



## **ESTUDIO DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO DOMÉSTICO DE NUEVA CONSTRUCCIÓN EN LAS DIFERENTES ZONAS CLIMÁTICAS DE ESPAÑA**

Juan Manuel Glez-Caballín Sánchez\*. Antonio José Gutiérrez Trashorras\*\*. Eduardo Alvarez Alvarez\*\*

[\*] **Alumno**; [\*\*] **Tutores**

[gonzalezsjuan@uniovi.es](mailto:gonzalezsjuan@uniovi.es)

*Departamento de Energía. Universidad de Oviedo.*

### **RESUMEN**

Los edificios consumen en España el 26,1% de la energía final, correspondiendo el 17,5% al sector doméstico y el 8,6% al sector servicios.[1]

Estos datos nos hacen reflexionar sobre el ahorro energético que se podría llevar a cabo tomando medidas eficientes en los cerramientos de los edificios, por una parte, y en los sistemas que aportan la energía necesaria para suministrar las condiciones de confort.

Por ello la legislación vigente despliega una amplia normativa al respecto: Código Técnico de la Edificación, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, etc .

Recientemente ha entrado en vigor el Procedimiento Básico para la Certificación de la Eficiencia Energética en los Edificios, estableciendo la obligatoriedad de calificar energéticamente los edificios nuevos y/o los antiguos que se vendan o alquilen, bien en su conjunto o de forma individual.[2]

Cuantificar la demanda y el consumo de energía final en un edificio da como resultado la calificación energética del mismo.

En este trabajo se realizan una serie de simulaciones, mediante el programa informático Cerma, con un edificio doméstico característico, situándolo en las diferentes zonas climáticas del territorio español, extrayendo resultados y analizando posteriormente los mismos.

Los resultados más destacables han sido la similitud en el índice de calificación energética obtenido en todos los escenarios y la falta de consonancia entre escala de calificación energética y consumo energético.

El objetivo final no será solamente la calificación del edificio sino conocer cómo podemos obtener una mejora en la misma.

### **ABSTRACT**

Buildings consume in Spain to 26.1% of final energy, corresponding to 17.5% of the domestic sector and 8.6% of the service sector.

These data make us reflect on the energy savings that could be carried out by taking efficient measures in the enclosures of buildings, on the one hand, and systems that provide the energy needed to obtain comfort conditions. Thus the current

legislation displays a large number of regulations on the matter: Technical Building Code, Regulation of Thermal Installations in Buildings, etc.

The Basic Procedure for Certification of Energy Efficiency in Buildings has come into force recently, making it compulsory to qualify new buildings and / or old that are sold or leased, either as a whole or individually.

The energy qualification is obtained as a result of quantifying the demand and the final energy consumption in a building.

In this study we perform a series of simulations, using the software CERMA with a typical domestic building, placing it in different climatic zones of the Spanish territory, analyzing the obtained results.

The most significant results have been the similarity in energy the energy label certification obtained in all scenarios and the lack of harmony between energy rating scale and energy consumption.

The ultimate goal is not only the energy qualification of the building but also to know how we can get an improvement on it.

### **INTRODUCCIÓN**

La demanda energética en el sector de la edificación, y en el doméstico en particular, ha sido objeto de diversas Directivas Europeas que comenzaron en el año 1993 y llegan hasta el año 2013, ésta última aún pendiente de su transposición parcial. El objetivo de todo el bagaje legislativo ha sido la eficiencia y el ahorro energético.

La Certificación Energética de los Edificios comenzó en España con la entrada en vigor del Real Decreto 47/2007, una transposición parcial de la Directiva 2002/91CE. La evolución del cumplimiento de esta Norma ha tenido repercusiones diferentes ya que el desarrollo y la propia aplicación dependía de cada Comunidad Autónoma. Por ejemplo, las comunidades que han desarrollado el Real Decreto han sido la C.A. de Valencia, Castilla la Mancha, Madrid, Castilla y León, Cataluña y el País Vasco.

Por otra parte el 14 de Abril de 2013 ha entrado en vigor mediante el Real Decreto 235/2013 el texto legislativo que deroga el anterior Real Decreto, siendo el ámbito de aplicación



más amplio ya que los edificios antiguos que se vendan o alquilen, además de aquellos de nueva construcción, deberán acreditar su Calificación Energética y el Certificado de Eficiencia Energética.

**MÉTODO DE TRABAJO**

Como se ha mencionado, establecer la calificación energética de un edificio de viviendas o de una vivienda unifamiliar depende, fundamentalmente, de dos parámetros: demanda térmica a lo largo del año, día a día y hora a hora, y rendimiento térmico estacional del equipo de calefacción y/o refrigeración que cubra la misma.[2] y [3]

Mediante estas dos variables obtendremos el consumo, tal como se expresa en la ecuación (1) y mediante un coeficiente de paso las emisiones de CO<sub>2</sub>.

$$Consumo = \frac{Demanda}{\eta} \quad (1)$$

En nuestro caso el estudio se realizará en el sector residencial, con un edificio objeto y en el ámbito de la nación española. Ésta está dividida en doce zonas climáticas, tal como muestra la figura 1 en función de la severidad climática de verano(SV) y de la severidad climática de invierno(SI). La SI se clasifica de la letra A a la G y la SV del número 1 al 4.[4]

Para la calificación energética del edificio objeto de estudio se ha elegido el programa informático Cerma, reconocido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo y por el Ministerio de Fomento. Éste programa permite realizar la calificación y suministra datos como la demanda de calefacción y refrigeración, energía final, energía primaria y emisiones de CO<sub>2</sub>. [5]

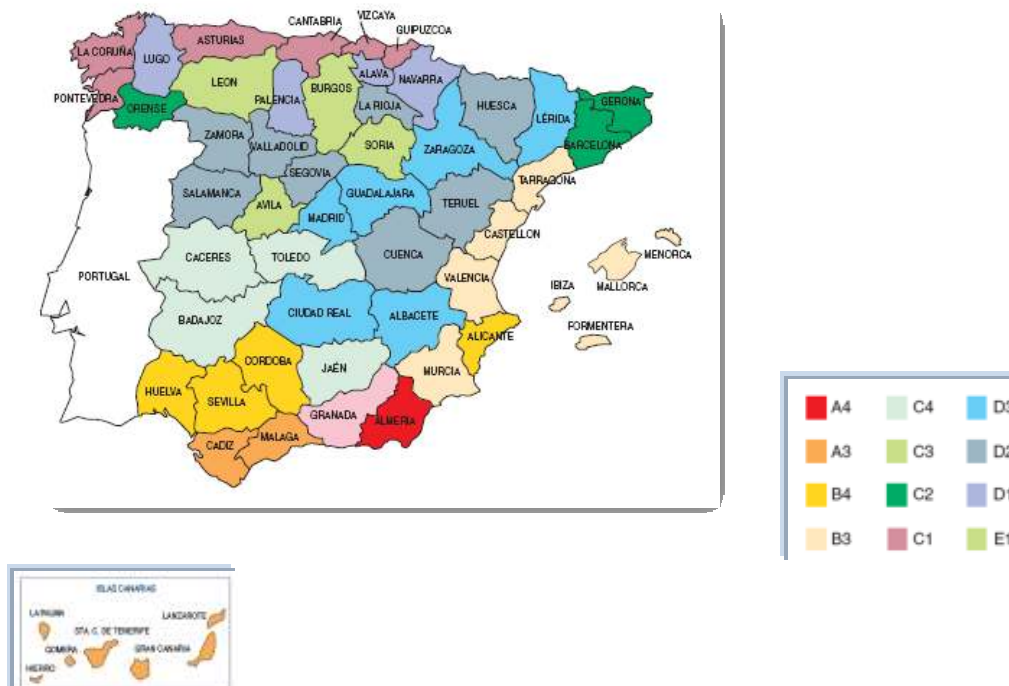


Figura 1- Zonas Climáticas en España

Para desarrollar el presente trabajo se ha elegido un edificio objeto con los criterios de que fuera representativo de acuerdo con las estadísticas del Instituto Nacional de

Estadística (I.N.E.) sobre construcción de edificios de nueva planta (Censos de Población y Viviendas 2001). Los criterios de elección de la vivienda se basan en la superficie útil y los



criterios de consistencia, es decir, la compacidad y el porcentaje de superficie acristalada en relación con la superficie útil. [3]

En nuestro caso se ha elegido uno de los edificios que el Ministerio de Industria y Energía ha seleccionado en base a los criterios antes mencionado, las figuras 2 a 5 representan los planos de planta y alzados del mismo.[6]

**Características constructivas del edificio objeto:**

Superficie habitable: 108,8 m<sup>2</sup>

Volumen acondicionado: 319,4 m<sup>3</sup>

Número de plantas: sótano, baja y primera

Distribución: Un dormitorio doble, dos sencillos, salón comedor y dos baños.

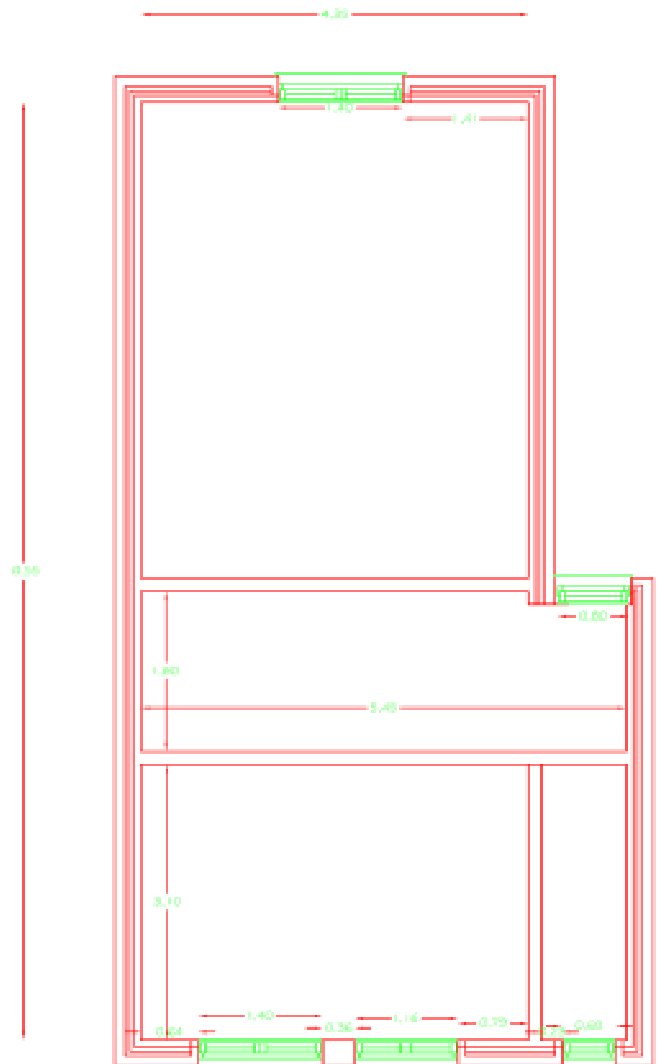


Figura 2- Planta Baja

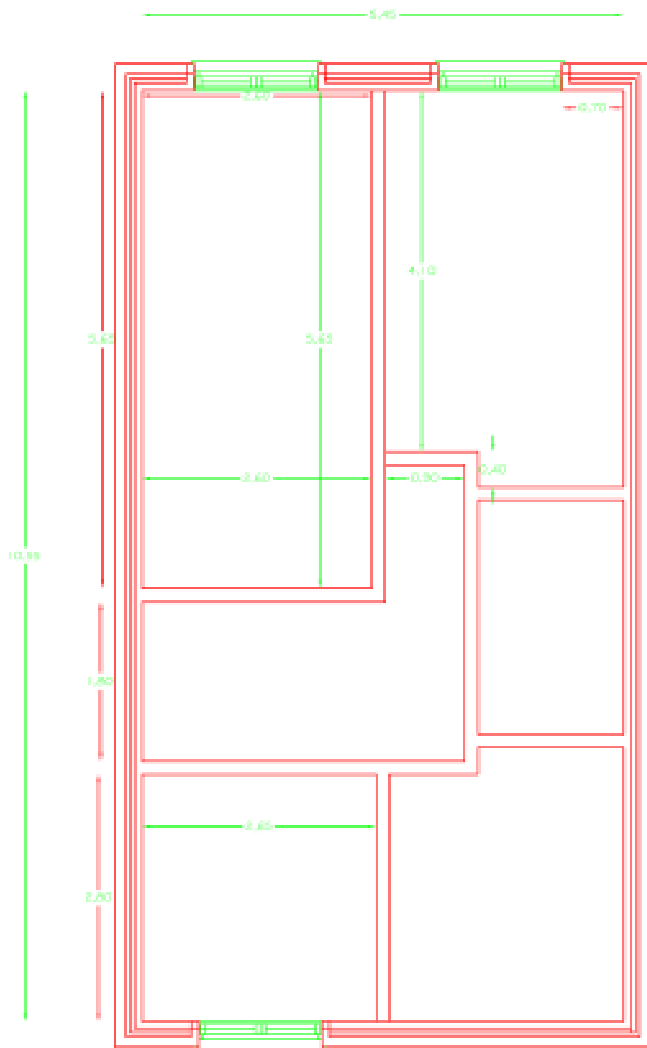


Figura 3-Planta Primera

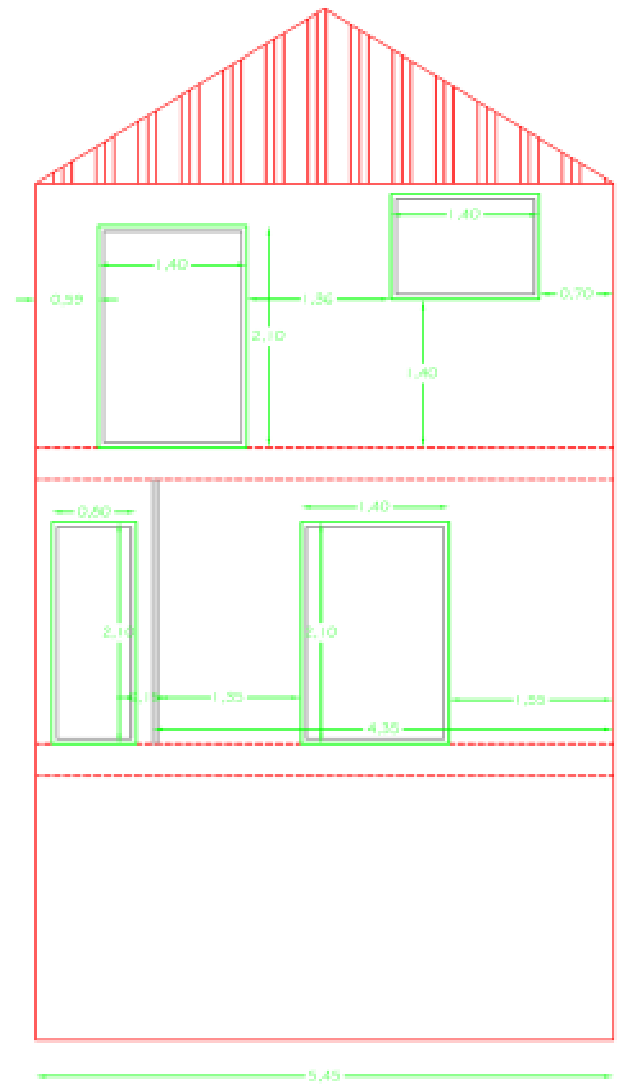


Figura 4- Alzado Norte

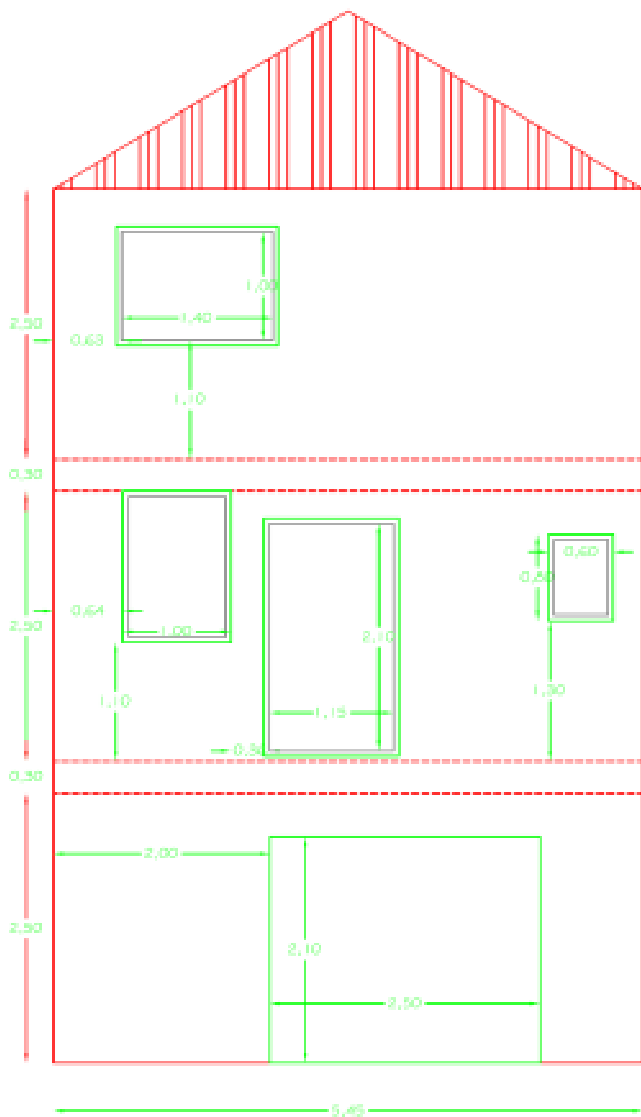


Figura 5-Alzado Sur

Una vez elegido el edificio se ha diseñado un sistema de cerramientos, en los que se han ponderado soluciones constructivas usuales, que cumplen **estrictamente** con las transmitancias máximas permitidas por el Documento Básico HE1 y con la limitación de la demanda en el mismo requerida para la zona climática D3, en concreto Madrid. Con estos cerramientos se ha comprobado que no se originan condensaciones superficiales ni intersticiales.[4]

**Cerramientos**

A continuación se especifican los cerramientos elegidos y su constitución (Ver figuras 6 a 12), además de la transmitancia térmica de cada uno.[7]

**Muro exterior Norte:**

- 1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido  $d > 2000$  2 cm
  - 2 - BC con mortero convencional espesor 240 mm 24 cm
  - 3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO3 [ 0,038 W/[mK]] 5 cm
  - 4 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] 7 cm
  - 5 - Enlucido de yeso  $1000 < d < 1300$  1,5 cm
- $h_i = 7,69 \text{ W/m}^2\text{K}$  ;  $h_e = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_m = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$

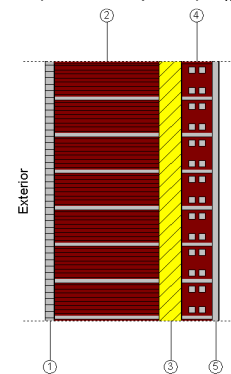


Figura 6- Cerramiento Muro exterior Norte

**Muro exterior Sur-Este-Oeste:**

- 1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido  $d > 2000$  1,5 cm
  - 2 - BC con mortero convencional espesor 240 mm 24 cm
  - 3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO3 [ 0,038 W/[mK]] 3 cm
  - 4 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm] 7 cm
  - 5 - Enlucido de yeso  $1000 < d < 1300$  1,5 cm
- $h_i = 7,69 \text{ W/m}^2\text{K}$  ;  $h_e = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_m = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$

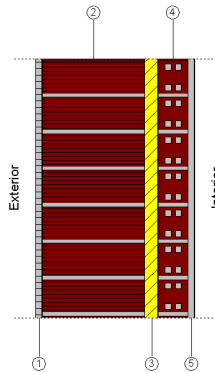


Figura 7- Cerramiento Muro exterior Sur-Este -Oeste

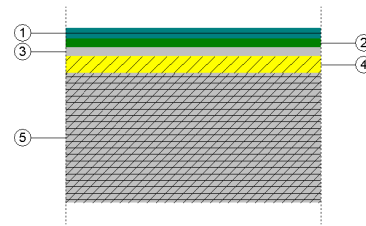


Figura 9-Cerramiento Suelo-Solera

**Muro Sótano:**

- |  |       |
|--|-------|
| 1 - Hormigón armado 2300 < d < 2500            | 25 cm |
| 2 - EPS Poliestireno Expandido [ 0,037 W/[mK]] | 3 cm  |
| 3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 2 cm  |
| $U_t = 0,47 \text{ W/m}^2\text{K}$             |       |

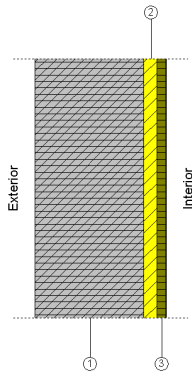


Figura 8- Cerramiento Muro Sótano

**Suelo-Solera:**

- |  |        |
|--|--------|
| 1 - Plaqueta o baldosa cerámica  | 2,5 cm |
| 2 - Tablero de partículas 450 < d < 640  | 2 cm   |
| 3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250 | 2 cm   |
| 4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO3 [ 0,038 W/[mK]]                         | 4 cm   |
| 5 - FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm   | 30 cm  |
| $U_s = 0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$   |        |

**Cubierta:**

- |  |        |
|--|--------|
| 1 - Teja de arcilla cocida   | 2 cm   |
| 2 - Conifera de peso medio 435 < d < 520   | 2 cm   |
| 3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0,034 W/[mK]]   | 7 cm   |
| 4 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm  | 30 cm  |
| 5 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300   | 1,5 cm |
| 6 - Enlucido de yeso d < 1000  | 1,5 cm |
| $h_i = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $h_e = 25 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $U_c = 0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$ |        |

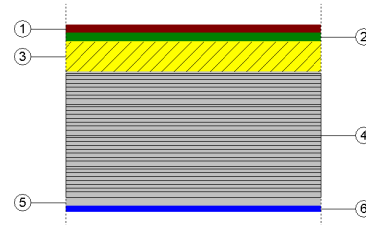


Figura 10-Cerramiento Cubierta

**Suelo-Forjado**

- |  |        |
|--|--------|
| 1 - Frondosa de peso medio 565 < d < 750   | 1,8 cm |
| 2 - Plaqueta o baldosa cerámica  | 2 cm   |
| 3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000                   | 1,5 cm |
| 4 - EPS Poliestireno Expandido [ 0,037 W/[mK]]   | 5 cm   |
| 5 - FU Entrevigado de hormigón aligerado d < 1200 - Canto 300 mm                                       | 30 cm  |
| 6 - Enlucido de yeso d < 1000  | 1,5 cm |
| $h_i = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $h_e = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; $U = 0,53 \text{ W/m}^2\text{K}$ |        |

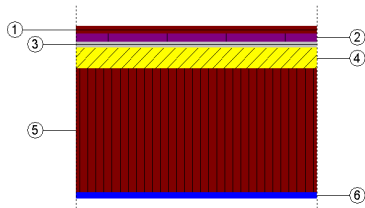


Figura 11-Cerramiento Suelo-Forjado

**Suelo expuesto al exterior:**

- |  |        |
|--|--------|
| 1 - Frondosa de peso medio $565 < d < 750$   | 1,8 cm |
| 2 - Plaqueta o baldosa cerámica  | 2 cm   |
| 3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1800 < d < 2000$ | 1,5 cm |
| 4 - EPS Poliestireno Expandido [ $0,037 \text{ W}/[\text{mK}]$ ]                       | 5 cm   |
| 5 - FU Entrevigado de hormigón aligerado $d < 1200$ - Canto 300 mm                     | 30 cm  |
| 6 - Enlucido de yeso $d < 1000$  | 1,5 cm |
- $h_i = 5,88 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  ;  $h_e = 25 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$  ;  $U: 0,53 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

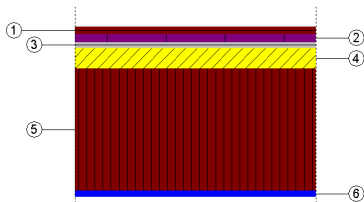


Figura 12-Cerramiento Suelo expuesto al exterior

**Huecos:**

-Orientación Norte:

Vidrio doble con cámara de aire 4/12/4  
 Marco: PVC con rotura de puente térmico  
 Fracción de marco: 10%  
 Factor solar(g): 0,75  
 $U = 2,74 \text{ W}/\text{m}^2\text{.K}$

-Orientación Sur:

Vidrio doble con cámara de aire 4/6/4  
 Marco: PVC con rotura de puente térmico  
 Fracción de marco: 10%  
 Factor solar(g): 0,75  
 $U = 3,19 \text{ W}/\text{m}^2\text{.K}$

**Cálculo de la demanda. Condiciones**

Una vez ajustados los valores de las transmitancias para el cumplimiento de la HE1 en la zona D3 (Madrid) se ha procedido a calcular si se podía extrapolar al resto de zonas. Todas cumplen con la HE1 salvo la zona E1 (Burgos), que no se evalúa.

Posteriormente se ha procedido a estimar la demanda del edificio con las siguientes condiciones:[3], [9], [10] y [11]

a) Se establecen dos estaciones:

Verano: Agrupa los meses de junio a septiembre ambos inclusive.

Invierno: Agrupa los meses de enero a mayo y de octubre a diciembre.

b) Temperaturas de consigna interiores: se pueden observar en la Tabla 1 en función del horario y de la estación:

Tabla 1

	0-7h	8-15h	16-23
Verano	27°C	(*)	25°C
Invierno	17°C	20°C	20°C

(\*)Se deja oscilar libremente la temperatura.

Se hace notar que las horas se corresponden con horario GMT. Los equipos seguirán el siguiente funcionamiento

Verano: No dejarán superar la temperatura de consigna en el edificio objeto.

Invierno: No dejan que descienda de la prefijada.

Las temperaturas exteriores son las recogidas en el fichero de datos climáticos del Calener.

c) Los servicios que se contemplan para el estudio son:

- Calefacción
- Refrigeración
- A.C.S

Se procede a calcular la demanda individual para cada servicio utilizando el siguiente método:

-Calefacción: Simulación de la demanda térmica de calefacción mediante un sistema de producción, por defecto, del programa Cerma de una caldera a gasóleo de rendimiento estacional 75%

-Refrigeración: Simulación de la demanda térmica de refrigeración mediante un sistema de producción, por defecto, del programa Cerma con rendimiento estacional 1,75.

Estos dos generadores y sus respectivos rendimientos han sido elegidos en base a la media de los equipos característicos instalados en el año 2006 en el territorio español.[5]



d) Consumo de ACS

Se realizan los cálculos según la tabla 2 en la que se refleja el horario GMT y el consumo de A.C.S. en tanto por mil.

Tabla 2

hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
g/100	52	12	5	4	2	2	6	27	100	70	75	62	56	48	48	41	33	39	38	52	70	57	63	48

Para conocer en una hora el consumo de A.C.S. se multiplica el consumo diario por el número indicado en la tabla anterior y se divide por mil.

e) Índices ocupacionales y operacionales.

Las **cargas internas** debidas a la ocupación, iluminación y equipos siguen un patrón determinado ya que se estima que los edificios de viviendas tienen un comportamiento similar en la mayoría de los casos.

Así en viviendas se considera una intensidad de carga baja siendo entonces los coeficientes ocupacionales los expresados en la Tabla 3:

Tabla 3

Ocupación sensible	Ocupación latente	Equipos
2 W/m <sup>2</sup>	1,26W/m <sup>2</sup>	1,5W/m <sup>2</sup>

La carga para iluminación fluctúa entre los valores expresados en la Tabla 4, donde en función del intervalo horario se refleja la potencia térmica sensible.

Tabla 4

h	0-1h	1-7h	7-8h	8-18h	18-19h	19-20h	20-24h
W/m <sup>2</sup>	2,2-0,44	0,44	0,44-1,32	1,32	1,32-2,2	2,2-4,4	4,4

Se ha elegido el valor de la permeabilidad que se describe en la Tabla 5 en función de la zona climática, tal como expresa el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.

Tabla 5

Zona Climática	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> )
A y B	50
C, D y E	27

Para la ventilación se considera, tanto en la temporada de verano como de invierno, el número de renovaciones según el procedimiento del CTE Documento Básico HS3; salvo en horario de verano de la 1h a las 7h que será de 4 renovaciones/hora.

**Proceso de Calificación**

Para el procedimiento de calificación se han elegido las capitales de provincia de las doce zonas climáticas españolas, calificándose el edificio objeto en las mismas.[4]

La demanda de A.C.S. que debe ser generada por energía solar varía para cada zona climática, por lo que se ha cubierto la misma conforme a las exigencias del CTE en su Documento Básico HE4. Para ello se ha elegido una caldera gasóleo C, con una potencia nominal 24kW y con un rendimiento estacional del 75%, al objeto de ser coherente con las características de

los sistemas de simulación utilizados para dar cobertura a la demanda de calefacción en el programa Cerma.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los índices normalizados son los estipulados por el R.D. 47/2007 y más recientemente por el R.D. 235/2013, véase Tabla 6. Se denominan C1 ó C2 en función de que el estudio sea de una vivienda unifamiliar o en bloque respectivamente.

Tabla 6

Calificación de eficiencia energética del edificio	Índices de calificación de eficiencia energética
A	C1 < 0,15
B	0,15 ≤ C1 < 0.50
C	0.50 ≤ C1 < 1.00
D	1.00 ≤ C1 < 1,75
E	C1 > 1,75 y C2 < 1.00
F	C1 > 1,75 y 1.00 ≤ C2 < 1.5
G	C1 > 1,75 y 1.50 ≤ C2

En este trabajo el índice se ha desnormalizado, es decir la calificación se expresa mediante una letra seguida de un número, siendo éste los kg de CO2 por metro cuadrado que el edificio objeto emite a la atmósfera. El desarrollo de este cálculo se puede consultar en el documento reconocido:





“Escala de calificación energética. Edificios de nueva construcción”.[10]

En la figura 13 se expresa un ejemplo de la escala de calificación energética seguida por un índice que nos indica los kilogramos de CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup>, reflejando cada intervalo los kg. de CO<sub>2</sub> que le corresponden.

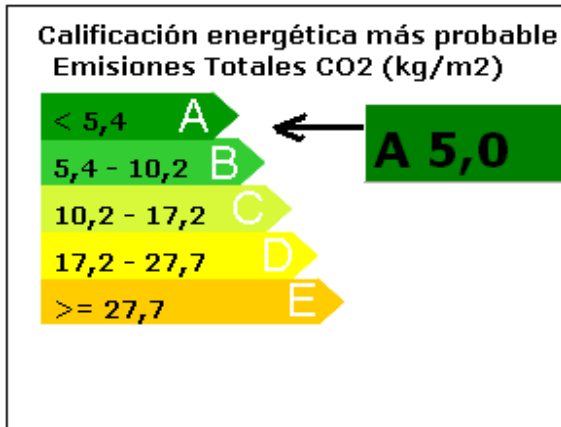


Figura 13

Los resultados obtenidos para las diferentes zonas han sido los reflejados en la Tabla 7 en función de la zona climática.

Observamos como todas las zonas climáticas responden a una calificación energética D o muy próxima, sin embargo las emisiones de kg de CO<sub>2</sub> son muy diferentes de una zona climática a otra.

La calificación energética obtenida ha sido D para las zonas: A4, A3, B4, B3, C4, C3 y calificación E para las C1, D3, D2 y D1.

Tabla 7

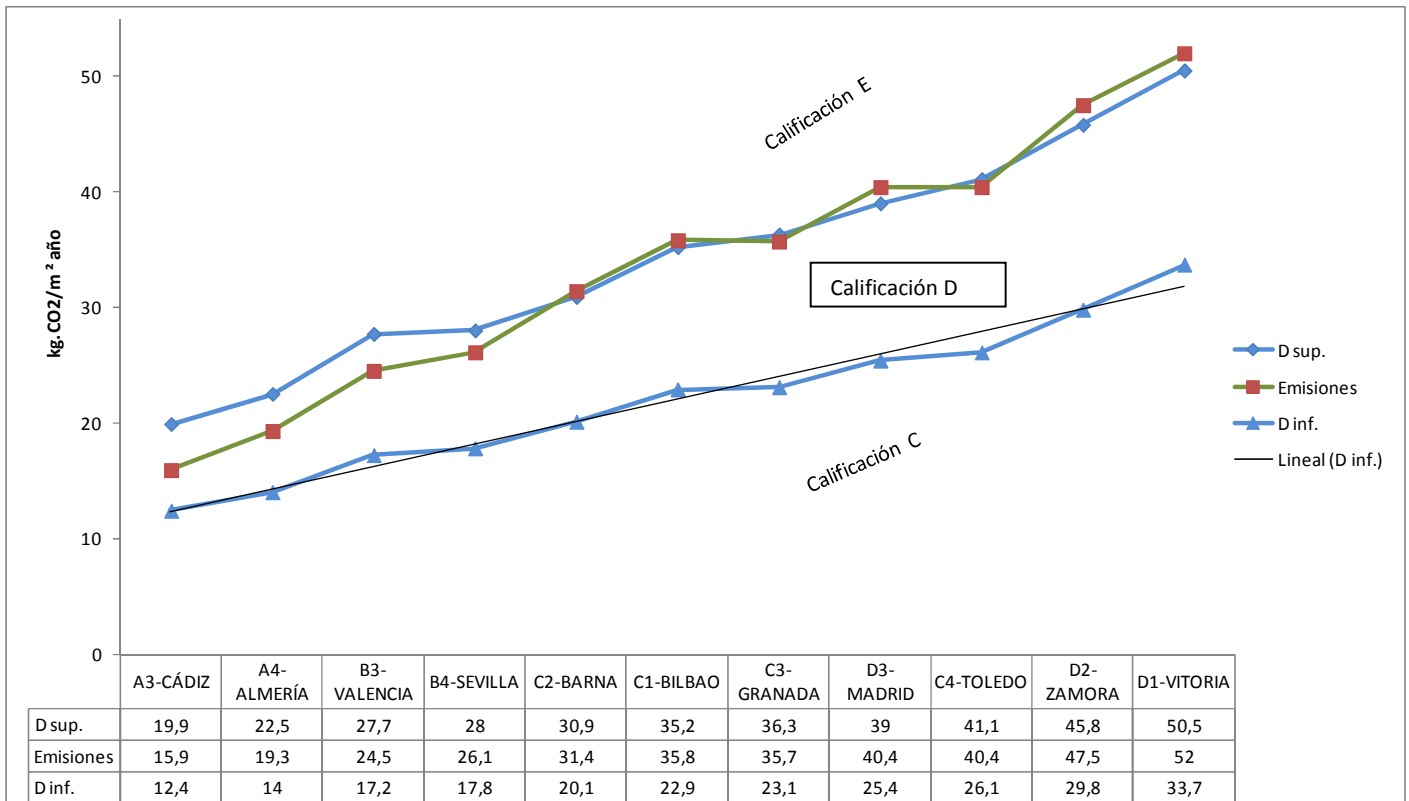
SCI		A			B			C			D			E		
4	A4	ALMERÍA	D19,3	B4	SEVILLA	D26,1	C4	TOLEDO	D40,4							
3	A3	CÁDIZ	D15,9	B3	VALENCIA	D24,5	C3	GRANADA	D35,7	D3	MADRID	E40,4				
2							C2	BARCELONA	E31,4	D2	ZAMORA	E47,5				
1							C1	BILBAO	E35,8	D1	VITORIA	E52	E1	BURGOS	N.C.	
SCV																

En el gráfico de la tabla 8 se observa que la calificación es similar en las diferentes zonas climáticas, por lo que tendremos igualdad de oportunidad de conseguir un mismo índice independientemente de la severidad del clima.

En esta figura se representan el intervalo superior e inferior de la calificación D, expresada en emisiones de CO<sub>2</sub>, para las diferentes zonas climáticas y la resultante del estudio en verde.



Tabla 8



### Análisis de la demanda

Se han estudiado, desde el punto de vista de la demanda, cuáles han sido las variables que contribuyen a penalizar el edificio tanto en el servicio de refrigeración como en el de calefacción.

En estos estudios se comprueba que las causas de penalización de emisiones de CO2 debidas a calefacción son muy diferentes a las debidas a refrigeración.

A continuación (ver figuras 14 a 16) y a modo de ejemplo se incluyen las representaciones gráficas de las emisiones correspondientes al edificio en la zona climática D3-Madrid para los servicios estudiados.



Servicio de Calefacción:

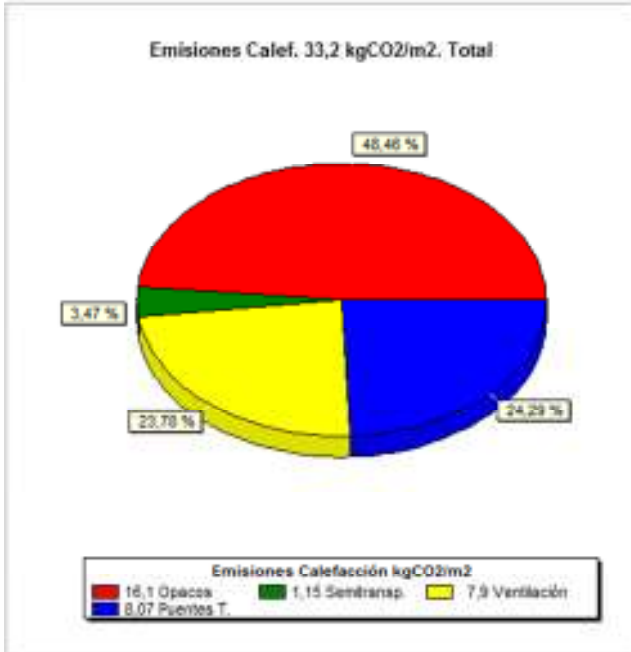


Figura 14- Distribución de emisiones de calefacción

Servicio de Refrigeración:

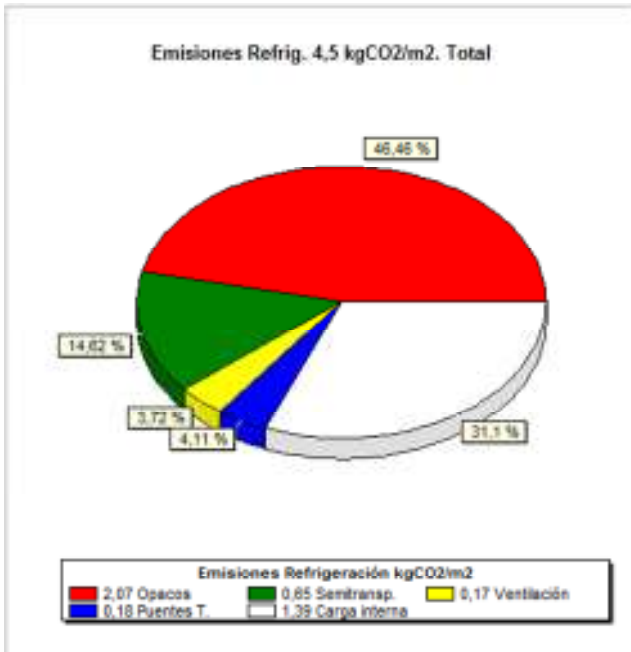


Figura 15- Distribución de emisiones de calefacción

Total:

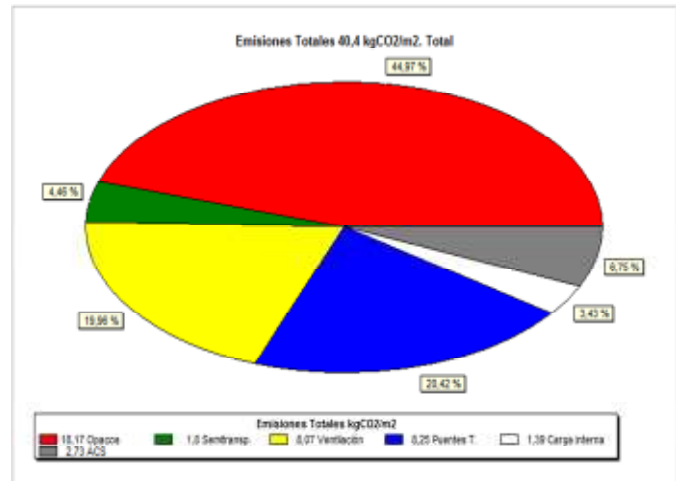


Figura 16- Distribución de emisiones totales

Estas gráficas se han generado para todas las zonas climáticas. También se representa en la figura 17, a modo de ejemplo, la demanda de calefacción, refrigeración y A.C.S. correspondientes a la zona D3 (Madrid). [5]

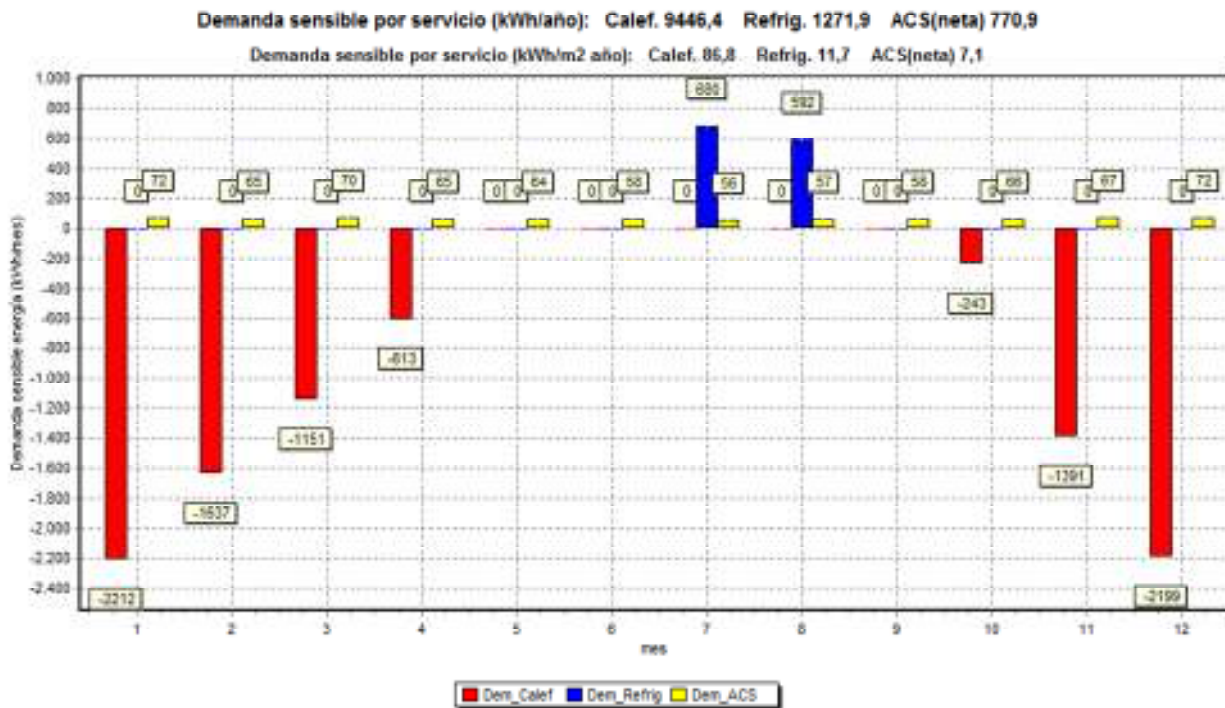


Figura 17

Observando las gráficas de las doce zonas podemos analizar lo que sigue.

Para el servicio de calefacción, desde un punto de vista general, los cerramientos opacos tienen un peso mayoritario que oscila de un máximo del 49,26%(B3) a un mínimo del 48.01%(D1). Los cerramiento semitransparentes oscilan del 1.7%(A4) al 4,58%(D1), mientras que la ventilación presenta un rango del 25,21%(A4) al 23,33%(D1). De igual forma ocurre con los puentes térmicos 24,28%(A3) a 24,08%(D1). Por tanto el peso relativo en cada zona es aproximadamente igual.

En refrigeración hay que tener en cuenta que las zonas C1 y D1 no se califican al no considerarse necesario implantar sistemas de refrigeración debido a la baja severidad climática de los veranos.

Para este servicio los cerramientos opacos tienen también un peso mayoritario que oscila de un máximo del 47,31%(A4) a un mínimo del 44,87,(C2). Los cerramientos semitransparentes oscilan del 16,11%(A3) al 13,73%(C2), mientras que la ventilación presenta un rango del 5,13%(C4) al 1,31%(C2). Los puentes térmicos varían del 6,84%(B4) a 1,34%(C2) y la carga interna del 38,76%(C2) al 25,56%(B4).

Como se observa en este caso, la carga interna es un factor a tener en cuenta en las mejoras que se pueden intentar realizar para obtener una calificación superior; sin embargo ésta viene

tabulada por los índices ocupacionales por tanto es inherente al edificio y entonces se puede considerar una constante.

Aquí hemos de subrayar que la renovaciones que se han tomado han sido las mismas para todos los supuestos de simulación, siendo éstas las mínimas establecidas en la legislación.

### MEJORAS

Para analizar las posibles mejoras de la calificación energética se actúa sobre los elementos constructivos, ya que en cualquier escenario es posible ejecutarlos con un tipo de cerramiento u otro. Sin embargo no se han variado los generadores de frío o calor ni la energía primaria, ya que los combustibles pueden ser viables en ciertas localizaciones de las zonas climáticas y en otras no. Por otra parte la elección de la biomasa como combustible desvirtuaría el estudio.

Las soluciones constructivas para obtener la mejora se han elegido de forma que su ejecución resultase viable, y en todos los casos se ha logrado mejorar a la letra C, si bien para hacerlo ha sido más favorable la zona A3 en la que se logra utilizando 6 cm más de espesor en los aislamientos de cubierta, suelos y paredes. En el resto se alcanza también la calificación C pero mediante una combinación de aumento en el aislamiento y actuando sobre el vidrio y el marco, es decir los huecos.



En concreto para las zonas A4, B4, B3, C2, D3 y D2 es necesario para obtener una calificación C añadir 4 cm de de aislante en cubiertas y muros y mejorar los huecos y marcos, mientras que en las zonas C4, C3, C1 y D1 debemos añadir 6cm de aislante y actuar sobre los vidrios y marcos.

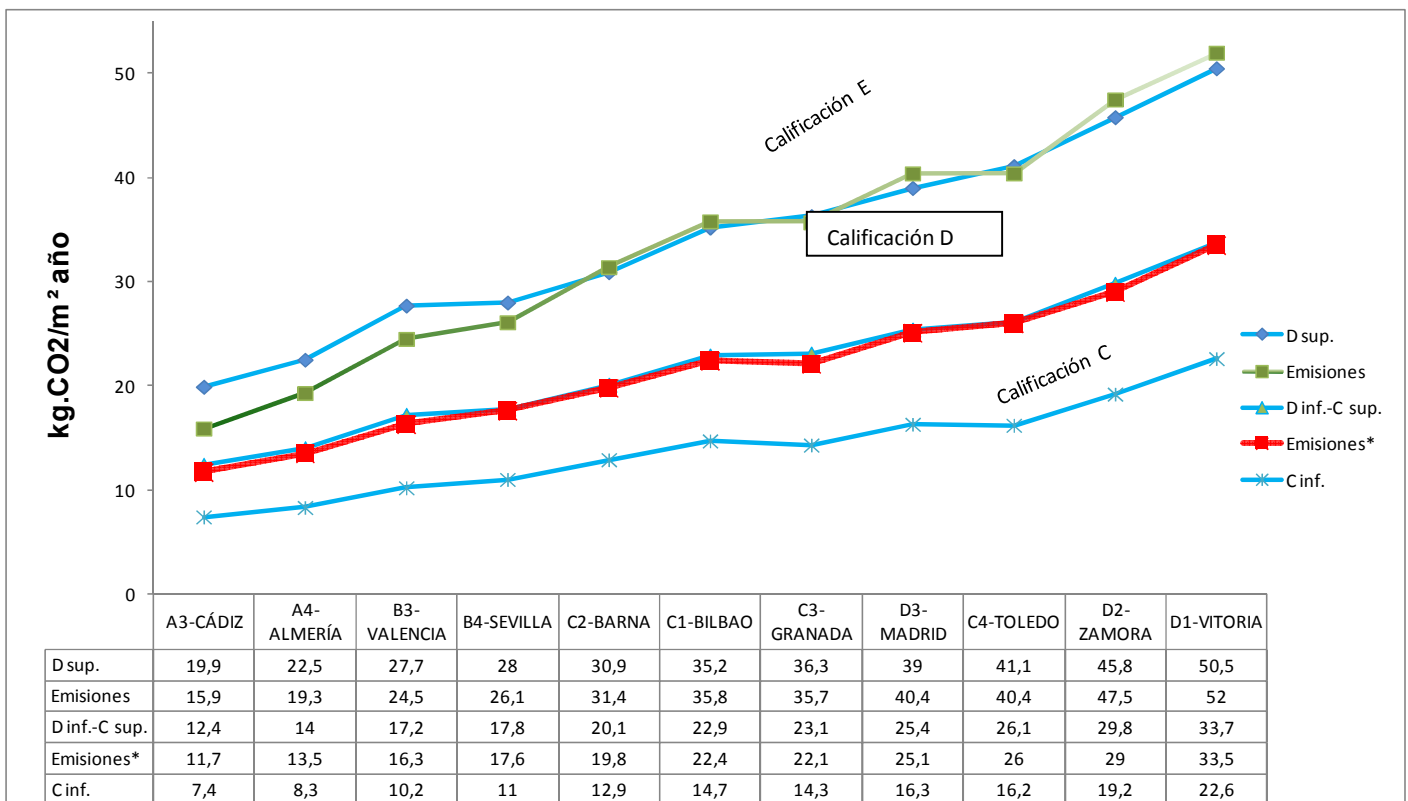
La mejora de la ventilación, menor número de renovaciones, no supone una mejora en el índice de calificación.

En cualquiera de los casos mencionados las mejoras se pueden catalogar de mínimas. Se obtiene una mejora en la escala de calificación, sin embargo si se cuantifica en el intervalo de la

letra C queda muy próxima a la letra D como se observa en la Tabla 9. Las emisiones(\*) son las obtenidas después de la mejora. Por otra parte se observa como la mejora es muy limitada y a la vez vemos como el intervalo de calificación "C" es más reducido que el "D".

La zona E1 Burgos no cumple con la limitación de la demanda por lo que no se puede calificar.

Tabla 9



### Consideraciones generales

Es decir en general tenemos oportunidades similares para alcanzar una mejora en la escala de calificación similar.

Por otra parte de la expresión calificación energética no podemos inferir que un edificio tenga la misma demanda a igualdad de escala de calificación, y por lo tanto la demanda y el consumo no se puede relacionar con la misma para zonas climáticas diferentes, aunque tenga sentido para la misma zona.

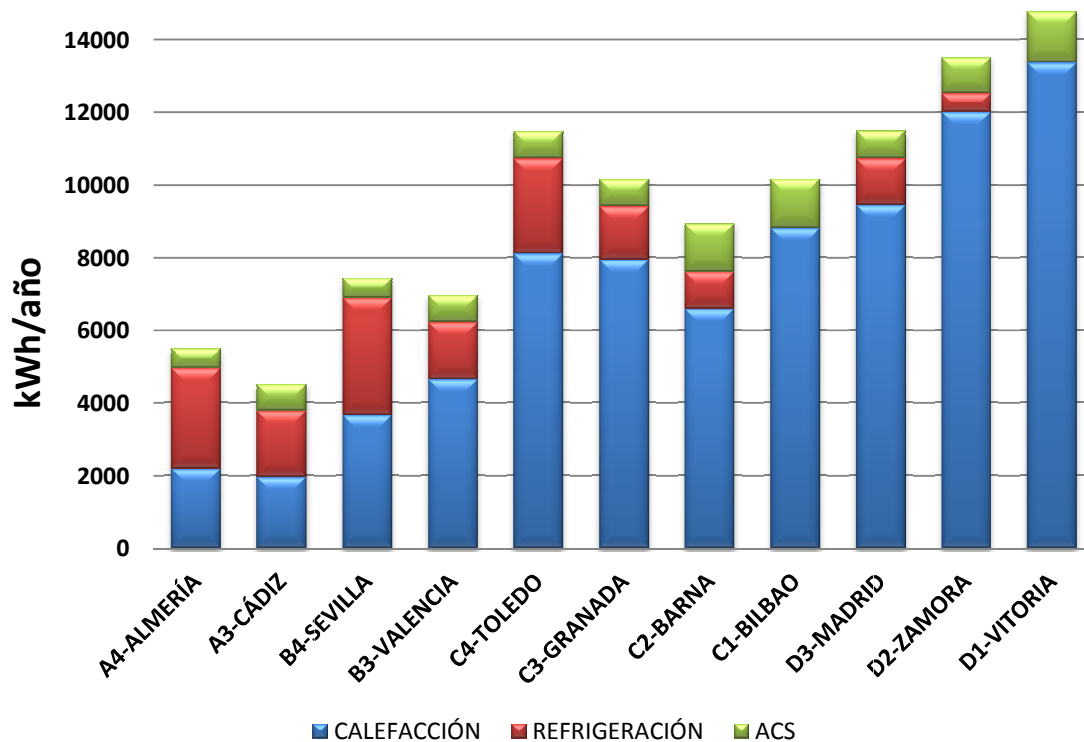
Una calificación idéntica en la letra no se traduce en una demanda energética idéntica. Por otra parte un índice de emisiones idéntico no significa que la calificación energética sea la misma. Así en la Tabla 10 se puede observar como distintas ciudades obteniendo una calificación energética idéntica en la letra tienen una demanda acusadamente diferente y por tanto un consumo dispar.

También observamos como dos ciudades -Madrid y Toledo- que tienen el mismo índice de emisiones, sin embargo, no tienen la misma calificación.



Tabla 10- Demanda energética(kWh/año) para cada zona climática

	A4-ALMERÍA	A3-CÁDIZ	B4-SEVILLA	B3-VALENCIA	C4-TOLEDO	C3-GRANADA	C2-BARNA	C1-BILBAO	D3-MADRID	D2-ZAMORA	D1-VITORIA
CALEFACCIÓN	2190,4	1954,8	3665,5	4647,2	8104,2	7942,1	6586,4	8810,2	9446,4	12009	13364
REFRIGERACIÓN	2768,9	1832	3222,5	1570,5	2612,1	1468,6	1018,4	0	1271,9	512,9	0
ACS	540,2	728,4	546,3	743	758,4	746,2	1327,3	1352,9	770,9	985,6	1405,5
TOTAL	5499,5	4515,2	7434,3	6960,7	11474,7	10156,9	8932,1	10163,1	11489,2	13507,5	14769,5
	D19,3	D15,9	D26,1	D24,5	D40,4	D35,7	E31,4	E35,8	E40,4	E47,5	E52



Como se ha descrito para efectuar el cálculo de la demanda energética se fijan unas temperaturas interiores en función de un horario y de los meses correspondientes a la temporada de invierno y de verano, esto quiere decir que los usuarios de las viviendas no intervienen en la mejor o peor calificación, sin embargo el uso que se haga de los sistemas de refrigeración y/o calefacción puede desvirtuar la demanda energética, por ello la calificación debe entenderse como una orientación respecto a unas condiciones y parámetros que pueden no ser concordantes con el uso que las personas, y su rango de bienestar térmico, demanden. Ello puede hacernos reflexionar sobre la importancia que tiene una buena gestión ya que con ello conseguiríamos acercarnos a las condiciones de confort sin elevar el consumo de energía final y por tanto de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Los cambios experimentados en la construcción de edificios así como en las instalaciones de generación de calor y frío han sido constantes desde la entrada en vigor del CTE en el año 2007, por tanto cabe preguntarse cuál es el horizonte más próximo y qué nos puede deparar. Una parte de la respuesta a lo que puede acontecer se encuentra en la actual revisión del actual Código Técnico incluyendo en su borrador la exigencia de un mayor aislamiento en los cerramientos y por otra la reciente entrada en vigor del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, cuya filosofía básica es la exigencia de mejores rendimientos de todos los componentes que intervienen en el sistema de climatización.[12]

Por otra parte la Directiva 2012, relativa a la eficiencia energética, subraya como objetivo aumentar en un 20% la



eficiencia energética en el horizonte del año 2020 y conseguir una generación de electricidad con cero emisiones para 2050.

Para obtener estos logros la Directiva apela a los organismos públicos como factor ejemplarizante en el ahorro energético y alude a la renovación de edificios residenciales y comerciales, ya que suponen el 40% de consumo de energía final en Europa. Como medios que procuren los fines antes expuestos, menciona especialmente el desarrollo de la cogeneración de alta eficiencia y los sistemas distribuidos.

El reto más inmediato es evaluar antes del 30 de Junio de 2014 que la Unión Europea logre un consumo de energía primaria no superior a 1474 Mtep y/o 1078 Mtep de energía final en 2020. [13]

Todo ello conduce a pensar que los edificios serán uno de los sectores que más se estudien y vigilen desde el punto de vista del consumo energético y que no solo los edificios residenciales sino, es un hecho, también los pequeños o gran terciario deben calificarse energéticamente.

#### **NOMENCLATURA**

Expresión de la calificación energética en función de los parámetros C1 y C2:[2] y [14]

$$C1 = \frac{I_0 R - 1}{2(R-1)} + 0,6$$

$$C2 = \frac{I_0 R' - 1}{2(R-1)} + 0,5$$

Donde:

*I<sub>0</sub>*: son las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> ó el consumo anual de energía primaria no renovable del edificio objeto calculadas de acuerdo con la metodología descrita en el documento reconocido de especificaciones técnicas de la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética y limitadas a los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

*I<sub>r</sub>* : corresponde al valor medio de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria de los edificios nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con los apartados del Documento Básico de Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación, aprobado mediante el RD 314/2006, excepto el relativo a aportación solar fotovoltaica

*R*: es el ratio entre el valor de *I<sub>r</sub>* y el valor de emisiones anuales de CO<sub>2</sub> ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10 % de los edificios

nuevos de viviendas que cumplen estrictamente con los apartados del Documento Básico de Ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación, aprobado mediante el RD 314/2006.

*I<sub>s</sub>* : corresponde al valor medio de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, para el parque existente de edificios de viviendas en el año 2006.

*R'*: es el ratio entre el valor *I<sub>s</sub>* y el valor de emisiones anuales de CO<sub>2</sub> ó el consumo anual de energía primaria no renovable de los servicios de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, correspondiente al percentil del 10% del parque existente de edificios de viviendas en el año 2006.

Los valores de *I<sub>r</sub>* , *R*, *I<sub>s</sub>* ,*R'* correspondientes a las diferentes capitales de provincia se incluyen en el documento reconocido "Escala de calificación energética". En el mismo documento se describe el procedimiento para obtenerlos en localidades que no sean capitales de provincia.

#### **CONCLUSIONES**

El análisis de la calificación energética en España de un edificio caracterizado por cerramientos que cumplen estrictamente con la DB HE1: "Limitación de la demanda energética" del Código Técnico de la Edificación refleja que la calificación energética en las diferentes zonas climáticas es similar y en ocasiones casi idéntica. Ello quiere decir que la legislación pretende dar igualdad en la escala de calificación independientemente del clima en el que esté situado el edificio objeto.

*Es decir en las diferentes zonas climáticas tenemos oportunidades similares para alcanzar las mismas mejoras en la escala.*

Por otra parte el análisis de las posibles mejoras prevee un mejor índice energético con la misma inversión sobre los cerramientos. Sin embargo si analizamos la demanda energética es muy dispar, llegando a la conclusión que en una misma zona climática la relación escala de calificación energética-demanda energética es pareja mientras que si lo hacemos en diferentes zonas este binomio no refleja la demanda y por tanto el consumo energético real.

Los programas informáticos destinados a la calificación energética de los edificios deberían incorporar, todos, un estudio económico de las mejoras. No en vano la Directiva 2010/31 UE en su art. 11 expresa: "...el certificado de eficiencia energética deberá incluir recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de eficiencia energética de un edificio...". De esta forma aportarían una calificación con



indicación de las mejoras y el coste derivado de la intervención. [15] y [16]

La obligatoriedad de reflejar mediante una etiqueta de calificación energética en todos los edificios públicos y en algunos privados es reveladora del camino a seguir en los próximos años.

Un complemento de la calificación energética puede ser el análisis de ciclo de vida (LCA) de los materiales y los sistemas incorporados a la edificación. De este modo obtendríamos los valores energéticos que a su vez nos servirían de indicadores del coste energético de un producto determinado desde su construcción hasta su retirada a vertedero o incluso los costes de reutilización.

La calificación energética depende de los usos y costumbres de la población, esta calificación se verá alterada considerablemente si las personas que habitan la vivienda fluctúan o varían las mismas. Ello puede llevar a pensar que una política de educación en el uso, mantenimiento y explotación de los elementos generadores redundará en el ahorro energético que es el fin de cualquier política energética actual en Europa. [17]

## REFERENCIAS

- [1] IDAE, "Informe anual de consumos energéticos", 2011
- [2] R.D. 235/2013 de 5 de Abril por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los Edificios.
- [3] García Lastra, A., García Laespada, A., Soto Francés, V., Pinazo Ojer, J.M., Atecyr. 2008, "Entrada de datos a los programas Líder y Calener VyP".
- [4] R. D 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación
- [5] Manual de Usuario. Cerma v 2.2 Junio de 2011
- [6] <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo>
- [7] Instituto Eduardo Torroja, 2008, "Catálogo de elementos constructivos del CTE"
- [8] Soto Francés, V.M., Madrid 2008 "Guía Técnica. Procedimientos y aspectos de la simulación de instalaciones térmicas en edificios". IDEA
- [9] García Lastra, A., García Laespada, A., Soto Francés, V., Pinazo Ojer, J.M., Atecyr. "Certificación de eficiencia Energética bajo el R.D. 47/2007
- [10] Grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla. IDEA, Madrid 2009 "Escala de calificación energética. Edificios de nueva construcción".
- [11] , Grupo de Termotecnia de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Sevilla. IDEA, Madrid 2011, "Escala de calificación energética. Edificios existentes".
- [12] RD 1027/2007 de 20 julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios
- [13] Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del C Consejo de 25 de octubre de 2012
- [14] R.D. 47/2007, de 19 de enero, de 2007 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción
- [15] Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios
- [16] "Procedimientos simplificados para la certificación de viviendas de nueva construcción: Cerma, CE2, CES". Atecyr. 2011.
- [17] Amecke, H., Energy Policy, 2012 "The impact of energy performance certificates: A survey of German home owners".