

# 2

Eficiencia Energética (eE) en la edificación, indicadores

# 5

1. Certificación de eficiencia energética de los edificios

# 8

2. CTE. Código Técnico de la Edificación

2.1. CTE-HE1

2.2. CTE-HE2

2.3. CTE-HE3

2.4. CTE-HE4

2.5. CTE-HE5

# 14

3. Programa LIDER

# 16

4. Programa CALENER

# 18

Ahorro energético

# Eficiencia energética (eE )

## en la edificación, indicadores

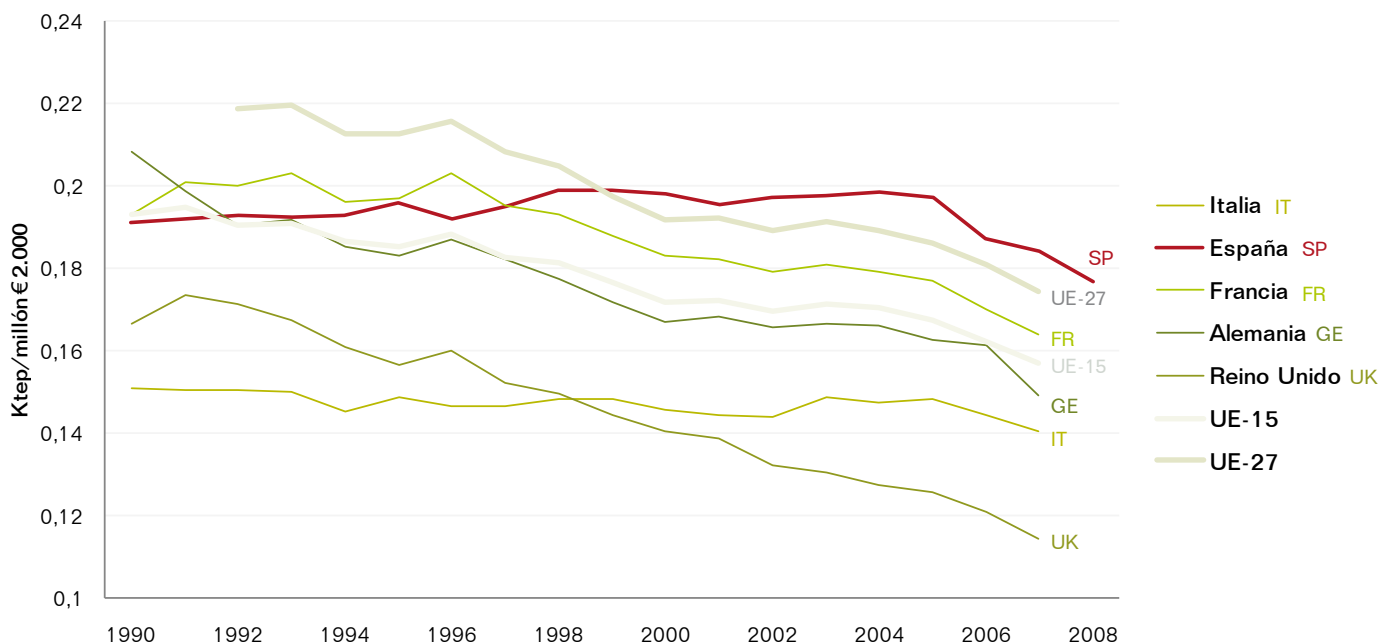
Existen una gran variedad de factores que influyen en el índice de la eficiencia energética de un país, entre los que cabe destacar: la estructura industrial del país, el nivel de equipamiento, la evolución económica y de los precios, la disponibilidad de recursos autóctonos, la diversificación energética, el clima, la situación geográfica, etc.

Desde 2004, de acuerdo con la ilustración I, España sigue manteniendo una favorable evolución de la eficiencia energética tal y como indica el Banco Público de Indicadores Ambientales del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Para facilitar el análisis de la eficiencia, se empleará la intensidad energética como un indicador razonable de las tendencias registradas en la evolución de la eficiencia energética de nuestro país. (CNE, 2002, pp. 323-324)

A continuación se muestra la evolución de España frente a otros países de la Unión Europea. España es un país poco intensivo energéticamente tanto en términos de energía primaria como final en gran parte debido a la climatología favorable que tiene frente a otros países de Europa. La evolución muestra estos últimos años una mejora de la eficiencia.

### Intensidad primaria en España y UE



ktep = consumo energético

Nota: Los datos se han calculado para España a partir de cifras del PIB publicadas por el INE a precios constantes de 2000 y de acuerdo con el nuevo Sistema Europeo de Cuentas. Según esto los valores del PIB han sido actualizados en noviembre de 2009.

Ilustración 1: Evolución de la Intensidad primaria en España y en los países de la UE (IDAE, 2009)

El desarrollo de un procedimiento de certificación requiere establecer un indicador energético principal y varios complementarios.

**Indicador energético principal** es el dado por

- ✓ Emisiones anuales de CO<sub>2</sub>, (kg/m<sup>2</sup>) de superficie útil del edificio.
- ✓ Energía primaria anual, (kWh/m<sup>2</sup>) de superficie útil del edificio.

Estos dos indicadores se obtienen de la energía consumida por el edificio para satisfacer las necesidades asociadas a unas condiciones normales, tanto climáticas como de funcionamiento y ocupación.

### Indicadores energéticos complementarios

- ✓ Desglose de las emisiones de CO<sub>2</sub>, para servicios principales del edificio.
- ✓ Desglose del consumo de energía primaria, para servicios principales del edificio.
- ✓ Energía demandada por el edificio, para cada uno de sus servicios principales.

Los indicadores complementarios (también en base anual y referidos a la unidad de superficie útil del edificio) permiten explicar las razones de un buen o mal comportamiento del edificio y proporcionan, por tanto, información útil sobre los aspectos a tener en cuenta a la hora de proponer medidas que mejoren dicho comportamiento.

Para edificios de nueva construcción los indicadores energéticos se obtendrán a partir de una metodología de cálculo que, con carácter general, integre los elementos considerados en el Anexo de la Directiva 2002/91/CE, que en síntesis son:

- ✓ La disposición y orientación del edificio.
- ✓ Las características térmicas de la envuelta.
- ✓ Las características de las instalaciones de calefacción, agua caliente, refrigeración, ventilación e iluminación artificial.

La Directiva pone especial énfasis en los sistemas solares pasivos, protección solar, ventilación natural y otros aspectos relacionados con el uso de energías renovables.

La materialización de la metodología de cálculo podrá hacerse a través del denominado Procedimiento de Referencia o a través de los Procedimientos Alternativos, tal y como se indica en el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios de Nueva Construcción. (AICIA, IDAE. Ministerio de Vivienda, 2009, p. 11)



Bodegas Ysios  
Arquitecto: Santiago Calatrava

## La madera un material a destacar en la **eficiencia energética sostenible**

Los materiales juegan un papel relevante en la eficiencia energética y sostenibilidad. La madera destaca como material con estas características.

“El criterio esencial es que el material sea reciclable, renovable, que realmente su uso no suponga un daño para el ecosistema y, por supuesto, que genere la menor emisión posible de CO<sub>2</sub> y de otros gases contaminantes.

La madera es uno de los materiales por los que apostamos de una manera clara, siempre y cuando ésta tenga el certificado adecuado.”

Luis Álvarez – Ude Cotera, Director General de GBC,

(www.lignumfacile.es. Extraído 09-04-2010)

“Las ventajas que presenta la madera en la construcción pueden resumirse en cuatro que son: bajo costo, debido a su ligereza de peso y al escaso consumo energético necesario para su producción y elaboración; se trata, además, de un recurso natural inagotable, porque su producción depende de la energía solar que es infinita; y es más resistente que el acero y el hormigón y, finalmente se puede cortar y trabajar utilizando herramientas y máquinas sencillas”

Contrucción Verde en España, **Certificación LEED**

(www.ambientecapba9.com.ar. Extraído 07-04-2010)

## **Documentos normativos** en vigor actualmente en España

Los documentos normativos en vigor actualmente en España que rigen la eE en la edificación son los siguientes:

- ✓ **Actualización de la normativa de Aislamiento Térmico NBE-CT-79.** Que está incorporado en el Código Técnico de la Edificación.
- ✓ **Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).** Integrado en el Código Técnico de la Edificación.
- ✓ **Código Técnico de la Edificación. (CTE).** Documento Básico DB HE Energía.
- ✓ **Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética en España.**
- ✓ **Certificación energética de edificios.**

A continuación en este documento se presenta un breve resumen donde se explica cuales son los pasos a seguir para conseguir la certificación energética de un edificio en España.

Posteriormente se analiza cada uno de los criterios y requisitos del CTE - Documento Básico DB HE Energía a cumplir, y las herramientas de cálculo que se utilizan en la actualidad:

- ✓ **Lider** para el cálculo de los requisitos del CTE: HE1 y
- ✓ **Calener** para la obtención de la calificación energética de edificios

Finalmente, se identifican los puntos clave que sigue el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética en España.

# Certificación de eficiencia energética (eE) de los edificios



El objetivo principal del RD 47/2007 consiste en establecer:

- ✓ Procedimiento básico que debe cumplir la metodología de cálculo de la calificación de eE
- ✓ Condiciones técnicas y administrativas para las certificaciones de eE de los proyectos y de los edificios terminados.

## Especificaciones técnicas de la metodología de cálculo de la calificación de eE

Para calcular la calificación de eE se podrá utilizar:

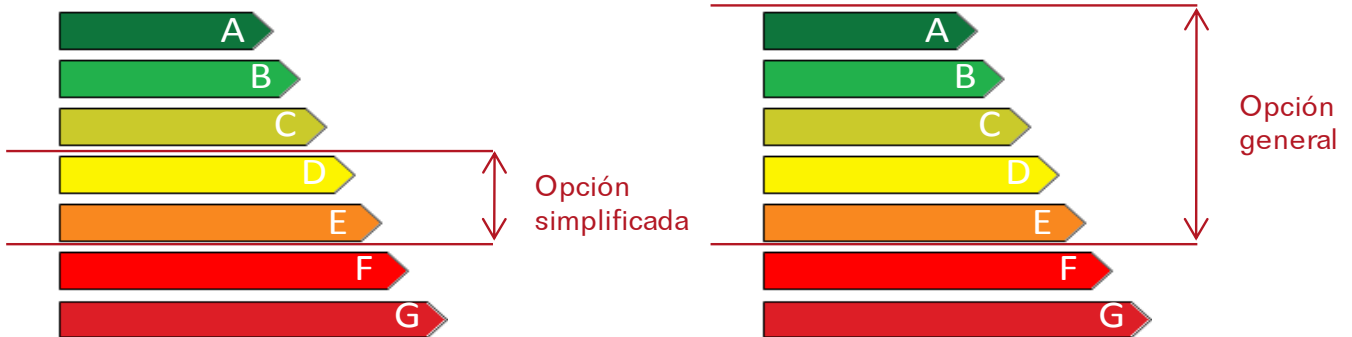
- ✓ Opción simplificada de carácter prescriptivo:  
Desarrolla la metodología de cálculo de la calificación energética de una manera indirecta a partir del cumplimiento por parte de los edificios afectados de unas prescripciones relativas tanto a la envolvente del edificio como a los sistemas térmicos de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación.
- ✓ Opción general de carácter prestacional, mediante:
  - Programa informático de referencia: CALENER promovido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE) y La Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda del Ministerio de Vivienda.
  - Programas informáticos alternativos (\*)

(\*) Los programas informáticos alternativos deben cumplir con las especificaciones técnicas de la metodología de cálculo, deben estar validados y reconocidos por parte del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y del Ministerio de Vivienda.

		Opción simplificada	Opción general	
			Procedimiento de referencia	Procedimientos alternativos
<b>Requisitos mínimos</b>	Demanda de calefacción y refrigeración	Cumplimiento de la opción simplificada del CTE-HE1	Programa LIDER	Programas alternativos a LIDER
	Rendimiento de instalaciones térmicas	Cumplimiento de requisitos de CTE-HE2	Cumplimiento de requisitos de CTE-HE2	Cumplimiento de requisitos de CTE-HE2
	Contribución solar mínima de ACS	Cumplimiento de porcentajes previstos en CTE-HE4	Cumplimiento de porcentajes previstos en CTE-HE4	Cumplimiento de porcentajes previstos en CTE-HE4
<b>Calificación Energética</b>		Asignación directa de Clase de eficiencia D o E	Programa CALENER	Programas alternativos a CALENER

Tabla 1: Métodos de obtención de calificación energética de un edificio (MITYC. Extraído 01.03.2010)

La utilización de la opción simplificada sólo permite obtener clases de eficiencia energética D o E, aunque es posible que con la utilización de la opción general en el mismo edificio, bien sea con el programa informático CALENER o con cualquier otro programa informático alternativo que haya sido validado, se obtenga una clase de eficiencia energética mejor que la que se le asigna por esta opción.



### Cálculo de la calificación de la eE de edificios destinados a viviendas

$$C_1 = \frac{\left(\frac{I_o}{I_r} * R\right) - 1}{2(R - 1)} + 0.6$$

$$C_2 = \frac{\left(\frac{I_o}{I_s} * R'\right) - 1}{2(R' - 1)} + 0.5$$

- $I_o$  Emisiones de CO<sub>2</sub> del edificio
- $I_r$  Valor medio de emisiones de CO<sub>2</sub>
- $R$  Ratio entre el valor de  $I_r$  y el valor de emisiones de CO<sub>2</sub>, correspondiente al percentil de 10% de los edificios nuevos de viviendas.
- $I_s$  Valor medio de emisiones de CO<sub>2</sub>, para el parque existente de edificios de viviendas en el año 2006.
- $R'$  Ratio entre el valor de  $I_s$  y el valor de emisiones de CO<sub>2</sub>, correspondiente al percentil de 10% del parque existente de edificios de viviendas en el año 2006.

(BOE núm. 27, 31 enero 2007, p 4506)

Tabla 2: Calificación de la eficiencia energética de edificios destinados a viviendas.

Calificación de eE del edificio	Índices de calificación de eE
A	$C_1 < 0,15$
B	$0,15 \leq C_1 < 0,50$
C	$0,50 \leq C_1 < 1,00$
D	$1,00 \leq C_1 < 1,75$
E	$C_1 > 1,75$ $C_2 < 1,00$
F	$C_1 > 1,75$ $1,00 \leq C_2 < 1,50$
G	$C_1 > 1,75$ $1,50 \leq C_2$

(BOE núm. 27, 31 enero 2007, p 4506)

El método a emplear se basa en el sistema denominado "auto-reference", en el que se compara el edificio a certificar con un edificio de referencia. Las condiciones a cumplir por cada una de las construcciones anteriormente citadas son:

**Edificio a certificar** Igual al que ha sido proyectado en geometría, orientación e instalaciones.

**Edificio de referencia** Debe tener:

- 1 La misma forma y tamaño que el edificio a certificar
- 2 La misma zonificación interior y el mismo uso de cada zona de la vivienda
- 3 Los mismos obstáculos remotos del edificio
- 4 Calidades constructivas de los componentes de fachada, suelo y cubierta además de los elementos de sombra que garanticen → CTE-HE1
- 5 El mismo nivel de iluminación que el edificio a certificar → CTE-HE3
- 6 Las instalaciones térmicas de referencia en función del uso y servicio del edificio cumplirán los requisitos mínimos de eE que figuran en → CTE-HE4+ CTE-HE 2
- 7 Contribución solar fotovoltaica mínima de energía eléctrica , en los casos que lo exija el documento básico de ahorro de energía del CTE → CTE-HE5



# 2

## CTE. Código Técnico de la edificación

### DB-HE. Ahorro de energía

#### 2.1

#### HE 1. Limitación demanda energética.

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar. Hay que tratar adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y problemas higrotérmicos.

Tabla 3. Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup>K

Cerramientos y particiones interiores	ZONA A	ZONA B	ZONA C	ZONA D	ZONA E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	44,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

(1) Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

(2) Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

(3) Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran

(CTE. HE1, p 2. Extraído 01.03.2010)



Vivienda unifamiliar  
Arquitecto: José Manuel Rosales Noves



La transmitancia térmica  $U$  ( $W/m^2 \text{ } ^\circ K$ ) es un parámetro característico de la envolvente térmica.

$$U = \frac{1}{RT}$$

donde  $RT = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_j + R_{se}$   
 resistencia térmica del conjunto constructivo

$R_{si}$  y  $R_{se}$  — se toman de la Tabla I

$$R_j = \frac{e_j}{\lambda_j}$$

— espesor  
 — conductividad térmica

Conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de calores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos, [ $W/m \text{ } K$ ]

Tabla 4. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior. ( $m^2K/W$ )

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente $>60^\circ$ . Flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente $<60^\circ$ . Flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales. Flujo descendente		0,04	0,17

(CTE. HE1, p 35. Extraído 01.03.2010)

## Ejemplo

Cálculo de la transmitancia térmica ( $U=1/RT$ ) de una composición en la que se utiliza madera frente a otra en la que se usa ladrillo

Capa	Material	$\lambda$	$R_j = e_j / \lambda_j$
0	Exterior		0,04
1	Enlucido de cemento (0,015m)	1,4	0,011
2	Ladrillo doble hueco (0,15m)	0,49	0,306
3	EPS (0,06m)	0,035	1,714
4	Ladrillo hueco (0,1m)	0,49	0,204
5	Enlucido de yeso (0,015m)	0,3	0,05
6	Ambiente interior		0,13

Espesor del conjunto: 0,34 m

Transmitancia térmica: 0,414  $m^2K/W$



Cambio capa 4 y 5

4	Rastrelado conífera peso medio, equivale a cámara de aire (0,085m)	--	0,18
5	Froncosa peso medio (0,03m)	0,18	0,167

Espesor del conjunto: 0,34 m

Transmitancia térmica: 0,392  $m^2K/W$

La opción de ladrillo y enlucido y su posterior sustitución por madera a efectos energéticos, es totalmente viable y no sólo eso, sino que podemos optimizar su comportamiento energético a igualdad de espesores del conjunto constructivo.

Al margen de consideraciones energéticas, puede significar un ligero incremento de la superficie útil de la vivienda, además de los consabidos costes de tiempos de secado de la obra.

## 2.2

### HE 2. Rendimiento de las instalaciones térmicas en los edificios: RITE

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

Las mayores exigencias en eficiencia energética que establece el RITE, se concretan en:

- ✓ Mayor Rendimiento Energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
- ✓ Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.
- ✓ Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
- ✓ Utilización de energías renovables disponibles, en especial la energía solar y la biomasa.
- ✓ Incorporación de subsistemas de recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.
- ✓ Sistemas obligatorios de contabilización de consumos en el caso de instalaciones colectivas.
- ✓ Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes.
- ✓ Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes

El RITE, además impone la obligación de revisar y actualizar periódicamente, al menos cada 5 años, las exigencias de eficiencia energética. Es ésta una tarea que compete a la Comisión Asesora del RITE, encargada de realizar las propuestas conforme a la evolución de la técnica y la política energética nacional.

## 2.3

### HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el VEEI (valor de eficiencia energética de la instalación  $W/m^2$ ) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m}$$

- |                      |   |
|----------------------|---|
| <b>P</b>             | Potencia de la lámpara más el equipo auxiliar (W) |
| <b>S</b>             | Superficie iluminada ( $m^2$ )                    |
| <b>E<sub>m</sub></b> | Iluminación medida mantenida (lux)                |

Grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
Zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico (4)	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios (2)	4,0
	habitaciones de hospital (3)	4,5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	zonas comunes (1)	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	1 espacios deportivos (5)	5
Zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte (6)	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes, bibliotecas, museos y galerías de arte.	6
	comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	hostelería y restauración (8)	10
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes (1)	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12

Tabla 5. Valores límite de eficiencia energética de la instalación.

(1) Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.

(2) Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.

(3) Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.

(4) Incluye la instalación de iluminación general de salas como salas de examen general, salas de emergencia, salas de escaner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.

(5) Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas. Los graderíos serán asimilables a zonas comunes del grupo 1

(6) Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.

(7) Incluye la instalación de iluminación general y de acento. En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.

(8) Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, auto-servicio o buffet, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.

(9) Incluye la instalación de iluminación general

(CTE. HE3, p 3. Extraído 01.03.2010)



## 2.4

### HE 4. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

En los edificios, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina.

Tabla 6. Demanda de referencia a 60°C

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60ª C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel****	70	por cama
Hotel***	55	por cama
Hotel/Hostal**	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión*	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Los litros de ACS/día a 60°C de la tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética".

(CTE. HE4, p 4. Extraído 01.03.2010)

En el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum_{i=1}^{12} D_i(T) \qquad D_i(T) = D_i(60^\circ\text{C}) \times \frac{60 - T_i}{T - T_i}$$

**D(T)** Demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida.

**D<sub>i</sub>(T)** Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura T elegida.

**D<sub>i</sub>(60°C)** Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura de 60 °C.

**T** Temperatura del acumulador final.

**T<sub>i</sub>** Temperatura media del agua fría en el mes i.

# HE 5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

# 2.5

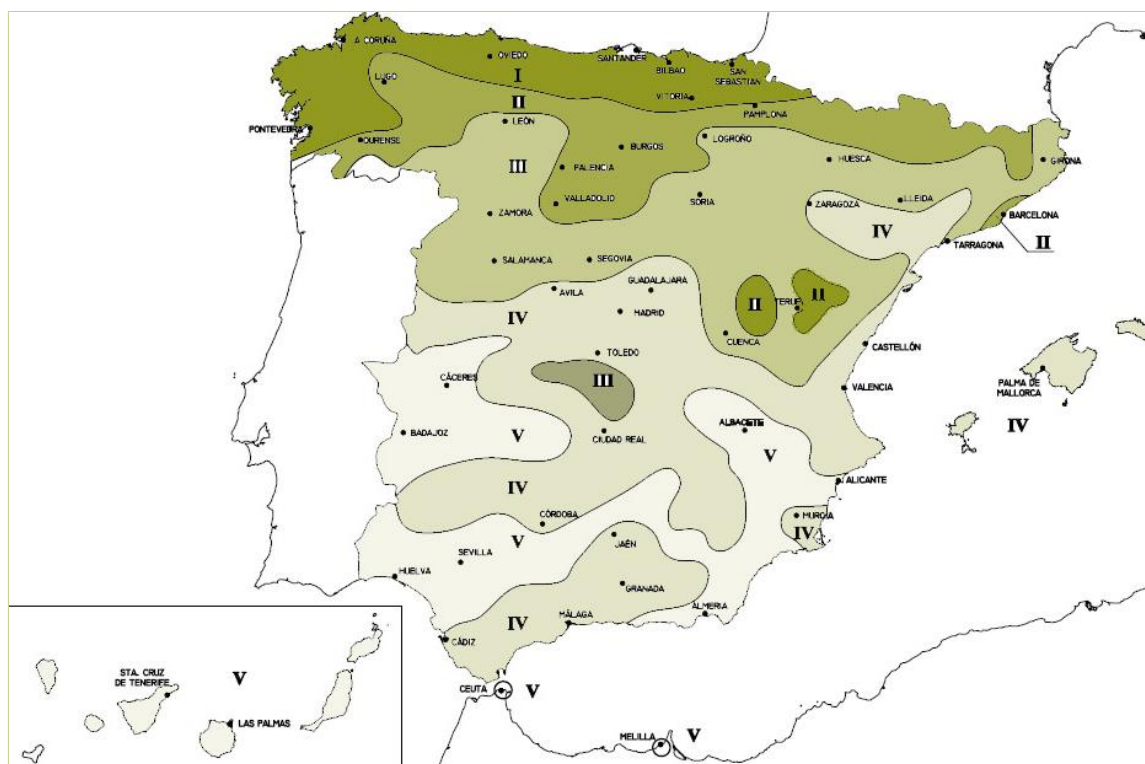
En los edificios que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

Las zonas se han definido teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas.

Tabla 7. Radiación solar global

Zona climática	MJ/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 5,0$	$H \geq 5,0$

(CTE. HE5, p 3. Extraído 01.03.2010)



Desde el Instituto Eduardo Torroja y el Instituto de la Construcción de Castilla León se ha elaborado un portal conjunto que incluye el Prontuario de Soluciones Constructivas y distintos verificadores del Código Técnico de la Edificación. Particularmente esta herramienta verifica el cumplimiento del CTE HE-1 mediante la opción simplificada.

Referencia a la web: <http://cte-web.iccl.es/>



# 3

## LIDER



**LIDER**  
DOCUMENTO  
BÁSICO HE  
AHORRO DE ENERGÍA  
  
HE1: **LIMITACIÓN  
DE DEMANDA  
ENERGÉTICA**

La aplicación LIDER es la implantación informática de la opción general de verificación de la exigencia de Limitación de demanda energética (HE1), establecida en el Documento Básico de Habitabilidad y Energía del CTE, ofrecida por el Ministerio de Vivienda y por el IDAE.

Esta herramienta informática está diseñada para la descripción geométrica, constructiva y operacional de los edificios, así como para llevar a cabo la mayor parte de los cálculos recogidos en el CTE-HE1y la impresión de la documentación administrativa pertinente.



Arquitectos: Belinda Tato y José Luis Vallejo  
[www.ecosistemaurbano.com](http://www.ecosistemaurbano.com)

## Ejemplo

Mediante la utilización del programa LIDER vamos a comprobar que la sustitución del muro exterior por un cerramiento que incorpore madera en su composición puede alcanzar el cumplimiento de la DB-HE-1 del CTE.

Para ello se escogerá una vivienda unifamiliar ubicada en Pontevedra, zona C1 y en la que inicialmente la composición del cerramiento era:

Materiales	Espesor (m)
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,115
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,01
EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	0,07
Tabique de LH sencillo 40 mm < Espesor < 60	0,04
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,01
	<b>0,245</b>

Cerramiento	U (W/m <sup>2</sup> K)
Muro Exterior	<b>0,44</b>
<b>Espesor total (0,245m)</b>	

Todos los materiales empleados en este cerramiento pertenecen a la base de datos del programa LIDER. Si realizamos el cálculo de la vivienda se obtiene un resultado de cumplimiento del DB-HE1 del CTE.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de referencia	69,8	97,1
Proporción relativa	99,7	0,3

Ahora si se realiza el mismo cálculo pero en lugar de utilizar la composición anterior en el muro exterior, se sustituye por un cerramiento que incorpore madera, observaremos si es posible alcanzar el mismo resultado que en el caso anterior. La composición del cerramiento es la que se muestra en la siguiente tabla:

Materiales	Espesor (m)
Enlucido de cemento	0,015
Ladrillo doble hueco	0,15
Rastrelado conífera pero medio	0,02
EPS Poliestireno Expandido [0,037 W/mK]	0,06
Froncosa peso medio	0,03
	<b>0,275</b>

Cerramiento	U (W/m <sup>2</sup> K)
Muro Exterior	<b>0,39</b>
<b>Espesor total (0,275m)</b>	

Se observa que con este cerramiento el espesor total es ligeramente superior pero por el contrario la transmitancia térmica es menor (0,39 W/m<sup>2</sup> K). Si del mismo modo que en el caso anterior comprobamos si cumple la reglamentación:

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de referencia	67,4	278,8
Proporción relativa	99,0	1,0

Vemos que en ambos casos se lleva a cabo el cumplimiento del DB-HE1 por lo que se podría concluir que la madera es un material que cumple perfectamente las exigencias del CTE, pero hay que resaltar que cada caso es distinto y debe ser analizado.

La ubicación, orientación, materiales empleados y puentes térmicos son parámetros importantes para cumplir los requerimientos del CTE.

CALENER es un entorno de aplicaciones y documentos informáticos destinado a la Calificación Energética de edificios, basándose en el diseño arquitectónico y constructivo y en los sistemas energéticos proyectados. Por ser un requisito previo se supone que el edificio a calificar bajo esta aplicación ha superado todos los aspectos recogidos en el CTE.

**1.** CALENER-VYP: Para edificios de viviendas y edificios destinados al sector terciario de tamaño pequeño o mediano. Permite obtener todas las calificaciones energéticas, de la A a la G.

La aplicación se basa en la definición geométrica y constructiva que se puede obtener a través del programa LIDER (asegurando así el cumplimiento del HE1 del CTE) mediante una exportación rápida, a continuación se deben definir:

- ✓ Las cargas internas mínimas
- ✓ La iluminación del edificio (en el caso de uso no residencial, ya que en el caso de uso residencial están prefijadas)
- ✓ Los sistemas de climatización y producción de ACS, su ubicación, potencia, rendimiento, tipo de energía, consumo, etc.

Finalmente se realiza una comparación del edificio proyectado con un edificio de referencia.



La Vaquería. Promotor Otero Pombo  
Arquitectos: Víctor López Cotelo y  
José Manuel Vargas Funes



**2.** CALENER-GT (Gran Terciario): Se puede introducir cualquier edificio, en principio sin limitación de instalaciones. Permite obtener todas las calificaciones energéticas, de la A a la G.

La aplicación se basa en la definición geométrica y constructiva que se puede obtener a través del programa LIDER (asegurando así el cumplimiento del HE1 del CTE) esta exportación puede presentar problemas debido a su complejidad.

La alternativa es la entrada de datos directa desde CALENER GT en la que, se necesitarán, planos muy detallados para conseguir definir correctamente los polígonos que forman el edificio.

A continuación se deben definir de forma precisa:

- ✓ Las condiciones de uso y funcionamiento del edificio (detalle de los horarios diarios, semanales y anuales para iluminación, calefacción, refrigeración, ventilación, etc.)
- ✓ Los equipos y sistemas, información muy detallada

Finalmente se realiza una comparación del edificio proyectado con un edificio de referencia.

Nunca debe utilizarse esta versión para la calificación de ningún tipo de viviendas. Para decidir qué edificios del sector no-residencial o terciario son grandes y cuáles pequeños y medianos debemos basarnos fundamentalmente en los tipos de sistemas (alcance) de los programas. Así, recomendamos el uso de CALENER-GT en aquellas situaciones en las que, debido al tipo de sistema que tiene el edificio, no pueda usarse CALENER-VYP o cualquier otra versión que se desarrolle en el futuro.



Universidad de Vigo. Rectorado  
Alfonso Penela

# Ahorro energético

La reducción de la intensidad energética es un objetivo prioritario para cualquier economía, siempre que no afecte negativamente al volumen de actividad. Uno de los parámetros que determinan la correlación entre consumo de energía y crecimiento económico es la evolución de la intensidad energética. Calculada la intensidad a paridad de poder de compra (corregido el indicador por el poder adquisitivo medio de la Unión Europea) el indicador español se sitúa por debajo de la media europea.

## Intensidad primaria en España y UE

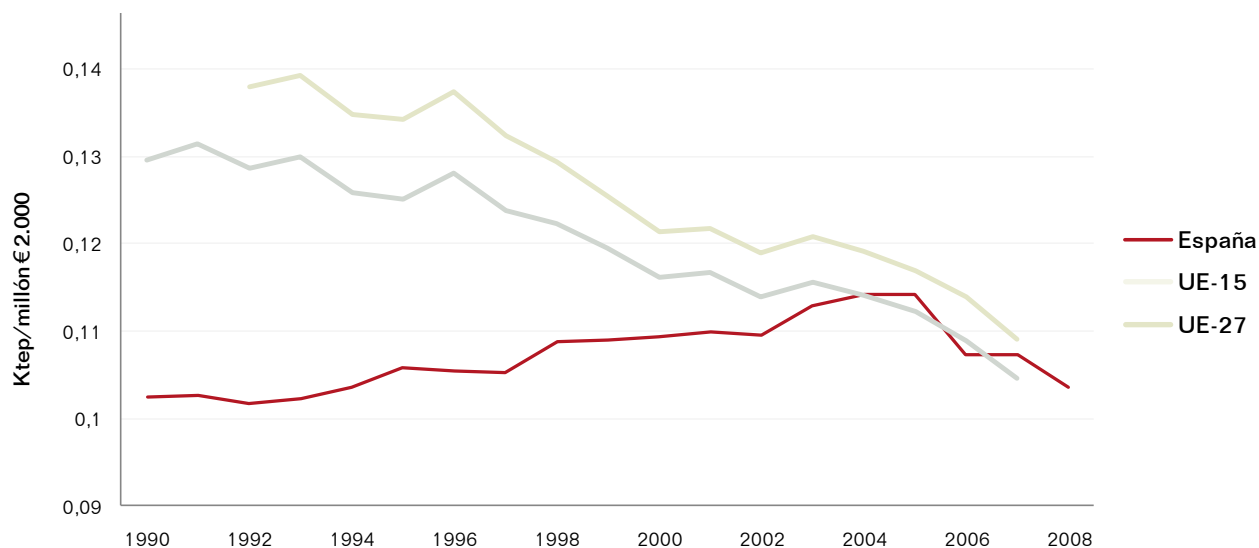


Ilustración 2: Evolución de la Intensidad primaria a Paridad de Poder de Compra (IDAE, 2009)

Resulta necesario definir la Estrategia de Ahorro y eE en España por tres motivos:

### 1 La elevada dependencia energética exterior.

España importa el 75% de la energía primaria que utiliza frente al 50% de media en la UE, cifra considerada elevada por las instituciones comunitarias. Esa dependencia va en aumento, con las implicaciones no sólo económicas y comerciales que ello supone, sino también con unos efectos medioambientales significativos al tratarse de productos fósiles con un elevado nivel de emisiones de efecto invernadero.

### 2 La tasa de crecimiento anual de la economía española es superior a la media europea.

No obstante, esta evolución también se ha visto acompañada por crecimientos de la demanda energética importantes, con tasas de incremento anual superiores algunos años a las de la economía. De ahí que el indicador de Intensidad Energética muestre tendencias de ligero crecimiento durante los últimos años, hecho que puede estar justificado dado el actual estado de desarrollo económico español.

### 3 La reducción significativa de emisiones de contaminantes atmosféricos.

Fruto de la ejecución de la Estrategia de Ahorro y en concordancia con las directivas europeas y orientaciones internacionales.

## ANEXO: La madera en el CTE

El Catálogo de Elementos Constructivos está concebido como un instrumento de ayuda para el cumplimiento de las exigencias generales del Código Técnico de la Edificación (CTE). Este contiene un abanico de materiales, productos y elementos constructivos con las características higrotérmicas y acústicas relacionadas con las exigencias del CTE. Presentamos a continuación la relación de los parámetros que afectan al ahorro energético.

Material	HE			
	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$\lambda$ W/m <sup>2</sup> K	$C_p$ J/kg °K	$\mu$
<b>Madera Frondosas (1)</b>				
Frondosas, muy pesada	$\rho > 870$	0,29	1.600	50
Frondosas, pesada	$750 < \rho \leq 870$	0,23	1.600	50
Frondosas, de peso medio	$565 < \rho \leq 750$	0,18	1.600	50
Frondosas, ligera	$435 < \rho \leq 565$	0,15	1.600	50
Frondosas, muy ligera	$200 < \rho \leq 435$	0,13	1.600	50
<b>Madera Coníferas (1)</b>				
Conífera, muy pesada	$\rho > 610$	0,23	1.600	20
Conífera, pesada	$520 < \rho \leq 610$	0,18	1.600	20
Conífera, de peso medio	$435 < \rho \leq 520$	0,15	1.600	20
Conífera, ligera	$\rho \leq 435$	0,13	1.600	20
Balsa	$\rho \leq 200$	0,057	1.600	20
<b>Tableros</b>				
Tablero contrachapado, paneles de madera sólida (SWP) y maderas chapadas laminadas (LVL) (2)	$700 < \rho \leq 900$	0,24	1.600	110
	$600 < \rho \leq 750$	0,21	1.600	110
	$500 < \rho \leq 600$	0,17	1.600	90
	$450 < \rho \leq 500$	0,15	1.600	70
	$350 < \rho \leq 450$	0,13	1.600	70
	$250 < \rho \leq 350$	0,11	1.600	50
	$\rho > 250$	0,09	1.600	50
Tablero de partículas	$640 < \rho \leq 820$	0,18	1.700	20
	$450 < \rho \leq 640$	0,15	1.700	20
	$270 < \rho \leq 450$	0,13	1.700	20
	$180 < \rho \leq 270$	0,10	1.700	20
T. de partículas con cemento	$\leq 1.200$	0,23	1.500	30
Tableros de fibras, incluyendo MDF (3)	$750 < \rho \leq 1.000$	0,20	1.700	20
	$550 < \rho \leq 750$	0,18	1.700	20
	$350 < \rho \leq 550$	0,14	1.700	12
	$200 < \rho \leq 350$	0,10	1.700	6
	$\rho \leq 200$	0,07	1.700	2
Paneles de fibras con conglomerante hidráulico	$450 < \rho \leq 550$	0,15	1.700	12
	$350 < \rho \leq 450$	0,12	1.700	5
	$250 < \rho \leq 350$	0,10	1.700	5
Tablero de virutas orientadas (OSB)	$\rho \leq 650$	0,13	1.700	30

$\lambda$	Conductividad térmica (W/m <sup>2</sup> K)
$C_p$	Calor específico (J/kg °K)
$\mu$	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (adimensional)
$\rho$	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
$U$	Transmitancia térmica de la parte semitransparente de los cerramientos y de los marcos (W/m <sup>2</sup> °K)

(1) Valor de densidad dado a una temperatura de 20°C y humedad relativa del 65%, no es por tanto la densidad seca.

(2) Como medida provisional y hasta disponer de suficientes datos significativos para los paneles de madera sólida (SWP) y maderas chapadas laminadas (LVL) pueden utilizarse los valores dados para contrachapados.

(3) MDF: Panel de fibras de densidad media, proceso en seco.

Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción, CEPCO y AICIA (2008), *Catálogo de elementos constructivos del CTE, Versión preliminar: Mayo 08*, pp.4, Fecha de extracción 23.22.10

# Bibliografía

AICIA, IDEA, Ministerio de Vivienda (2009), *Escala de calificación energética para edificios de nueva construcción*, IDAE, p.11

AICIA (2009), *CALENER GT. Grandes edificios terciarios. Manual técnico*, IDAE, p.7

BOE núm. 27, 31 enero 2007, p 4506

CNE, Comisión Nacional de Energía (2002), *Informe macro sobre la demanda de energía eléctrica y gas natural, y su cobertura*, CNE, pp. 323-324

IDAE - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2010), [www.idae.es](http://www.idae.es).  
Extraído 01.03.2010

Instituto Eduardo Torroja de ciencias de la construcción, CEPCO y AICIA (2008), *Catálogo de elementos constructivos del CTE, Versión preliminar: Mayo 08*, pp.4, Fecha de extracción 23.02.10

Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción, MVIV (2009), *Código Técnico de la edificación. DE-HE: Ahorro de Energía*, pp.3-128, Fecha de extracción 18.02.2010

MITYC - Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2010), [www.mityc.es](http://www.mityc.es). Extraído 18.02.2010

MVIV - Ministerio de Vivienda (2010), [www.mviv.es](http://www.mviv.es). Extraído 18.02.2010

[www.lignumfacile.es](http://www.lignumfacile.es). Extraído 09-04-2010

[www.ambientecapba9.com.ar](http://www.ambientecapba9.com.ar). Extraído 07-04-2010

## Próximo documento

### Sostenibilidad en la construcción

Si desea más información, puede contactar con:

**lignum facile** ([lignumfacile@clustermadeira.com](mailto:lignumfacile@clustermadeira.com))

**Teléfono:** (0034) 981 937 261.

**Fax:** (0034) 981 937 106.

**Localización:** Praza Salvador García Bodaño 7, 1ºA.  
CP. 15703. Santiago de Compostela.

Una iniciativa de: **Cluster de la Madera de Galicia**

Con la participación:

Universidad de Vigo.

Consortio de la Zona Franca de Vigo.

Empresas colaboradoras:

**Corral y Couto** [www.corralycouto.com](http://www.corralycouto.com)

**Financiera Maderera** [www.finsa.es](http://www.finsa.es)

**Galiperfil** [www.galiperfil.com](http://www.galiperfil.com)

**Grupo byp** [www.bypcocinas.com](http://www.bypcocinas.com)

**Grupo Losan** [www.losan.es](http://www.losan.es)

**Grupo Molduras** [www.grupomolduras.com](http://www.grupomolduras.com)

**Laminados Villapol** [www.villapol.com](http://www.villapol.com)

**Moblegal** [www.moblegal.com](http://www.moblegal.com)

**Maderas Peteiro** [www.maderaspeteiro.com](http://www.maderaspeteiro.com)

**Portadeza** [www.portadeza.com](http://www.portadeza.com)

**Xoane** [www.xoane.com](http://www.xoane.com)

REFERENCIA: 100312.E03.010203.0106. Documentos técnicos en España para el ahorro energético.