lámparas de incandescencia en las que se introduce una mezcla de halógenos, que crea un proceso de regeneración del filamento. Las lámparas de halógeno son de dimensiones reducidas, y se encuentran disponibles en una gran variedad de formas y potencias. Los tipos de lámparas halógenas más utilizadas se pueden diferenciar por su alimentación directa a la red (230V) o por su alimentación a baja tensión (normalmente 12 V) lo que hace necesario el uso de un transformador.

Parámetros de funcionamiento

- Vida útil = 1.000 horas (2.000 horas las de reflector incorporado)
- Temperatura de color = 2.700 K, cálida
- Reproducción cromática (Ra) = 100- Vida Útil = 2000-4000 horas

CARACTERÍSTICAS

Tipo	Lineales (220-230V)	Doble envoltura (220-230V)	Reflectoras dicróicas (12V)	Reflectoras vidrio Prensado (220-230V)
				
Potencia (W)	Entre 100 y 1.500	Entre 60 y 2.000	Entre 20 y 50	Entre 50 y 100
lúmenes /W	Entre 16 y 24,2	Entre 14 y 25		

A favor: Mayor eficacia luminosa que las incandescentes normales – Reproducción cromática máxima – Luz blanca, brillante – En función del modelo una duración 2-4 veces mayor que la incandescentes normales – Tiempo de encendido inmediato – Posible regulación de la luz – Tamaño reducido – Gran variedad de modelos – Las de tensión a red no necesitan equipos auxiliares de conexión

En contra: Eficacia luminosa reducida frente a otro tipo de lámparas – Temperatura de funcionamiento muy alta – Las de baja tensión necesitan transformadores – Las del tipo lineal sólo pueden ser utilizadas en posición horizontal

LÁMPARAS FLUORESCENTES LINEALES

Las lámparas fluorescentes pertenecen a la familia de las lámparas de descarga. Están formadas por un tubo de vidrio con un electrodo en cada extremo y en su interior un gas inerte a baja presión con una pequeña cantidad de mercurio. El tubo se encuentra recubierto interiormente con una mezcla de polvos fluorescentes. Cuando se aplica una descarga entre los electrodos, los átomos de mercurio emiten radiación invisible ultravioleta que es transformada en radiación luminosa visible mediante la acción del recubrimiento fluorescente. Frente a las fluorescentes lineales estándar con un rendimiento del color pobre o moderado (Ra < 80), existen las lámparas fluorescentes trifósforo con mezclas especiales de alta calidad que obtienen rendimientos del color muy buenos o excelentes.

Parámetros de funcionamiento

- Vida Útil = 8.000-12.000 horas
- Temperatura de color = 2.700-6.500 K
- Reproducción cromática (Ra) = 60-95

CARACTERÍSTICAS

Tipo	26 mm (T8) Trifósforo	26 mm (T8) Estándar 33	26 mm (T8) Estándar 54	16 mm (T5) Alto rendimiento	16 mm (T5) Alta emisión
					
Potencia (W)	Entre 18 y 58	Entre 18 y 58	Entre 18 y 58	Entre 14 y 35	Entre 24 y 54
lúmenes /W	Entre 75,0 y 89,7	Entre 66,7 y 79,3	Entre 58,3 y 69,0	Entre 96 y 104	Entre 83 y 93

A favor: Alta eficacia luminosa (60-100 lum/W) – Reproducción cromática puede llegar a ser muy buena o excelente – Gran variedad de apariencias del color – Alta duración (aprox. 10.000 horas) aumentando en un 50% con equipos electrónicos – Bajo coste de adquisición, bajo costes operativos y de bajo consumo energético – Con equipos electrónicos HF (de alta frecuencia), el encendido es prácticamente instantáneo – Posible regulación de la luz con los equipos electrónicos HF – Posición de funcionamiento universal – Baja emisión de calor

En contra: Requieren un equipo auxiliar – Si no se usan equipos electrónicos puede dar lugar a problemas de retardo y parpadeos – Un número frecuente de encendidos y apagados acorta la vida de la lámpara (dependiendo del equipo auxiliar)

LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

Las lámparas fluorescentes compactas tienen el mismo principio de funcionamiento que las lámparas fluorescentes lineales, con la ventaja de su menor tamaño. Este tipo de lámparas se puede dividir en lámparas compactas integradas, con el equipo auxiliar incorporado y casquillo similar a las incandescentes, y no integradas con equipo auxiliar externo y su conexión a 2 ó 4 pin.

Parámetros de funcionamiento

- Vida Útil = 8.000–12.000 horas
- Temperatura de color = 2.700 – 4.000 K
- Reproducción cromática (Ra) = 85

CARACTERÍSTICAS

Tipo	Integradas	No integrada
		
Potencia (W)	Entre 9 y 23	Entre 10 y 26
lúmenes / W	Entre 44,4 y 66,6	Entre 60,0 y 69,2
<p>A favor: Alta eficacia luminosa (45–70 lum/W) – Reproducción cromática puede llegar a ser muy buena (Ra >80) – Gran variedad de potencias – Alta duración (8.000–12.000 horas) – Las integradas sustituyen fácilmente a las incandescentes y no requieren de equipo auxiliar – Las no integradas de 4 pin pueden ser reguladas – Aunque no son inmediatas, alcanzan rápidamente el flujo luminoso nominal – Posición de funcionamiento universal – Baja emisión de calor</p>		
<p>En contra: Las no integradas requieren un equipo auxiliar – Un número frecuente de encendidos y apagados acorta la vida de la lámpara (dependiendo del equipo auxiliar)</p>		

LÁMPARAS DE HALOGENUROS METÁLICOS

Son lámparas de vapor de mercurio de alta presión a los que se les ha incorporado halógenos. En el mercado se puede encontrar desde modelos más compactos hasta modelos de gran potencia, pero todos necesitan de un equipo auxiliar, y el tiempo de encendido varía entre 3 y 5 minutos y 15 minutos para un nuevo reencendido. Su aplicación, por tanto, será en zonas con utilización continua y pocos encendidos.

Presentan una alta duración entre 6.000 y 15.000 horas, por lo que los costes de mantenimiento son bajos, pero también tienen un precio elevado.

A los modelos más compactos, con potencias de 35–50–170 W, con configuración de uno o dos terminales, se les ha incorporado la tecnología cerámica para mejorar el rendimiento del color, de hecho se obtiene una respuesta cromática excelente (Ra >80 y Ra > 90), con una muy alta eficacia luminosa entre 80–95 lum/W.

Existen otros modelos con forma tubular u ovoide, con potencias entre 250 y 2.000 W, especiales para alumbrado interior de gran altura (> 6m), con alta eficacia luminosa entre 80–95 lum/W, pero con una reproducción cromática pobre (Ra = 65) que limitaría su utilización para el comercio.

Parámetros de funcionamiento

- Vida Útil = 6.000–15.000 horas
- Temperatura de color = 3.000 – 4.500K
- Reproducción cromática (Ra) = 65–85

CARACTERÍSTICAS

Tipo	Compactas con uno o dos terminales	Alta potencia con forma tubular/ovoide
		
Potencia (W)	Entre 35–150	Entre 250–2.000
lúmenes / W	Entre 80–95	Entre 75 y 95
<p>A favor: Alta eficacia luminosa (75–95 lum/W) – Reproducción cromática puede llegar a ser muy buena (Ra >80) – Gran duración (hasta 15.000 horas) – Costes de mantenimiento bajos, bajo consumo energético.</p>		
<p>En contra: Precio elevado – Necesitan equipo auxiliar – Requieren tiempo de encendido alto (entre 3 y 5 minutos) y casi 15 minutos para un nuevo reencendido.</p>		

EQUIPOS AUXILIARES DE LAS LÁMPARAS

Son los equipos que necesitan las lámparas para su correcto funcionamiento y serán diferentes para cada tipo de lámpara. Mientras que las **lámparas incandescentes o halógenas** se pueden conectar directamente a la red sin necesidad de ningún equipo auxiliar o mediante un transformador (halógenas), en las **lámparas de descarga** es necesario un dispositivo para estabilizar la corriente que pasa por la lámpara. Es importante destacar que para estudiar el consumo energético de una instalación de iluminación, hay que tener en cuenta el consumo asociado del equipo auxiliar, es decir, **el consumo total viene dado por el consumo de la lámpara más el consumo del equipo auxiliar**. Aunque los equipos sean diferentes, el esquema es prácticamente el mismo para fluorescentes y halogenuros metálicos.

EQUIPOS CONVENCIONALES

Los equipos auxiliares convencionales para fluorescentes están formados por tres elementos:

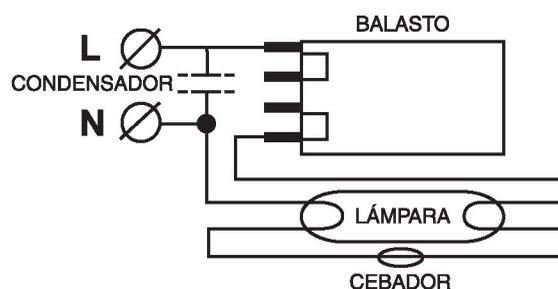


1. Balasto electromagnético: Limita el consumo de corriente de la lámpara. Los más utilizados son de tipo inductivo y están formados por una bobina con su núcleo magnético donde se produce la pérdida de calor. También se denominan reactancias electromagnéticas.

2. Cebador o arrancador: Es el equipo encargado de "arrancar" la lámpara, de proporcionar la tensión requerida para el encendido de la lámpara.



3. Condensador: Corrige el factor de potencia o relación entre la energía reactiva (no útil) y la energía activa.



EQUIPOS ELECTRÓNICOS A ALTA FRECUENCIA (HF)

La utilización de los balastos electrónicos en los fluorescentes **permiten conseguir un ahorro del 20-25%**, debido a dos factores:

1. Los balastos electrónicos tienen un consumo inferior al resto de los balastos.

2. Al trabajar a alta frecuencia permite que las lámparas emitan la misma cantidad de luz pero a menor potencia.

Los balastos electrónicos ya incorporan los componentes electrónicos que desempeñan las funciones de los cebadores y condensadores

Consejo: Para aquellos locales en que el número de encendidos sea superior a 3 ó 4 al día, se recomienda el uso de balastos electrónicos **con precaldeo**: Previamente al encendido de la lámpara, los electrodos de la lámpara reciben una tensión de bajo voltaje, da lugar a un encendido más suave, pero no instantáneo. Como el pico de arranque va a ser menor que con el arranque en frío, los electrodos sufren menos.

VENTAJAS

LAS VENTAJAS que presentan los balastos electrónicos de alta frecuencia son:

- Reducción del consumo de energía en un 20-25% respecto a un balasto magnético estándar
- Aumentan el factor de potencia prácticamente a la unidad, por lo que no habrá consumo de energía reactiva
- Existen los balastos electrónicos que permiten la regulación de la cantidad de luz de lámpara y por tanto reducen el consumo energético.
- Los balastos de encendido con precaldeo pueden aumentar la vida de la lámpara hasta en un 50%.
- No existen intentos fallidos en el encendido
- Mayor confort y reducción de la fatiga visual al eliminar los parpadeos por su funcionamiento en alta frecuencia.
- Eliminación de los ruidos producidos por el equipo electromagnético.
- Protección de la lámpara contra variaciones de la tensión
- Desconexión automática de la lámpara cuando tras varios intentos fallidos la lámpara no enciende, evitando el parpadeo de la lámpara al final de su vida.

LUMINARIAS

La luminaria es el elemento donde va instalada la lámpara y su función es la de contener y proteger la lámpara y el equipo auxiliar, y principalmente distribuir

la luz producida por la lámpara en la forma más adecuada a cada aplicación. Los tipos de luminarias más utilizados en comercios son:

Luminaria empotrada en techo técnico para fluorescentes lineales



Luminaria adosada para fluorescentes lineales



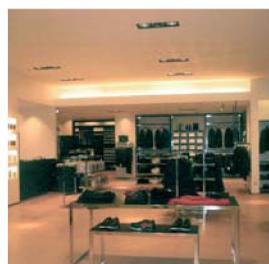
Luminaria suspendida para fluorescentes lineales



Luminaria suspendida para fluorescentes lineales con proyección hacia arriba



Luminaria decorativa suspendida para halógenos, fluorescentes compactos, y halogenuros metálicos



Luminaria decorativa por proyectores para halógenos, incandescentes reflectoras y halogenuros metálicos



Luminaria decorativa empotrada o downlights para halógenos, incandescentes, fluorescentes compactas y halogenuros



4.3. Sistemas de control y regulación

La elección de un sistema de control apropiado debe asegurar que la luz artificial sea utilizada estrictamente dónde y cuándo sea necesario. Con este tipo de sistemas

se pueden obtener importantes ahorros en el consumo energético de iluminación. En la siguiente tabla se recogen las posibles opciones de control.

Interruptores manuales
Debe haber un número suficiente de interruptores manuales de forma que se pueda independizar el funcionamiento de lámparas según su emplazamiento, especialmente aquellas que se encuentren próximas a puntos de luz natural como ventanas y lucernarios.
Interruptores horarios
Son sistemas de control de tiempo que permiten el encendido y apagado de las luces en función del horario establecido para cada zona y evitar que estén encendidas en momentos de no utilización. Son especialmente interesantes para la iluminación exterior y del escaparate.
Detectores de presencia
Son sensores que conectan o desconectan la iluminación del local en función de la presencia o no de personas. Se suelen utilizar en zonas donde la presencia de personas es esporádica o no se da de una manera continuada, como almacenes, pasillos, servicios etc.
Control del nivel de iluminación en función de la luz natural
En aquellas zonas donde el nivel de iluminación natural es importante, existen muchas horas del día en las que la iluminación artificial no es necesaria o el nivel de iluminación es superior al necesario.

El sensor de luz mide el nivel de la iluminación con el aporte de la luz natural y actúa sobre las lámparas para ajustar la cantidad de luz artificial. Existen dos sistemas de regulación: **Sistemas de conmutación o todo/nada** en los que las lámparas se encienden o se apagan cuando se alcance cierto nivel y los **Sistemas de regulación o progresivo**, en los que las lámparas adaptan el flujo de luz según el aporte de luz natural.

COMPONENTES SISTEMAS DE CONTROL:

Sensores de luz	Detectores de presencia	Potenciómetro	Controlador regulador
			

4.4. Mantenimiento

Con el paso del tiempo el nivel de iluminación de una instalación disminuye notablemente, dando lugar a problemas de iluminación insuficiente y al empeora-

miento del rendimiento de la instalación. La disminución de ese flujo luminoso, se debe principalmente a dos motivos:

Suciedad acumulada
Se produce una pérdida de la iluminación por la suciedad que se deposita sobre lámparas y luminarias. Para evitarlo se propone: <ul style="list-style-type: none"> – Un programa de limpieza a intervalos regulares de lámparas y luminarias. – Limpiar los cristales de las ventanas para mantener la transmisión de luz natural. – Las paredes del recinto deben ser pintadas periódicamente para mantener los valores de reflectancia del local.
Envejecimiento de las lámparas
Existen lámparas que con el paso del tiempo, aunque sigan luciendo, su flujo luminoso y rendimiento es muy inferior al recomendado, resultando más económico su sustitución. Los puntos de actuación serían: <ul style="list-style-type: none"> – Preparar un plan de recambio de lámparas en función de la vida útil definida por el fabricante. – Disponer de los recambios adecuados. – En grandes instalaciones realizar un cambio simultáneo de las lámparas.



Para poder medir el nivel de luz de la estancia se utiliza el luxómetro.

4.5. Tipos de lámparas y parámetros de iluminación recomendados en comercios

En la siguiente tabla se recogen los tipos de lámparas reco-

mendados para las distintas zonas existentes en un comercio, así como los parámetros de iluminación recomendados. A pesar de la variedad de comercios, prácticamente todos presentan la misma zonificación, así como los mismos parámetros en cuanto a la iluminación general.

ZONA		TIPO DE LÁMPARA
Zonas generales	Zona donde transita el cliente y donde se encuentra la mercancía. Es necesario un nivel medio de iluminación (300 lux), homogéneo con una buena apreciación de los colores ($R_a > 80$) y un tono cálido/neutro (T° : 2.500–4.500 K). De existir aporte de luz natural a través de ventanas o lucernario se recomienda un control automático del nivel de iluminación con sensores.	<ul style="list-style-type: none"> – fluorescentes lineales – fluorescentes compactos – halogenuros metálicos
Zona de caja	Zona donde se realizan los pagos y las transacciones. Por ser una zona de trabajo el nivel de iluminación tiene que ser bueno (500 lux), con una buena apreciación de los colores ($R_a > 80$) y un tono neutro (T° : 3.500–5.000 K).	<ul style="list-style-type: none"> – fluorescentes lineales – fluorescentes compactos
Escaparates	Zona donde se muestra una parte representativa del producto de una manera estética o decorativa. El objetivo es resaltar el producto y atraer la atención del consumidor. Se suele utilizar iluminación por proyección y decorativa con contrastes de luces. La apreciación de los colores tiene que ser buena ($R_a > 80$) y la atmósfera de un tono cálido (T° : 2.500–3.500 K). Se recomienda un control automático horario de la instalación.	<ul style="list-style-type: none"> – halógenos – halogenuros metálicos – fluorescentes compactos
Expositores	Zona donde se exponen los productos a la venta, tratando de atraer la atención del consumidor y facilitar la elección del producto. La iluminación tiene que ser suficientemente buena para poder apreciar las características del producto, por lo que la apreciación de los colores tiene que ser buena ($R_a > 80$) y la atmósfera de un tono cálido / neutro (3.500–5.000 K).	<ul style="list-style-type: none"> – fluorescentes lineales – halógenos

Probadores	Se requiere un nivel medio de iluminación (300 lux), homogéneo con una buena apreciación de los colores (Ra > 80) y con un tono cálido / neutro (Tª 2.500–4.500 K). En función de la afluencia se puede valorar el instalar un sistema de control de iluminación con sensor de presencia.	– fluorescentes compactos
Oficinas	Zona administrativa normalmente sólo accesible al personal del comercio. Al ser un área de trabajo se recomienda un buen nivel de iluminación (500 lux), homogéneo, sin deslumbramientos, con una buena apreciación de los colores (Ra > 80) y con un tono neutro (Tª 3.500–5.000 K) Se recomienda instalar un control automático del nivel de la iluminación en función de sensores, especialmente para aquellas luminarias situadas en zonas próximas a las ventanas.	– fluorescentes lineales – fluorescentes compactos
Pasillos	Zona de acceso y de comunicación entre las diferentes zonas del comercio. Normalmente son zonas de paso, por lo que no tienen que cumplir requisitos específicos de iluminación. Nivel medio/bajo de iluminación (150–200 luxes) con apreciación del color moderada (Ra < 80) y tono neutro (Tª 3.500–5.000 K). Al ser zona de poco tránsito se recomienda un control de la iluminación mediante sensores de presencia.	– fluorescentes lineales – fluorescentes compactos
Almacén	Zona donde se almacena el producto, de acceso exclusivo al personal del comercio. No existen necesidades especiales de iluminación cara a la venta del producto y tampoco es una zona propiamente de trabajo, por lo que los requisitos de iluminación son bajos. Nivel medio/bajo de iluminación (150–200 luxes) con apreciación del color moderada (Ra < 80) y tono neutro (Tª 3.500–5.000 K).	– fluorescentes lineales para alturas < 6m – halogenuros metálicos para alturas > 6 m y periodos de encendido prolongados.
Exterior	Es la iluminación utilizada en los rótulos y carteles del local, y además la iluminación de las zonas de acceso y de aparcamientos, por lo que tiene que transmitir confianza y seguridad al cliente. El tipo de iluminación utilizado suele ser luminarias por proyectores. Se recomienda un control automático de la iluminación mediante una combinación del control horario y de sensores de nivel de iluminación.	– fluorescentes lineales para rótulos – halogenuros metálicos

4.6. Medidas de ahorro

En este punto se presentan algunos ejemplos de medidas de ahorro obtenidas en la realización de las auditorías energéticas en comercios de Castilla y León.

Ejemplo 1

En una **TIENDA DE MUEBLES Y DECORACION** que abre 2.500 horas al año, se propone el **cambio de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas integradas**.

Con esta medida se logra un ahorro próximo al 80% del consumo eléctrico de estas lámparas y la duración de la lámpara aumenta de 2.000 horas a 12.000 horas.

Se sustituyen 328 incandescentes de 40W repartidos por toda la tienda, por fluorescentes compactas integradas de 9 W.

Se pasa de un consumo actual anual de 21.415 kWh a un consumo de 4.806 kWh, con lo que el ahorro obtenido es de 16.615 kWh / año que se traduce en 1.637 euros / año.

Esta medida requiere una inversión de 3.384 euros que se recupera en un periodo aproximado de 2 años.

Ejemplo 2

En una **TIENDA DE CALZADOS** que abre 1.950 horas al año, se propone el **cambio de lámparas halógenas dicróicas por otras de alto rendimiento**.

Con esta medida se logra un ahorro del 40% del consumo eléctrico de halógenos y la duración de la lámpara será un 66% mayor.

Se sustituyen 34 halógenas de 50W con proyector dicróico que iluminan el escaparate, por otras de 30 W con la misma intensidad luminosa.

Se pasa de un consumo actual anual de 4.446 kWh a un consumo de 2.668 kWh, con lo que el ahorro obtenido es de 1.778 kWh / año que se traduce en 195 euros / año.

Esta medida requiere una inversión de 337 euros que se recupera en un periodo inferior a 2 años.

Ejemplo 3

En un **COMERCIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN** que abre 3.800 horas al año, se propone el **cambio de balastos convencionales de los fluorescentes por balastos electrónicos.**

Con esta medida se reduce un 25 % el consumo eléctrico de los fluorescentes y la duración de la lámpara será un 50% superior. Se sustituyen los balastos convencionales de 188 fluorescentes 36 y 58 W que se encuentran en la zona de exposición, con un funcionamiento superior a las 4 horas al día.

Se pasa de un consumo actual anual de 85.200 kWh a un consumo de 65.050 kWh, con lo que el ahorro obtenido es de 20.150 kWh / año que se traduce en 1.800 euros / año.

Esta medida requiere una inversión de 6.214 euros que se recupera en un periodo inferior a 4 años.

Ejemplo 4

En una **TIENDA DE ROPA** que abre 2.280 horas al año, se propone el **cambio de lámparas halógenas por fluorescentes compactos.**

Se sustituyen 91 halógenas de 35 W de la exposición por 20 luminarias empotradas con dos fluorescentes compactas de 26 W que incluyen difusor prismático, consiguiendo el mismo nivel de iluminación.

Se pasa de un consumo actual anual de 6.860 kWh a un consumo de 2.480 kWh, con lo que el ahorro obtenido es de 4.382 kWh/año que se traduce en 440 euros / año.

Esta medida requiere una inversión de 1.800 euros que se recupera en un periodo aproximado de 4 años.

Ejemplo 5

En una **TIENDA DE MUEBLES** que abre 2.600 horas al año, se propone el cambio de **lámparas halógenas por halogenuros.**

Se sustituyen 21 halógenos de 35 W del escaparate por 3 luminarias proyectoras con halogenuros de 70 W.

Se pasa de un consumo actual anual de 8.581 kWh a un consumo de 6.720 kWh, con lo que el ahorro obtenido es de 1.859 kWh/año que se traduce en 170 euros/año.

Esta medida requiere una inversión de 450 euros que se recupera en un periodo inferior a 3 años.

Ejemplo 6

En una **TIENDA DE ELECTRODOMÉSTICOS** que abre 2.150 horas al año, se propone la **regulación automática de lámparas halógenas mediante sensor de iluminación.**

Con esta medida se reduce un 25% el consumo de las halógenas a las que se les aplica la medida.

Se trata de controlar mediante sensor de iluminación y controlador regulador, 20 halógenas que se encuentran próximas al escaparate.

Se pasa de un consumo actual anual de 6.435 kWh a un consumo de 5.142 kWh, con lo que el ahorro obtenido es de 1.293 kWh/año que se traduce en 126 euros/año.

Esta medida requiere una inversión de 600 euros que se recupera en un periodo inferior a 5 años.

Ejemplo 7

En una **TIENDA DE BRICOLAJE** que abre 2.400 horas al año, se propone el **control automático de las lámparas mediante detector de presencia.**

Esta medida se aplica a 36 fluorescentes que se encuentran en una zona de poco tránsito de la planta primera de la exposición.

Se pasa de un consumo actual anual de 33.783 kWh a un consumo de 31.813 kWh, con lo que el ahorro obtenido es de 1.970 kWh/año que se traduce en 135 euros/año.

Esta medida requiere una inversión de 273 euros que se recupera en un periodo aproximado a 2 años.

La Junta de Castilla y León, a través del programa PASCER que gestiona el EREN, concede subvenciones para este tipo de actuaciones, pudiendo llegar a subvencionarse hasta el 50 % de la inversión. Los resultados de retorno de la inversión mejorarían considerablemente.

■ 5. Ahorro y eficiencia en la climatización

5.1. Tipos de Sistemas de Calefacción y Refrigeración

En la siguiente tabla se muestra un esquema de los diferentes sistemas más frecuentes en la climatización de los locales comerciales:

SISTEMAS MÁS HABITUALES CALEFACCIÓN/ REFRIGERACIÓN EN COMERCIO			
DEMANDA	GENERACIÓN	DISTRIBUCIÓN	ELEMENTO FINAL
Calefacción	CALDERA	AGUA	RADIADOR
			SUELO RADIANTE
			FANCOIL
	BOMBA DE CALOR	AGUA	FANCOIL
	AIRE	REJILLAS Y DIFUSORES	
	ACUMULADORES ELÉCTRICOS		
Refrigeración	ENFRIADORA O BOMBA DE CALOR (Modo frío)	AGUA	FANCOIL
		AIRE	REJILLAS Y DIFUSORES
		DESCARGA DIRECTA	
Calefacción/Refrigeración	BOMBA DE CALOR	AGUA	FANCOIL
		AIRE	REJILLAS Y DIFUSORES
		DESCARGA DIRECTA	
	CALDERA + ENFRIADORA	AGUA	FANCOIL

A los sistemas anteriores que forman parte de la instalación de climatización de la instalación, habría que añadir el **sistema de regulación** que se encarga de gestionar el funcionamiento de los sistemas anteriores y su interacción con el edificio y con las condiciones ambientales.

5.1.1. Equipos de Generación de Calor

5.1.1.1. La Caldera

CALDERA: Es un aparato donde el calor generado al quemar una mezcla de combustible/aire se transmite al agua que se utilizará en la calefacción.

Cada caldera viene caracterizada por la **potencia calorífica** o calor que se genera al quemar el combustible y por su **potencia útil**, o calor que es realmente transferido al agua que circula por la caldera. La mayor parte del calor que se genera se transmite al agua, pero existe una pequeña parte que se pierde al ambiente y través de los humos, todavía calientes, que salen de la caldera. El **rendimiento** de la caldera vendrá dado por la relación entre la potencia útil y la potencia calorífica.

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS POR SU TEMPERATURA DE TRABAJO	
Estándar	La temperatura media del agua de la caldera suele ser 70°C, y no puede bajar de 50–60°C para evitar que condense el vapor de agua de los humos de la combustión y se produzca la corrosión de la caldera.
Baja temperatura	Puede operar continuamente con una temperatura de agua de entrada entre 35–40°C sin que se produzca corrosión, por lo que sus pérdidas en los intervalos de paro son menores.
Condensación	Es una caldera de baja temperatura, diseñada para captar el calor que se produce al condensar el vapor de agua de los humos.

Los combustibles más utilizados son el gas natural y el gasóleo. Se recomienda el gas natural porque tiene una combustión más eficiente y limpia que el gasóleo.

De todas formas existen en el mercado nuevas calderas de gasóleo muy eficientes que alcanzan rendimientos superiores al 90–91%.

CLASIFICACIÓN DE LAS CALDERAS POR ESTRELLAS

La directiva 92/42/CEE establece una clasificación de las calderas, otorgando de 1 a 4 estrellas en función de su rendimiento.

- Una estrella (*): Caldera estándar que cumple con el rendimiento mínimo establecido.
- Dos estrellas (**): 3% más de rendimiento que el mínimo.
- Tres estrellas (***): 6% más de rendimiento que el mínimo.
- Cuatro estrellas (****): 9% más de rendimiento que el mínimo.
- Las calderas estándar suelen tener calificaciones de 1 y 2 estrellas.
- Las calderas de baja temperatura suelen tener calificaciones de 2 y 3 estrellas.
- Las calderas de condensación suelen tener calificaciones de 4 estrellas.

LAS CALDERAS MURALES

Las calderas murales son aquellas calderas con un tamaño y configuración compactas para ser colgadas en la pared. El combustible que utilizan normalmente es el gas natural y sus potencias suelen variar entre 18 y 35 kW.

Suelen llevar incluidas gran parte de los complementos de calefacción, como el vaso de expansión, la bomba recirculadora y los controles de regulación. Dependiendo del modelo pueden satisfacer las necesidades sólo de calefacción o calefacción y agua caliente sanitaria de manera simultánea, éstas últimas son las denominadas calderas mixtas.

				
Caldera mural mixta a gas, hasta 24 kW I	Caldera mural a gas, de condensación, hasta 66 kW	Caldera atmosférica a gas, baja temperatura, hasta 144 W	Caldera fundición gasóleo/gas, baja temperatura hasta 100 kW	Caldera estándar gasóleo/gas, hasta 620 kW

5.1.1.2. La Bomba de Calor

La bomba de calor es una máquina capaz de transferir calor de un ambiente a temperatura inferior (el exterior) a un ambiente a temperatura superior (el interior del local). Está constituida por un circuito cerrado por don-

de circula un fluido refrigerante en forma de líquido o vapor en función de las condiciones de presión y temperatura a las que se encuentre.

TIPOS DE BOMBAS DE CALOR Y EQUIPOS MÁS UTILIZADOS EN COMERCIOS

Las bombas de calor más utilizadas en el sector comercio son la bomba de calor aire–aire y la bomba de calor aire–agua.

1. Bomba de calor aire – aire: Toman calor del aire exterior y calientan aire.
2. Bomba de calor aire – agua: Toman calor del aire exterior y calientan agua.

BOMBA DE CALOR AIRE-AIRE

Toman el calor del aire exterior y lo ceden directamente al local (Descarga Directa) o al aire que es transportado a través de conductos hasta el local.

Grupo compacto

Todos los componentes se suministran como un conjunto, los más habituales son desde pequeños **acondicionadores de ventana** de 2-6 kW que calientan o enfrían el aire del local hasta grupos **compactos horizontales, verticales o de cubierta** que descargan el aire mediante conductos hasta el local climatizado. Los compactos horizontales y verticales pueden ir en el exterior o interior del edificio. Los de cubierta son específicos para situarlos en la cubierta del edificio. Las potencias de estos grupos compactos varían desde **7 kW hasta los 80 kW**



Grupo partido o "split"

Consta de dos unidades, una externa y otra interna. La unidad interna y externa son unidas en obra mediante tuberías por donde circula el refrigerante. Cuando una unidad externa se conecta a varias unidades internas se conoce como **"multi-split"**. En función del modelo, la unidad interna puede producir la descarga directamente en el local o a través de conductos:

Las **unidades internas de descarga directa** en el local son para potencias más pequeñas y los tipos más comunes son:

- **Murales** con potencias hasta **7 kW**
- Tipo **Techo y Cassette** hasta 14 kW

Las **unidades internas para conducción** tienen potencias mayores de hasta **80 kW** y pueden tener configuración horizontal o vertical. La ventaja de estos equipos frente a los compactos es que permiten instalar la parte más ruidosa en una zona externa al local a climatizar. Por otra parte presentan el inconveniente de tener que realizar en obra la conexión entre la unidad interna y la externa.



Unidad exterior axial



Unidad exterior centrífuga



Unidad interior mural



Unidad interior cassette



Unidad interior por conductos

BOMBA DE CALOR AIRE-AGUA

Son unidades compactas con todo el circuito de refrigeración y equipo hidráulico, situadas en el exterior y que se utilizan como centrales de producción de agua fría o caliente que luego se distribuye a las unidades terminales del edificio, normalmente fan-coil.

En otras ocasiones el agua fría o caliente pasa por unos elementos intermedios denominados UTA, unidades de tratamiento de aire, con unos intercambiadores llamados baterías, donde se produce el intercambio agua-aire. Estas UTAS están provistas de ventiladores que impulsan el aire climatizado a través de la red de conductos del edificio. Este tipo de sistemas de UTAS no se suelen emplear en comercios, sino en grandes edificios con muchas zonas a climatizar, como edificios de oficinas, hoteles, etc.



5.1.1.3. Los Sistemas de Acumulación Eléctricos

Son sistemas de calefacción eléctrica asociados a la tarifa nocturna. Los acumuladores eléctricos son aparatos que tienen como misión la producción y almacenamiento de calor durante la noche, cuando el precio de la electricidad se reduce a más de la mitad (tarifa nocturna) y transmitirlo a lo largo del día.

Los acumuladores producen el calor necesario mediante unas resistencias eléctricas que calientan unos elementos con gran capacidad de almacenamiento (ladrillos refractarios). Con el fin de evitar las pérdidas de calor, se recubren con material aislante (fibra mineral). El calor se transmite al ambiente mediante convección natural, en el caso de **acumuladores estáticos**, o mediante convección forzada, **acumuladores dinámicos** que disponen de un ventilador. Las potencias más usuales varían entre 800 y 3.500 W.

Ventajas

- Fácil y rápida instalación.
- No necesita circuitos de distribución.
- No produce emisiones en el punto de consumo.
- Aprovecha los descuentos de la tarifa nocturna.
- Se adapta bien a los horarios comerciales.

Desventajas

- Es necesario una mayor potencia de la instalación eléctrica.
- La relación entre energía útil y energía primaria consumida es peor que en los combustibles fósiles.
- Se adapta peor a los cambios de demanda.

**5.1.2. Elementos finales o terminales****ELEMENTOS TERMINALES CON AGUA****LOS RADIADORES**

Se utilizan en calefacción en combinación con la caldera. Son elementos que reciben el agua caliente procedente de la caldera y tienen como misión transferir ese calor al local por radiación. La temperatura media de trabajo es de 70 °C y la potencia varía entre 0,5 kW y 6 kW. Los materiales más utilizados en su construcción son el hierro fundido, el acero y el aluminio.

EL SUELO RADIANTE

El suelo radiante se consigue al hacer pasar por el interior del suelo una gran densidad de tubos de material plástico por donde circula el agua caliente entre 35–50°C procedente de la caldera. Como la superficie de radiación es mucho mayor que en el caso de los radiadores, la temperatura media del suelo es mucho menor que en el caso de un radiador, 25°C frente a 70°C.

Ventajas

- Por ser una gran superficie radiante, se alcanza la misma temperatura ambiente con una menor temperatura de trabajo.
- Menor temperatura del agua, lo que asociado a una caldera de baja temperatura o condensación da lugar a grandes ahorros.
- La menor temperatura del agua hace que pueda ser utilizado en combinación con otros sistemas como bombas de calor o energía solar
- Puede ser adaptado para trabajar como sistema de refrigeración circulando agua fría.
- No ocupa espacio en los locales.

Inconvenientes

- El coste de instalación es mayor que los radiadores.
- Dificultad en las reparaciones
- Mayor inercia térmica que otros sistemas, mayor tiempo de respuesta.

FANCOILS

Están constituidos por una carcasa metálica aislada y en su interior contienen como mínimo un intercambiador agua-aire y un ventilador. Existe una gran variedad: verticales para ser apoyados en el suelo, murales integrados en la pared o de tipo cassette para el techo. Sus potencias varían entre 1 y 6 kW, y la temperatura media de trabajo 50–55°C para calefacción y 9–12°C para refrigeración.

Ventajas

- Coste de instalación económico.
- Gran variedad de modelos y capacidad de integración arquitectónica.
- Adecuados para funcionar con sistemas de calefacción y refrigeración.
- La baja temperatura del agua caliente los posibilita para trabajar con calderas de baja temperatura y condensación, bombas de calor y energía solar.
- Rápida respuesta a las variaciones de temperatura.

Inconvenientes

- Consumo eléctrico del ventilador.
- Ruido producido por el ventilador.
- Distribución de temperaturas en el local no homogéneas.

ELEMENTOS TERMINALES CON AIRE

DIFUSORES Y REJILLAS

Son los elementos que se utilizan para crear una distribución uniforme del aire que se impulsa al local. Los difusores se sitúan en el techo e impulsan el aire hacia abajo y las rejillas se instalan en la pared e impulsan el aire frontalmente.

5.2. Medidas de Ahorro en Calefacción y Refrigeración

REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE CALOR A TRÁVÉS DE LOS CERRAMIENTOS

Mejorar el aislamiento

Se propone mejorar el aislamiento de aquellas paredes, suelos y cubiertas que den al exterior o a local no calefactado. El aislamiento de las cubiertas es especialmente importante en aquellos locales con una altura considerable (más de 5 metros) ya que existe estratificación del aire y el calor se acumula en la parte superior. El porcentaje de calor que se pierde a través de la cubierta puede ser superior al 25%.

Para el aislamiento de las cubiertas, por ejemplo tipo chapa de acero, una posible solución es la utilización de panel sándwich metálico con alma de lana de roca. Otra posible medida es bajar la altura del techo mediante falso techo por debajo de la cubierta y cubrir con manta aislante.

Para el aislamiento de muros ya construidos se puede realizar un trasdosado interior con paneles aislantes rígidos de fibra de vidrio y placas de yeso.

La instalación de aislamiento sobre cerramientos mal aislados o sin aislar puede suponer una reducción de las pérdidas a través de los cerramientos de hasta un 50–70%.

Mejorar el acristalamiento

Se propone la sustitución de las ventanas con cristal sencillo por cristal doble con cámara de aire. Para mejorar las propiedades térmicas del doble vidrio, se puede sustituir una de las láminas, por cristal de baja emisividad. En cuanto a la carpintería, se recomienda aquella con rotura de puente térmico.

Se consigue una reducción de las pérdidas en acristalamientos de más del 40%.

REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE VENTILACIÓN

Reducción de las infiltraciones

Utilización de ventanas que permitan mantener el grado de estanqueidad adecuado. Las carpinterías están clasificadas de mayor a menor permeabilidad en tres grupos: A1, A2 y A3. En Castilla y León deben utilizarse, al menos, las carpinterías de permeabilidad A2.

Ajuste del aire exterior

En aquellos locales en los que se introduzca aire exterior para renovar el aire interior, es necesario ajustar el caudal de aire exterior a las necesidades en función de la ocupación. De esta manera se propone desconectar los ventiladores en las horas de no ocupación. Con esta medida se puede obtener *una reducción de las pérdidas de ventilación de más del 50%* respecto a un local en que la ventilación está activada todo el día.

Recuperación de calor del aire extraído

En aquellos edificios en los que se produzca una renovación forzada del aire interior, se está sustituyendo ese aire interior ya climatizado por aire exterior, frío en invierno y caliente en verano.

Se propone la instalación de unos intercambiadores aire–aire, denominados recuperadores de calor, de forma que se produzca un intercambio de calor entre el aire exterior y el interior. Con esto, se consigue en invierno elevar la temperatura del aire exterior introducido y en verano reducirla. Para poder realizar esta medida es necesario que la entrada de aire exterior y la de extracción se encuentren en puntos cercanos.

El ahorro conseguido depende de la eficiencia media del recuperador, 50% para los estáticos y 70% para los dinámicos o rotativos. En función del modelo de recuperador se puede lograr *una reducción de las pérdidas de ventilación entre el 50 y el 70%*.

REDUCIR LAS GANANCIAS SOLARES (REFRIGERACIÓN)

Es necesario limitar al máximo las ganancias solares en verano ya que es el factor con mayor influencia sobre la demanda de refrigeración, pero sin penalizar en exceso esas ganancias en invierno. Se propone reducir en verano la radiación solar que se transmite al local, mediante:

Limitación del factor solar de los acristalamientos

El factor solar da una idea del porcentaje de radiación solar que transmite un cristal. Para un cristal sencillo el factor solar es de 0,85, es decir deja pasar al interior el 85% de la radiación solar que le llega a la ventana. Existen en el mercado acristalamiento doble que incorpora una luna especial con propiedades específicas de control solar. El factor solar de este tipo de acristalamientos es inferior a 0,4.

Se consigue una reducción del 50% de las ganancias solares frente a vidrios sencillos normales.

Utilización de protecciones solares

Se propone la utilización de obstáculos para reducir la radiación solar que llega a la ventana, el porcentaje de reducción de esta radiación se denomina factor de sombra. El objetivo es reducir la radiación solar que llega a la ventana en verano, manteniendo el confort de iluminación en el interior e intentando que en invierno el aprovechamiento sea el mayor posible. Existen distintas posibilidades:

- Voladizos y retranqueos en fachadas
- Lamas fijas o móviles
- Toldos

Se puede llegar a conseguir una reducción de más del 60% de las ganancias solares.

REDUCIR LAS GANANCIAS INTERNAS

Al igual que en el caso de las ganancias solares, se trata de limitar las cargas internas para reducir el consumo de refrigeración. Las posibles opciones son:

Utilización de equipos eléctricos eficientes

Se aconseja la utilización de equipos eléctricos con eficiencia energética A, ya que un menor consumo energético supondrá una menor disipación de calor al local.

Especial interés toma el caso de la iluminación, que es una fuente principal de las cargas térmicas transferidas al ambiente, por eso se recomienda la sustitución de "lámparas calientes" como incandescentes y halógenas por fluorescentes.

Utilización del enfriamiento gratuito o "freecooling"

Se propone esta medida como medio para combatir el conjunto de las cargas térmicas debido a ganancias solares e internas.

En estaciones intermedias y en algunas horas del día durante el verano, la temperatura exterior es inferior a la temperatura del local, pero resulta necesaria la refrigeración debido a las cargas térmicas con origen en la radiación solar y ganancias internas.

La medida consiste en utilizar el aire exterior empleado en la ventilación como medio para combatir esas cargas térmicas y reducir la demanda de refrigeración. Si el establecimiento no dispone de sistema de ventilación forzada esta solución no es viable técnicamente y sólo sería posible la ventilación natural mediante apertura de puertas y ventanas.

Con esta medida se estima que el ahorro conseguido en refrigeración puede ser superior al 10%.

AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE GENERACIÓN

Sustitución de calderas antiguas por otras más eficientes

Se propone la sustitución de calderas de más de 15 años por otras calderas nuevas más eficientes de gas natural o gasóleo, especialmente se recomienda las de baja temperatura y las de condensación.

En el caso de calderas antiguas de combustibles líquidos o sólidos, el rendimiento puede ser inferior al 70% por los que los ahorros obtenidos son importantes. Como paso previo a la sustitución, sería necesario que un técnico recalculara la potencia demandada por la instalación, para evitar que la caldera quede sobredimensionada.

A la hora de elegir la caldera hay que tener en cuenta la instalación de calefacción del establecimiento. Por ejemplo, una caldera de condensación obtiene rendimientos muy altos, superiores al 100%, pero bajo la condición de que trabaje a baja temperatura, como lo haría en instalaciones con suelo radiante o fancoil.

El ahorro viene dado principalmente por la diferencia de rendimientos entre la caldera vieja y la nueva, de forma que *se puede lograr un 15%-30% de ahorro en el consumo de calefacción.*

Durante la vida útil de la caldera es necesario realizar un correcto mantenimiento de la misma, prestando especial interés a los parámetros de la combustión que determinan el rendimiento.

AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE REGULACIÓN

Calorifugado o aislamiento correcto de tuberías y conductos

Se propone el correcto aislamiento de las tuberías por donde circula el agua (caliente/fría) y los conductos del aire (caliente/frío). El aislamiento debe realizarse tanto en tuberías y conductos de impulsión como en las de retorno.

- Para tuberías por donde circula agua, los aislantes normalmente utilizados son coquillas de espumas elastoméricas y lana de roca.
- Para los conductos de aire se suele utilizar paneles rígidos de lana de vidrio.

Se consigue una reducción de hasta el 70% de pérdidas respecto a las tuberías sin aislar.

AUMENTAR EL RENDIMIENTO DE REGULACIÓN

Mediante los sistemas de regulación lo que se pretende es que los sistemas de calefacción y refrigeración se ajusten a la demanda de frío y calor del local de forma que sólo trabajen cuando exista esa demanda y de manera proporcional a la potencia demandada.

Por cada °C fuera del rango de temperaturas adecuados (20–22 °C en invierno y 23–25 °C en verano) se está consumiendo entre un 6 y un 8% más. Entre las medidas más sencillas que se pueden aplicar están las siguientes:

Termostatos de control de temperatura interior

Los termostatos controlan el funcionamiento de los equipos de calefacción/refrigeración en función de la temperatura del local, parando dichos equipos cuando se alcanza la temperatura deseada.

Termostato con programación horaria

Activa los equipos de climatización, en función de un horario programado, por lo que se evita el funcionamiento de éstos en horarios y días de no ocupación y permite además programar distintas temperaturas de consigna para diferentes intervalos horarios.

El ahorro viene dado al evitar el consumo en periodos que no se necesita (por ejemplo días en los que el establecimiento está cerrado) y por ajustar la temperatura en intervalos horarios con diferente demanda (por ejemplo diferentes temperaturas de consigna para el día y la noche).

Centralita de regulación en función de la temperatura externa

Se propone la instalación de una centralita de regulación que controla la temperatura de impulsión del agua caliente de calefacción en función de la temperatura externa. Cuanto mayor es la temperatura exterior, menor es la potencia demandada de calefacción y por lo tanto, menor es la temperatura de trabajo de los elementos terminales.

Existen centralitas con diferentes curvas que expresan la relación entre la temperatura exterior y la de impulsión del agua y existen otras centralitas que tienen capacidad de aprendizaje, optimizando ella misma la curva según la inercia del edificio.

Instalación de válvulas termostáticas

En instalaciones de calefacción con caldera y calefacción se propone la instalación de válvulas termostáticas en aquellas zonas como pasillos, baños o zonas de uso esporádico para limitar su temperatura.

Las válvulas termostáticas poseen una cápsula de parafina que actúa directamente sobre el eje de la válvula del radiador, abriendo o cerrando el paso de agua caliente al radiador. Permiten regular la temperatura en un valor fijo y bloquear el cabezal termostático para evitar manipulaciones de la misma en lugares públicos.

El ahorro obtenido viene dado por la reducción de la temperatura ambiente en esas zonas.

A continuación se presentan algunos ejemplos de medidas de ahorro obtenidas en la realización de auditorías energéticas en comercios de Castilla y León.

Ejemplo 1.

*En una tienda de muebles y bricolaje que abre 2.500 horas al año, cuyo periodo de calefacción es de noviembre a abril, se propone **el cambio de la antigua caldera de gasóleo por una caldera de gas natural de alto rendimiento.***

Con esta medida se logra un ahorro próximo al 15% del consumo de calefacción, al pasar de un rendimiento del 80% con la caldera de gasóleo a un rendimiento del 95% con la nueva caldera.

Se pasa de un consumo anual de 68.841 kWh con un coste de 3.100 euros a un consumo de 57.971 kWh con un coste de 2.500 euros, con lo que el ahorro obtenido es de 10.870 kWh/año que se traduce en 600 euros/año.

Esta medida requiere una inversión aproximada de 4.500 euros (caldera de 75 kW + instalación gas natural) que se recupera en un periodo superior a los 7 años. Con la cantidad aportada por la Junta de Castilla y León, la inversión se reducía a 3.900 euros, con lo que el periodo de retorno descendía hasta los 6,5 años.

Ejemplo 2.

En una tienda de artículos de regalos que abre 2.150 horas al año, cuyo periodo de calefacción es de noviembre a abril, se propone el **cambio de la antigua caldera de gasóleo por un sistema de calefacción eléctrica por acumulación + tarifa nocturna.**

En este caso el comercio ocupaba varias plantas de un edificio del casco histórico donde no era posible la instalación de gas natural. Con esta medida se logra un ahorro del 30% del consumo de energía al evitar todas las pérdidas que se producían en el sistema de calefacción (generación + distribución).

Se sustituye la vieja caldera de gasóleo y se instalan 33 acumuladores eléctricos con una potencia total de 40 kW. Además es necesario contratar la tarifa eléctrica nocturna en la que el precio de la energía consumida por la noche se reduce prácticamente a la mitad.

Se pasa de un consumo actual anual de 50.581 kWh con un coste de 2.300 euros a un consumo de 35.739 kWh con un coste de 1.450 euros, con lo que el ahorro obtenido es de 14.842 kWh / año que se traduce en 850 euros / año.

Esta medida requiere una inversión aproximada de 6.000 euros que se recupera en un periodo de 7 años. Con la cantidad aportada por la Junta de Castilla y León, la inversión se reducía a 5.150 euros, con lo que el periodo de retorno descendía hasta los 6 años.

■ 6. Agua Caliente Sanitaria

En la mayoría de los comercios el consumo de agua caliente para usos sanitarios es muy pequeño, quedando reducida su aplicación a los baños y cuarto de limpieza. Por lo tanto, la incidencia del ACS en el consumo energético global del comercio es mínima. Por este

motivo la mayoría de las instalaciones son individuales, muy sencillas o forman parte de la instalación calefacción. Existen principalmente dos tipos de sistemas: **Instantáneos** y de **acumulación**.

SISTEMAS INSTANTÁNEOS

Los sistemas instantáneos calientan el agua en el mismo momento en que se demanda. Estos sistemas deben de tener una potencia que asegure el calentamiento de un caudal mínimo de agua.

Para calentar 6 litros / minuto, aproximadamente el caudal de un grifo, de 10°C a 35°C, es necesario una potencia de 10,5 kW

La potencia demandada en los sistemas instantáneos es alta, lo que hace inviable los equipos instantáneos eléctricos. Los equipos utilizados son los de calentamiento de agua a partir del calor generado al quemar un combustible (generalmente: gas natural o butano), son los calentadores de agua y las calderas murales mixtas.

Ventajas

- Sistemas compactos y de reducido tamaño
- Agua caliente siempre disponible

Inconvenientes

- Funcionamiento muy discontinuo de la caldera o calentador, con múltiples arranques y paradas.
- Dificultad para garantizar la temperatura deseada al aumentar los puntos de consumo

SISTEMAS DE ACUMULACIÓN

El agua caliente es calentada en una caldera y almacenada en un depósito o acumulador que debe estar bien aislado, también es habitual el uso de termos eléctricos. La potencia necesaria en este tipo de sistemas es menor que en los sistemas instantáneos, y su valor dependerá de factores como el volumen de acumulación y el tiempo de preparación (entre 2 y 3 horas) necesario para calentar el agua acumulada.

Un depósito de 150 litros a 60° C

- Permite el uso continuo de un grifo (unos 6 litros / minuto) a 35°C durante unos 45 minutos.

- Cuando el tiempo de preparación es de una hora, la potencia necesaria es de 9 kW, si el tiempo de preparación se eleva a 3 horas la potencia se reduce a 3 kW.

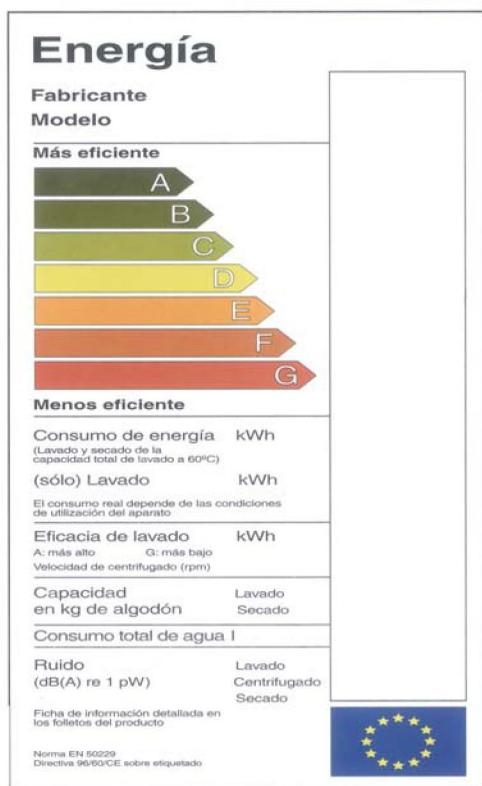
Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> – Permite un mayor confort de suministro cuando hay varios puntos de consumo a la vez. – Potencia de la caldera más reducida frente a la potencia necesaria en los sistemas instantáneos. – Funcionamiento más estable de la caldera. 	<ul style="list-style-type: none"> – Necesita un espacio adecuado al volumen de acumulación. – Puede pasar que debido a un mal diseño, el sistema quede pequeño y entonces no tenga la capacidad de respuesta que tienen los sistemas instantáneos. – Pérdidas en el acumulador. – Es necesario tomar ciertas precauciones para evitar la proliferación de la Legionella.

Ejemplo de eficiencia energética en ACS

En un gran comercio de alimentación que abre 280 días al año, con un consumo de ACS de 500 litros/día, satisfechos mediante caldera de gasóleo + acumulador, se propone **limitar la temperatura de uso del ACS de 55°C a 35°C**.

La demanda anual de agua caliente a 55°C es de 140.000 litros, que equivale a un consumo energético de 9.156 kWh y un coste de 412 euros al año. Al limitar la temperatura a 35°C, el consumo energético se reduce a 5.469 kWh y un coste de 246 euros al año, por lo que el ahorro obtenido es de 3.687 kWh/año que se traducen en 166 euros/año.

■ 7. Otros equipos eléctricos



En este apartado se incluyen breves comentarios sobre aquellos equipos que aún no siendo tan comunes en la actividad del comercio, son importantes en la factura energética, por ejemplo los refrigeradores (arcones, frigoríficos), mostradores, vitrinas refrigeradas, ordenadores, equipos musicales, pequeños electrodomésticos, etc.

La eficiencia de estos equipos se decide en el momento de su compra, gracias a la **etiqueta energética** que algunos equipos la tienen, y que son: frigoríficos y congeladores, lavadoras, lavavajillas, secadoras, fuentes de luz domésticas, hornos, calentadores de agua y aire acondicionado.

En la etiqueta se hace referencia a la marca, denominación del aparato y Clase de eficiencia energética, y luego se incluyen otras características que son propias de cada familia de equipos, por ejemplo, el volumen de alimentos frescos o congelados para frigoríficos o el consumo de agua para lavavajillas

Existen **7 clases de eficiencia**, identificadas por un código de colores y letras. El color verde y la letra A, correspondería a los equipos más eficientes y el color rojo y la letra G a los menos eficientes.

Actualmente ya existen en el mercado electrodomésticos con etiquetado ecológico A+ y A++

La eficiencia se define como el ahorro energético que presenta el equipo respecto al consumo de un equipo medio tipo, representado este por la letra D y el color amarillo, en la etiqueta (ver dibujo). Por supuesto, el consumo de este equipo tipo será diferente para cada familia de electrodomésticos.

De esta forma, los equipos etiquetados en verde presentan ahorros respecto al consumo habitual del equipo tipo en cuestión y los equipos etiquetados en rojo presentan sobreconsumos respecto al equipo tipo.

Ejemplo 1

Este etiquetaje se traduce en que comprando un equipo de la clase A, podemos llegar a consumir 3 veces menos energía que si lo hubiéramos comprado de la clase G, considerando una vida media del equipo de 10 años, esta compra conllevaría un ahorro de 600 Euros en la factura eléctrica a lo largo de la vida útil del aparato.

Los comercios que principalmente utilicen estos equipos serán los del sector de alimentación y harán uso de congeladores, vitrinas refrigeradas, armarios expositores, etc. La potencia de estos equipos no suele ser muy grande, situándose por debajo de 1 kW; pero al tener un uso continuo (sólo se desconectarán para eliminar la escarcha y realizar la limpieza de los mismos), su consumo puede resultar apreciable.



Ejemplo 2

Un comercio dedicado a la venta de productos alimenticios dispone de un frigorífico de la Clase G, que consume unos 12.300 kWh/año en 15 años, lo que supone un coste económico de unos 1.200 €/año. Si lo sustituimos por uno nuevo de la clase A++, se ahorraría más de 900 €/año, con lo que se habría amortizado sobradamente la compra de ese nuevo frigorífico.

- Situar el equipo refrigerador en un lugar fresco y ventilado, alejados de posibles fuentes de calor: radiación solar, otros equipos,....
- Comprobar la estanqueidad de los armarios, y congeladores
- No introducir alimentos calientes
- Al descongelar un alimento, hacerlo en el compartimiento de refrigerados, en vez de en el exterior, así se obtendrán ganancias gratuitas de frío.

Para reducir el consumo en estos **equipos refrigeradores**, se pueden seguir las siguientes **recomendaciones**:

- Evitar la producción excesiva de hielo y escarcha, dado que son aislantes y dificultan el enfriamiento en el interior. Existen equipos con una circulación continua de aire en el interior que evitan la formación de este hielo y escarcha.
- Elegir equipos que controlen la temperatura y humedad, con diferenciador de zonas para diferentes productos.
- Si el aparato a comprar lleva etiquetado, decidirse por los de la clase A.

En cuanto a los pequeños electrodomésticos, equipos musicales, ordenadores, etc., tan sólo mencionaremos que suelen tener pequeñas potencias, excepto los que producen calor (plancha, secadores, aspiradores) cuyas potencias son mayores. El uso de los pequeños electrodomésticos será puntual, con lo que su consumo no será excesivo.

Si el comercio utiliza humidificador, es recomendable que sea por ultrasonidos que proporcionan vapor frío y al no poseer resistencias eléctricas su consumo es menor.

Si existe televisión, es importante tener en cuenta que aún siendo su potencia pequeña, si su uso es continuado, sus consumos pueden ser importantes, como regla general en un televisor a mayor tamaño de pantalla, mayor potencia y por lo tanto mayor consumo para igualdad de horas de funcionamiento. Estos equipos, en modo espera (sin imagen en la pantalla y con el piloto encendido), pueden llegar a consumir hasta un 15 % del consumo en condiciones normales de funcionamiento, por lo tanto **se recomienda apagarlos totalmente apretando el interruptor de desconexión.**

Cuando además de televisión, en el comercio haya equipos musicales, se recomienda, conectarlos todos a través de una base de enchufes múltiple con interruptor, y en el momento del cierre del comercio apagar el interruptor de la base, para asegurarnos de que no existan consumos en modo espera durante las ausencias nocturnas.



Si en el comercio hay ordenadores, recordamos que la pantalla es la parte que más energía consume y tanto más cuanto mayor es. **Las pantallas planas TFT, consumen menos energía** que las convencionales y además ocupan menos espacio. **Se recomienda comprar ordenadores con etiqueta “Energy Star”,** que tiene la capacidad de pasar a un estado de reposo, con un consumo máximo del 15 % del consumo normal, cuando haya pasado un cierto tiempo sin utilizar el equipo.

■ 8. Conclusiones y Recomendaciones

Como resumen y para facilitar el acceso rápido a las recomendaciones efectuadas a lo largo de todo el cuaderno, mostramos la siguiente tabla:

Recomendaciones para el ahorro de energía en comercios		
	Recomendación	Ahorro
Tarifa eléctrica	Contratar la tarifa 4.0 en lugar de la 3.0 cuando el comercio funcione más de 1400 horas al año	Con la optimización de la tarifa eléctrica contratada se puede llegar a ahorros económicos superiores al 5 % del coste de la energía eléctrica.
	Para poder optimizar la potencia contratada, se recomienda la instalación de un maxímetro (modo de facturación MF2)	
	Seleccionar la Discriminación horaria que mejor se adapte a los horarios de funcionamiento del comercio, en mayoría de los casos será DH2	
	Cuando el factor de potencia sea menor que 0,9, se recomienda corregirlo instalando una batería de condensadores	
Alumbrado	Sustitución de incandescentes por fluorescentes compactas	entre un 77 % y un 82 %
	Sustitución de halógenas por halogenuros metálicos	entre un 66 % y un 73 %
	Sustitución de balastos electromagnéticos por balastos electrónicos	entre un 18 % y un 25 %
Calefacción/ Refrigeración	Mejorar el aislamiento de los cerramientos	Entre un 50 y un 70 %
	Mejorar el acristalamiento	Más de un 40% para el caso más habitual: Sustitución de ventana de vidrio sencillo y carpintería metálica por ventana doble con cámara de 6 mm y carpintería metálica con rotura de puente térmico.
	Ajustar el aire de renovación exterior, desconectando los ventiladores en las horas de no ocupación	más del 50 %
	Recuperación del calor del aire extraído, mediante recuperadores de calor	entre un 50 y un 70%
	Seleccionar acristalamientos con factores solares inferiores a 0,4	Reducción del 50 % de las ganancias solares frente a vidrios sencillos normales
	Utilización de protecciones solares	Reducción del 60 % de las ganancias solares

Calefacción/ Refrigeración	Utilización del enfriamiento gratuito	El ahorro conseguido en refrigeración puede ser superior al 10 %
	Sustituir calderas antiguas por otras más eficientes	Entre el 15 y el 30 % en el consumo de calefacción
	Calorifugar o aislar correctamente las tuberías y conductos	Reducción de hasta el 70 % en las pérdidas de tuberías sin aislar
	Utilizar sistemas de regulación: termostatos de control de la temperatura interior, con programación horaria, centralita en función de la temperatura exterior o válvulas termostáticas	Por cada °C que logremos adecuar a las necesidades, se conseguirán ahorros entre un 6 y un 8 % en los consumos de climatización.
Agua Caliente Sanitaria (A.C.S.)	Aislar los depósitos y tuberías de distribución	Reducción de hasta el 70 % en las pérdidas
	Utilizar grifería termostática en los puntos de consumo finales.	5 % en el consumo de ACS
	Utilizar calderas de baja temperatura y condensación, idóneas para la temperatura de preparación del ACS.	entre el 15 y el 30 %
Otros equipos	Comprar equipos de la clase A	Comprar equipos de la clase A, puede representar ahorros superiores al 65 % respecto a los de la Clase G
	Comprar equipos refrigeradores con circulación continua de aire en interior para evitar la producción excesiva de hielo y escarcha.	
	Elegir equipos que controlen la temperatura y humedad, con diferenciador de zonas para diferentes productos	
	Situar el equipo refrigerador en un lugar fresco y ventilado, alejados de posibles fuentes de calor: radiación solar, otros equipos	Comprar equipos de la clase A, puede representar ahorros superiores al 65 % respecto a los de la Clase G
	No introducir alimentos calientes en los refrigeradores	
	Al descongelar un alimento, hacerlo en el compartimento de refrigerados, en vez de en el exterior	
	En ausencias prolongadas, apagar totalmente los equipos de música, televisores y ordenadores	
Comprar pantallas planas TFT, para los ordenadores, en lugar de las convencionales		

Se recomienda la realización de una **auditoría energética**, para estudiar con profundidad las medidas de ahorro que se podrían implantar en un comercio concreto, para la realización de estas auditorías, la Junta de Castilla y León, ofrece subvenciones muy interesantes.

8.1. Metodología para la realización de una auditoría energética en un comercio

Los pasos que se tendrían que dar para hacer una auditoría energética serían:

1. Recopilación de datos, lo cual incluye:

a) la realización de un inventario con todos los equipos que consuman energía, agrupándolos en:

- Iluminación (recuento del número de lámparas, tipo, potencia y horas de funcionamiento).
- Calefacción – Refrigeración – Agua caliente sanitaria (características técnicas de los equipos, tipo,

potencia nominal, sistema de regulación empleado, rendimiento nominal, horas de funcionamiento).

- Otros equipos (recuento del número de equipos, tipo, potencia y horas de funcionamiento).

b) la recopilación de todas las facturas energéticas de un año (ver tabla apartado 3.3, página 12).

2. Desglose de los consumos energéticos por equipos

Partiendo de las facturas energéticas se sabe el consumo total de energía del comercio, lo que se trata en este apartado es de repartir ese consumo total entre todos los equipos que posea el comercio, para lo cual se pueden realizar estimaciones y cálculos a partir de la potencia de los mismos, de su rendimiento y de las horas de funcionamiento al año.

Conviene hacer este desglose atendiendo al centro de consumo, es decir, desglosando del consumo total: la energía consumida en iluminación, en calefacción, en refrigeración, en agua caliente sanitaria y en otros equipos.

Y para un mejor reparto del consumo se pueden realizar medidas con equipos como el analizador de redes que es capaz de medir la energía eléctrica consumida por un equipo a lo largo de un cierto tiempo.

Una vez realizado este desglose, ya se conoce cual es la situación actual del comercio, ya tenemos la fotografía energética del comercio. A partir de esta foto, ya se puede ver cuales son los equipos que más energía consumen, siendo por estos equipos por los que se empezarán a aplicar las medidas de ahorro de energía.

3. Estudio de las medidas de ahorro de energía

Se trata de estudiar cuál es el ahorro proporcionado por cada medida de ahorro, estimando el coste de su implantación y calculando su periodo de retorno.

Tras analizar todas las medidas, se elaborará una tabla que ordene de mayor a menor rentabilidad las medidas estudiadas, de manera que se facilite la toma de decisiones para la implantación de las medidas.

La auditoría como estudio acabaría en este apartado, pero la verdadera utilidad de la auditoría es su implantación.

4. Implantación de las medidas de ahorro

En este momento se trata de poner en práctica las medidas de ahorro estudiadas

5. Seguimiento y control

Es muy conveniente realizar un seguimiento y control del consumo de energía que tenemos después de implantar la medida de ahorro, para comprobar que el ahorro estimado se está produciendo y si no fuera a sí, poder encontrar la causa y corregirlo.

■ 9. Ayudas disponibles

Nacionales

- Cursos on-line del “Plan de Formación sobre etiqueta energética de electrodomésticos” dirigido al colectivo de vendedores de estos equipamientos. El objetivo es la formación de vendedores para que utilicen la etiqueta energética de los electrodomésticos como herramienta de información y venta.

Regionales

- Subvenciones para actividades de ahorro y eficiencia energética, cogeneración y energías renovables.
- Subvenciones para proyectos de energía solar térmica, fotovoltaica y eólico fotovoltaica no conectada a la red
- Subvenciones para la adquisición de automóviles, furgonetas y motocicletas de propulsión eléctrica o híbrida

NOTA: Este documento se encuentra a disposición del público y pueden solicitarlo en las Cámaras de Comercio de las provincias, en los Servicios Territoriales de Industria, Comercio y Turismo de la Junta de Castilla y León y en el Ente Regional de la Energía de Castilla y León.

10. Direcciones de interés

<p>Consejería de Economía y Empleo C/ Jesús Rivero Meneses, 3. 47014 Valladolid Tfno. 983 41 44 00. Fax 983 41 13 95 http://www.jcyl.es/jcyl-client/jcyl/cee</p>	<p>Dirección General de Comercio C/ Jesús Rivero Meneses, 3. 47014 Valladolid Tfno. 983 41 44 53. Fax 983 41 14 60 http://www.jcyl.es/jcyl-client/jcyl/cee/dgc</p>
<p>Dirección General de Energía y Minas Avda. Reyes Leoneses, 11. 24008 León Tfno. 987 84 02 56. Fax 987 80 83 17 http://www.jcyl.es/jcyl-client/jcyl/cee/dgem</p>	<p>Ente Regional de la Energía de Castilla y León, EREN Avda. Reyes Leoneses, 11. 24008 LEÓN Tfno. 987 84 93 93. Fax 987 84 93 90 http://www.jcyl.es/jcyl-client/jcyl/cee/eren</p>
<p>Agencia Provincial de la Energía de Ávila (APEA) Los Canteros, s/n. 05005 Ávila Tfno. 920 20 62 30. Fax 920 20 62 05 http://www.apea.com.es</p>	<p>Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) C/. Madera, 8. 28004 Madrid Tfno. 91 456 49 00. Fax 91 523 04 14 http://www.idae.es</p>
<p>Agencia Provincial de la Energía de Burgos (AGENBUR) CEI Aeropuerto de Burgos · 09007 Burgos Tfno. 947 06 06 28/29. Fax 947 04 06 31 http://www.agenbur.com</p>	<p>Comisión Europea:</p> <p>Energy Research http://europa.eu.int/comm/research/energy</p> <p>DG Energy and Transport http://europa.eu.int/comm/energy</p>
<p>Agencia Energética Municipal de Valladolid (AEMVA) Casa del Barco · C/. García Morato, 11 bis. 47003 Valladolid Tfno. 983 42 60 50. Fax 987 42 60 51 http://www.aemva.org</p>	

Servicios Territoriales de la Consejería de Economía y Empleo

<p>Ávila C/ Duque de Alba, 6, Portal 2, 1.ª y 2.ª plantas. 05001 Ávila Tfno.: 920 353 355. Fax: 920 352 045</p>	<p>Burgos Plaza Bilbao, 3. 09006 Burgos Tfno.: 947 281 500. Fax: 947 241 285</p>
<p>León Avda. Peregrinos, s/n. 24008. León Tfno.: 987 296 100. Fax: 987 296 192</p>	<p>Palencia Avda. Casado de Alisal, 27. 34001 Palencia Tfno.: 979 715 506 / 979 715 589. Fax: 979 715 859</p>
<p>Salamanca Plaza de la Constitución, 1. 37071 Salamanca Tfno.: 923 296 001 / 6. Fax: 923 296 007</p>	<p>Segovia Plaza de la Merced, 12. 40003 Segovia Tfno.: 921 417 384. Fax: 921 417 196</p>
<p>Soria C/ Campo, 5. 42001 Soria Tfno.: 975 23 33 66 / 975 23 34 66</p>	<p>Valladolid C/ Antonio Lorenzo Hurtado, 6. 47014 Valladolid Tfno.: 983 414 100. Fax: 983 412 751</p>
<p>Zamora C/ Prado Tuerto, s/n. 49071 Zamora Tfno.: 980 524 000 / 980 518 131</p>	

Este cuaderno ha sido realizado con la colaboración de la **Dirección General de Comercio**.

