

# Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios



## **Título de la publicación**

Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios

## **Contenido**

Este documento ha sido elaborado con la colaboración del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja – CSIC y de la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía, AICIA.

Está permitida la reproducción, parcial o total, del presente documento, siempre que esté destinado al ejercicio profesional de los técnicos del sector. Por el contrario, debe contar con aprobación por escrito cuando esté destinado a fines editoriales en cualquier soporte impreso o electrónico.



## Índice

1	Objeto del documento.....	4
2	Características generales de los procedimientos de cálculo .....	4
3	Precisión de los procedimientos de cálculo .....	5
4	Tipos de datos .....	7
5	Solicitaciones exteriores de cálculo .....	7
6	Solicitaciones interiores de cálculo y condiciones operacionales .....	8
7	Condiciones de contorno en las superficies interiores y exteriores .....	9
8	Transmisión y radiación en cerramientos opacos y el terreno .....	10
9	Transmisión y radiación en huecos.....	10
10	Renovación de aire.....	11
11	Equipos.....	12
12	Coeficientes de paso .....	13
13	Definición del edificio de referencia a partir del edificio objeto .....	14
14	Soluciones constructivas y otros parámetros del edificio de referencia .....	18



## 1 Objeto del documento

Este documento tiene por objeto recoger las consideraciones técnicas relativas a los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios en España, ya sea con el objetivo de emplear los resultados obtenidos para la certificación energética de los edificios o para la verificación de las exigencias reglamentarias del Documento Básico DB-HE del CTE.

## 2 Características generales de los procedimientos de cálculo

Los procedimientos de cálculo deberán ajustarse a las condiciones establecidas en este documento y a las fijadas en el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE) en lo referido a “Procedimientos de cálculo del consumo energético” y “Procedimientos de cálculo de la demanda”.

Para el cálculo de la demanda y el consumo energético los procedimientos deben tener en cuenta, de forma detallada o simplificada, la evolución hora a hora de los procesos térmicos, el comportamiento de las instalaciones así como las aportaciones de energía procedente de fuentes renovables. También, los procedimientos deben tener en cuenta la categorización de los espacios del edificio definida en el DB-HE, diferenciando entre espacios habitables y espacios no habitables, y distinguiendo los espacios habitables según su carga interna (baja, media, alta o muy alta) y nivel de acondicionamiento (acondicionados o no acondicionados).

También, en cumplimiento del marco general común del cálculo de la eficiencia energética de los edificios recogido en la Directiva 2010/31/CE, los procedimientos deben permitir tener en cuenta, de forma detallada o simplificada, y dentro de su alcance específico, los siguientes aspectos en relación al comportamiento energético del edificio:

- a) las siguientes características térmicas reales del edificio, incluidas sus divisiones internas:
  - i) capacidad térmica,
  - ii) aislamiento,
  - iii) calefacción pasiva,
  - iv) elementos de refrigeración, y
  - v) puentes térmicos;
- b) la instalación de calefacción y de agua caliente, y sus características de aislamiento;
- c) las instalaciones de aire acondicionado;
- d) la ventilación natural y mecánica, lo que podrá incluir la estanqueidad del aire;
- e) la instalación de iluminación incorporada (especialmente en la parte no residencial);
- f) el diseño, emplazamiento y orientación del edificio, incluidas las condiciones climáticas exteriores;
- g) las instalaciones solares pasivas y protección solar;
- h) las condiciones ambientales interiores, incluidas las condiciones ambientales interiores proyectadas;
- i) las cargas internas;
- j) la incidencia positiva de los siguientes aspectos, cuando resulten pertinentes:
  - i) condiciones locales de exposición al sol, sistemas solares activos u otros sistemas de



calefacción o producción de electricidad basados en energía procedente de fuentes renovables;

ii) electricidad producida por cogeneración;

iii) sistemas urbanos o centrales de calefacción y refrigeración;

iv) iluminación natural.

### **3 Precisión de los procedimientos de cálculo**

La capacidad de los procedimientos de cálculo para obtener resultados con una precisión suficiente para su uso en la evaluación de la eficiencia energética de los edificios se puede acreditar, bien por hacer uso de un motor de cálculo de referencia (DOE2, BLAST, ESP, SRES/SUN (SERIRES/SUNCODE), SERIRES, S3PAS (LIDER/CALENER), TAS, TRNSYS, EnergyPlus) cuya precisión se considera contrastada, o bien mediante justificación específica sobre su precisión en un informe de resultados cuyo contenido se describe a continuación.

#### **3.1 Informe de resultados para procedimientos basados en la norma UNE-EN ISO 13790**

Para el caso de procedimientos dinámicos, en base horaria, simplificados o detallados, que se ajusten a lo establecido en la norma UNE-EN ISO 13790, el informe de resultados debe verificar la capacidad del procedimiento de alcanzar, siguiendo la metodología establecida en la norma EN 15265, un nivel de precisión igual o superior a C en el cálculo de las demandas de calefacción y refrigeración (desviaciones de cada demanda inferiores a un 15% de la demanda combinada).

El informe incluirá para cada caso de prueba, y para los indicadores demanda de calefacción y demanda de refrigeración: los valores obtenidos por el procedimiento, los resultados de referencia, y el nivel de precisión alcanzado (A, B, o C).

#### **3.2 Informe de resultados para otros procedimientos**

Para el resto de procedimientos, el informe de resultados debe verificar que el procedimiento no se desvía, para los parámetros y casos que se detallan a continuación, en más de un 15% de los valores obtenidos usando cualquiera de los motores de cálculo de referencia (DOE2, BLAST, ESP, SRES/SUN (SERIRES/SUNCODE), SERIRES, S3PAS (LIDER/CALENER), TAS, TRNSYS, EnergyPlus).



La siguiente tabla relaciona los casos de prueba, detallados en la norma ANSI/ASHRAE 140 (BESTEST), así como sus características principales:

Caso	Nº de zonas	Sistema de acondicionamiento	Tipo de inercia	Orientación vidrios	Dispositivos de sombra	Comentario
600	1	20,27	Baja	Sur	No	Test de transmisión solar Sur
600FF	1	Evolución libre	Baja	Sur	No	Test de transmisión solar Sur, sin sistema
610	1	20,27	Baja	Sur	Voladizo	Test de voladizo Sur
620	1	20,27	Baja	Este-Oeste	No	Test de transmisión solar Este, Oeste
630	1	20,27	Baja	Este-Oeste	1m (voladizos y salientes laterales)	Test de sombreado Este, Oeste
640	1	Día/Noche	Baja	Sur	No	Test de sistema Día/Noche
650	1	Ventilación	Baja	Sur	No	Test de sistema con ventilación
650FF	1	Evolución libre	Baja	Sur	No	Test de sistema con ventilación
900	1	20, 27	Alta	Sur	No	Test de transmisión solar Sur
900FF	1	Evolución libre	Alta	Sur	No	Test de transmisión solar Sur, sin sistema
910	1	20, 27	Alta	Sur	Voladizo	Test de voladizo Sur
920	1	20, 27	Alta	Este-Oeste	No	Test de transmisión solar Este, Oeste
930	1	20, 27	Alta	Este-Oeste	1m	Test de sombreado Este, Oeste
940	1	Día / Noche	Alta	Sur	No	Test de sistema Día/Noche
950	1	Ventilación	Alta	Sur	No	Test de sistema con ventilación
950FF	1	Evolución libre	Alta	Sur	No	Test de sistema con ventilación
960	2	20, 27	Baja y alta	Sur	No	Test de edificio multizona

Los parámetros que se deben proporcionar para los casos anteriores se recogen en las siguientes tablas:

Caso	Demanda de calefacción (kWh/m <sup>2</sup> )	Demanda de refrigeración (kWh/m <sup>2</sup> )
600		
610		
620		
630		
640		
650		
900		
910		
920		
930		
940		
950		

Caso	Temperatura máxima anual	Temperatura mínima anual	Temperatura media anual
600FF			
650FF			
900FF			
950FF			
960			

Caso	Concepto	Parámetros a proporcionar
900FF	Frecuencia anual de temperaturas	Media, desviación típica
600FF	Evolución de temperaturas el 4 de enero	Media, diferencia máxima de temperaturas
650FF	Evolución de temperaturas el 27 de julio	Media, diferencia máxima de temperaturas
900FF	Evolución de temperaturas el 4 de enero	Media, diferencia máxima de temperaturas
950FF	Evolución de temperaturas el 27 de julio	Media, diferencia máxima de temperaturas



## 4 Tipos de datos

A efectos de interpretación del documento y de los parámetros que deben considerar los procedimientos de cálculo, se han definido los siguientes tipos de valores:

Tipo 1.- Valores obligatorios, definidos reglamentariamente, o en otros documentos emitidos por el Ministerio de Fomento o Ministerio de Industria, Energía y Turismo, que deben adoptarse sin modificación.

Tipo 2.- Valores ligados al procedimiento de cálculo que pueden ser modificados por otros obtenidos por procedimientos o fuentes de validez contrastada y con justificación específica, cuando estos resulten más coherentes con el procedimiento de cálculo utilizado.

Tipo 3.- Valores relacionados con el proyecto o las soluciones del edificio existente, de los que se toman sus valores. En algunos casos, se aportan valores por defecto que se podrían adoptar en ausencia de datos específicos más ajustados a las condiciones del edificio.

## 5 Solicitaciones exteriores de cálculo

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Caracterización climática</b>	1	Zona climática	Zona climática según Apéndice B de la sección HE1 del DB-HE	
<b>Datos climáticos determinantes</b>	1	Temperatura seca, humedad relativa, irradiancia solar sobre plano horizontal	Fichero climático. Disponible en documento descriptivo climas de referencia. Septiembre 2013. MFOM-DGAVS	Los datos de radiación incluidos en los ficheros climáticos son coherentes con la latitud definida en ellos.
<b>Otros datos climáticos</b>	2	Temperatura efectiva del cielo, irradiancia solar directa, irradiancia solar difusa, humedad específica, azimut solar, cénit solar	Fichero climático. Disponible en documento descriptivo climas de referencia. Septiembre 2013. MFOM-DGAVS	



## 6 Solicitaciones interiores de cálculo y condiciones operacionales

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Perfil de uso en edificios de uso residencial</b>	1	Temperaturas de consigna baja y alta, carga de ocupación, carga de iluminación, carga de equipos y niveles de ventilación	Perfiles de uso. Disponibles en Apéndice C de la sección HE1 del DB-HE	
<b>Perfil de uso en edificios de uso distinto al residencial</b>	3	Temperaturas de consigna baja y alta, cargas de ocupación, carga de iluminación, equipos y niveles de ventilación verano e invierno	Perfiles de uso. Disponibles en Apéndice C de la sección HE1 del DB-HE	Se pueden emplear otros perfiles que reflejen adecuadamente el uso del edificio
<b>Periodo de aplicación de condiciones diferenciadas de los elementos de oscurecimiento y las protecciones solares móviles</b>	3	Periodo de aplicación de condiciones diferenciadas de elementos de oscurecimiento y protecciones solares móviles (persianas, cortinas, toldos...)	1 de junio a 30 de septiembre	Otros períodos pueden ajustarse más adecuadamente al período de utilización de estos elementos
<b>Régimen diario y modo de operación de los elementos de oscurecimiento en edificios de uso residencial privado</b>	1	Accionamiento (sí/no) y % de superficie máxima del hueco oscurecida por el accionamiento de los elementos de oscurecimiento	<u>Durante el período de aplicación</u> Día (8h-24h): sí, 30% superficie oscurecida Noche (0h-8h): no <u>Resto del año</u> Día (8h-24h): no Noche (0-8h): sí,100% superficie oscurecida	La actuación de estos elementos se considera independiente de la de otras protecciones solares móviles.
<b>Régimen diario de operación de las protecciones solares móviles</b>	3	Accionamiento de las protecciones solares móviles durante el día y la noche (si/no) en el período de utilización a efectos de modificación del factor solar	Día (8h-24h): sí; Noche (0h-8h): no	Otros períodos y horarios podrían adecuarse mejor al régimen previsto de uso, o al uso de dispositivos de control





## 7 Condiciones de contorno en las superficies interiores y exteriores

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
Radiación solar reflejada por las superficies adyacentes	2	Reflectividad de las superficies adyacentes. Albedo	$\rho = 0,2$	
Absorción de radiación solar por el terreno	2	Absortividad del terreno	$\alpha = 0,8$	
Absorción de radiación solar incidente en las superficies opacas exteriores	3	Absortividad $\alpha$	$\alpha = 0,6$	
Intercambio radiante de onda larga (infrarrojo) entre las superficies exteriores del edificio y su entorno	1	Emisividad de las superficies adyacentes al edificio	$\varepsilon = 1$ (cuerpos negros)	
Intercambio radiante de onda larga (infrarrojo) en superficies exteriores del edificio y su entorno	2	Emisividad de onda larga en superficies exteriores del edificio	$\varepsilon = 0,9$	
Transmisión de calor por convección en superficies exteriores del edificio	2	Coeficiente de película de la superficie exterior	$h_c = 20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
Tratamiento mixto del intercambio convectivo y radiante de onda larga en superficies exteriores del edificio	2	Resistencia térmica superficial exterior $R_{se}$ $[(\text{m}^2\text{K})/\text{W}]$	Valores según tabla 1 del DA DB-HE/1	Para procedimientos que no tratan la convección y el intercambio radiante de onda larga de forma independiente
Radiación solar absorbida por las superficies interiores	2	Absortividad $\alpha$ de onda corta de la superficie interior	$\alpha = 0,6$	Para el caso en el que el procedimiento calcule la redistribución
Radiación solar absorbida por las superficies interiores	2	Porcentaje del suelo cubierto por mobiliario	50%	Distribución de la radiación incidente entre suelo y mobiliario para el caso en el que el procedimiento calcule la redistribución
Radiación solar absorbida por las superficies interiores	2	Fracciones de reparto: suelo, mobiliario, techo y paredes	0,3; 0,3; 0,07; y 0,33 respectivamente (ponderado por área)	Para el caso en el que el procedimiento no calcule la redistribución
Absorción de radiación procedente de fuentes internas	2	Fracción radiante de las fuentes internas	- ocupantes 0,6 (de la componente sensible); - iluminación: 0,8 - equipos: 0,7	
Absorción de radiación procedente de fuentes internas	2	Porcentaje de radiación procedente de las fuentes internas absorbida por las superficies interiores de cerramientos	Proporcional a las áreas	
Intercambio radiante de onda larga (infrarrojo) entre las superficies interiores	2	Emisividad $\varepsilon$ de onda larga en superficies interiores	$\varepsilon = 0,9$	
Transmisión de calor por convección en superficies interiores	2	Coeficiente de película por convección de la superficie interior $(\text{W}/\text{m}^2\text{K})$	$h_c = 2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
Tratamiento mixto del intercambio convectivo y radiante de onda larga en superficies interiores del edificio	2	Resistencia térmica superficial interior $R_{si}$ $[(\text{m}^2\text{K})/\text{W}]$	Valores según tabla 6 del DA DB-HE/1	Para procedimientos que no tratan la convección y el intercambio radiante de onda larga de forma independiente



<b>Peso y calor específico del mobiliario en el interior del edificio de uso residencial privado</b>	1	Calor específico y peso medio de mobiliario	Calor específico: 1200 J/kgK Peso: 45 kg/m <sup>2</sup>	Para el tratamiento de la inercia asociada al mobiliario, bien como elemento independiente o como capacidad térmica agregada a la del aire
<b>Peso y calor específico del mobiliario en el interior del edificio en edificios de uso distinto al residencial privado</b>	3	Calor específico y peso medio de mobiliario	Calor específico: 1200 J/kgK Peso: 30 kg/m <sup>2</sup>	Para el tratamiento de la inercia asociada al mobiliario, bien como elemento independiente o como capacidad térmica agregada a la del aire

## 8 Transmisión y radiación en cerramientos opacos y el terreno

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Transmisión unidimensional por conducción</b>	3	Conductividad $\lambda$ , resistencia térmica R, densidad $\rho$ y capacidad calorífica c	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	
<b>Transmisión bidimensional o tridimensional por conducción, puentes térmicos</b>	3	Transmitancia térmica lineal $\psi$ o puntual $\chi$ , en su caso	En proyecto, calculada a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	Además de poder calcularse los valores según programas específicos de puentes térmicos, se dispone de valores incluidos en catálogos o atlas de puentes térmicos, como el del DA DB-HE/3
<b>Transmisión a través de cerramientos en contacto con el terreno</b>	2	Conductividad $\lambda$ , densidad $\rho$ y calor específico del terreno $c_e$	$\lambda = 2$ W/mK, $\rho = 2000$ kg/m <sup>3</sup> , $c_e = 1000$ J/kgK	

## 9 Transmisión y radiación en huecos

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Transmisión por conducción en huecos</b>	3	Transmitancia térmica (U) de huecos semitransparentes y puertas	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	En huecos semitransparentes se refiere a la transmitancia térmica (U) conjunta de vidrio y marco
<b>Absorción de radiación de onda corta en la superficie exterior de huecos semitransparentes y puertas</b>	3	Absortividad $\alpha$	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	En ausencia de datos específicos, se pueden emplear en huecos semitransparentes los valores del Documento de Apoyo DA DB-HE/1 en función del color del marco, y en puertas $\alpha = 0,7$
<b>Modificación de la transmisión por conducción y factor solar en huecos con elementos de oscurecimiento durante el periodo de aplicación de condiciones diferenciadas, en edificios de uso residencial privado</b>	3	Modificación del factor solar (g) y la transmitancia térmica del hueco (U) cuando los elementos de oscurecimiento están accionados	Según características del elemento de oscurecimiento y modo de operación indicado en el punto 4	En ausencia de datos específicos: $g_{\text{modificado}} = 0,7 \cdot g_{\text{original}}$ $U_{\text{modificado}} = U_{\text{original}} \cdot (0,70 + 0,30 / (1 + 0,165 U_{\text{original}}))$
<b>Sombra de protecciones solares</b>	3	Factor de sombra para elementos de protección solar fijos y estacionales		En ausencia de datos específicos se pueden emplear los valores del Documento de Apoyo DA DB-HE/1



## 10 Renovación de aire

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Escenarios de cálculo</b>	2	Velocidad del viento para el cálculo de la renovación de aire	El caudal de aire intercambiado con el exterior se calculará como promedio de los obtenidos para velocidad del viento igual a 0m/s y 4 m/s.	En los espacios de edificios no destinados a vivienda se supone que, durante las horas de ocupación, un sistema de impulsión compensa la infiltración, coincidiendo el caudal de aire exterior con el de ventilación. En uso residencial privado se considera un caudal de extracción de 50 l/s, adicional al caudal de aire exterior mínimo, debido al uso de una campana extractora en la cocina durante 1 hora al día.
<b>Tasa de renovación de aire en zonas no habitables</b>	3	Estanqueidad de la zona no habitable	Número de renovaciones en una hora (ren/h)	Por defecto se pueden adoptar los valores indicados en Documento de Apoyo DA DB-HE/1, pudiendo adoptar valores de proyecto o del edificio existente cuando existan sistemas específicos.
<b>Infiltración por opacos</b>	1	Exponente de caudal (n) de la parte opaca de muros de fachada y cubiertas	n = 0,67	
<b>Infiltración por opacos</b>	3	Coefficiente de caudal de aire (C) de la parte opaca de muros de fachada y cubiertas, a 100Pa	Coefficiente de flujo C para opacos:  - Edificio nuevo o edificio existente en el que se hayan llevado a cabo intervenciones ligadas a una disminución de la infiltración por opacos : 16 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>  - Edificio existente: 29 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	Pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto (en edificios en proyecto) o solución existente (en edificios terminados o en edificios existentes), o mediante ensayo
<b>Infiltración por huecos</b>	1	Exponente de caudal (n) de huecos (puertas y ventanas)	n = 0,67	
<b>Infiltración por huecos</b>	3	Coefficiente de caudal de aire (C) de huecos (puertas y ventanas) a 100Pa	Coefficiente C por defecto para puertas: 60 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> Coefficiente C por defecto para ventanas, según clase de permeabilidad (UNE-EN 12207): - Clase 1: 50,0 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> - Clase 2: 27,0 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> - Clase 3: 9,0 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> - Clase 4: 3,0 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup>	Pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto (en edificios en proyecto) o solución existente (en edificios terminados o en edificios existentes), o mediante ensayo
<b>Infiltración por aberturas de admisión</b>	3	Exponente de caudal (n) de aberturas de admisión	n = 0,50	Pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto (en edificios en proyecto) o solución existente (en edificios terminados o en edificios existentes), o mediante ensayo
<b>Infiltración por aberturas de admisión</b>	3	Tipo y comportamiento de las aberturas de admisión	Por defecto, se consideran aberturas convencionales, encontrándose abiertas un 50%	Para otros tipos (autorregulables, antirretorno, etc) pueden justificarse valores alternativos



			del tiempo y cerradas el 50% del tiempo restante. Su comportamiento está definido por la curva $qv = C \cdot (\Delta P)^n$	según datos de proyecto o solución existente, o mediante ensayo.
<b>Infiltración por aberturas de admisión</b>	3	Coeficiente de caudal de aire (C) a 100Pa	Coeficiente de caudal de aire por defecto $C = 1 \text{ 0 m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ .	Pueden justificarse valores alternativos según datos de proyecto (en edificios en proyecto) o solución existente (en edificios terminados o en edificios existentes), o mediante ensayo
<b>Coeficientes de presión</b>	3	Coeficientes de presión para considerar el efecto del viento	$C_{p \text{ expuesto}} = +0,25$ para las fachadas a barlovento, $C_{p \text{ no expuesto}} = -0,50$ para las fachadas a sotavento, $C_{p \text{ cubiertas}} = -0,60$ para cubiertas (ángulo con la vertical $\leq 60^\circ$ ) Se considera que los elementos expuestos tienen un 50% de su superficie a barlovento y otro 50% a sotavento	La norma UNE-EN 15242 incluye más información sobre procedimientos de determinación de los coeficientes de presión.
<b>Exposición al viento</b>	3	Área expuesta	Se puede considerar, por defecto, que los elementos expuestos tienen un 50% de su superficie a barlovento y otro 50% a sotavento	

## 11 Equipos

Descripción	Tipo	Datos	Valor	Observaciones
<b>Características de los equipos de climatización a considerar por defecto en espacios no dotados de sistemas de climatización en edificios de uso residencial privado</b>	1	Rendimiento	Tabla 2.2 Sección HE0 del DB-HE	
<b>Comportamiento de los sistemas energéticos</b>	3	Curvas de rendimiento de equipos, factores de corrección	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	
<b>Potencia de los generadores térmicos</b>	3	Potencia de los equipos	En proyecto, a partir de valores de proyecto. En edificios construidos, a partir de solución existente	En el caso de que los sistemas definidos por el usuario no permitan operar dentro de las temperaturas de consigna fijadas, se supondrá que son suplementados por equipos con potencia suficiente para alcanzar dichas condiciones y con características iguales a los definidos para el edificio de referencia.



## 12 Coeficientes de paso

Los coeficientes de paso de energía final a energía primaria no renovable y a emisiones serán los recogidos en el Documento reconocido del RITE “Factores de emisión de CO<sub>2</sub> y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España”.

Nota 1: Para el caso del vector energético “electricidad”, se emplearán los valores de “Electricidad convencional peninsular” en el caso de edificios situados en la península, mientras que se emplearán los valores de cada territorio específico para los situados en Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla.

Nota 2: Para el caso del vector energético “biocarburante” el factor de paso aplicable es el de “biomasa densificada (pellets)”, mientras que el de “fueloil” el factor de paso aplicable es el de “gasoil”.



### 13 Definición del edificio de referencia a partir del edificio objeto

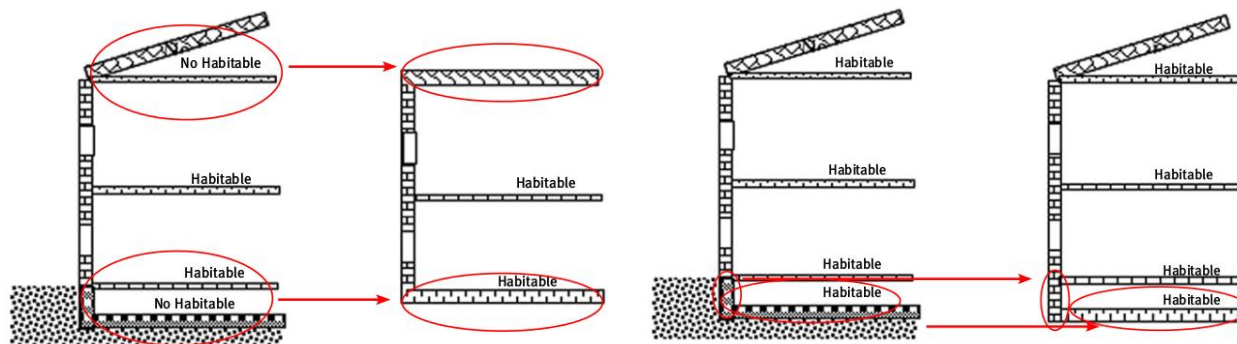
Complementariamente a los parámetros establecidos en el DB-HE1 se indica a continuación el procedimiento para obtener el edificio de referencia a partir del edificio objeto. Los valores de los parámetros o conceptos a los que no se hace referencia se considera que no difieren de los definidos para el edificio objeto.

#### Elementos constructivos de espacios habitables

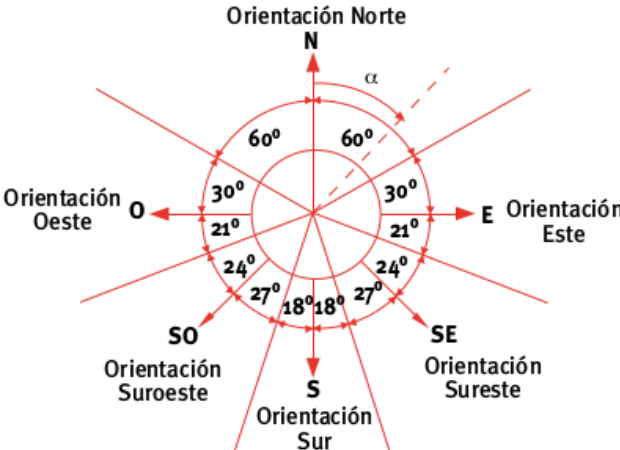
Descripción	Parámetros	Edificio de referencia	Observaciones
<b>Muros exteriores de los espacios habitables</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	
<b>Muros de espacios habitables en contacto con el terreno o con espacios no habitables</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	Se considera el muro en contacto con el exterior en vez de en contacto con el terreno y se suprimen los espacios no habitables (véase la figura inferior)
<b>Cubiertas exteriores (planas o inclinadas) de espacios habitables</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	
<b>Forjados de espacios habitables en contacto con espacios no habitables</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	Se sustituye el forjado entre el espacio no habitable y el habitable inmediatamente inferior por la cubierta de referencia (véase la figura inferior)
<b>Suelos de espacios habitables en contacto con el exterior</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	
<b>Suelos de espacios habitables en contacto con el terreno o con espacios no habitables</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	Se considera suelo en contacto con el exterior en vez de en contacto con el terreno o con un espacio no habitable (véase la figura inferior)
<b>Forjados y particiones interiores</b>	Espesor y propiedades de las capas	Según soluciones constructivas de referencia	
<b>Puentes térmicos lineales</b>	Transmitancia térmica lineal	Según soluciones constructivas de referencia	
<b>Huecos</b>	Dimensiones, si el porcentaje de huecos no supera el 60% en cada orientación asimilada	Como en el edificio objeto	
	Dimensiones, si el porcentaje de huecos supera el 60% en alguna orientación asimilada	Para cada orientación en la que el porcentaje de huecos supere el 60%, se modificarán las superficies de todos los huecos de dicha orientación hasta que el valor de ese porcentaje sea del 60%	La parte de hueco eliminada se sustituye por el muro de referencia que corresponda en función de la zona climática
	Transmitancia	Según valores establecidos para el edificio de referencia en el DB-HE1	En el edificio de referencia todos los huecos que den a la misma orientación asimilada tienen la misma transmitancia

	Factor solar	Invierno: Según valor de soluciones constructivas de referencia en función de la transmitancia térmica del hueco. Verano: Según valores establecidos para el edificio de referencia en el DB-HE1, cuando se defina, o igual al factor solar de invierno en otro caso	Su valor se obtendrá añadiendo a cada hueco un elemento ficticio de sombra, cuyo factor de sombra multiplicado por el factor solar de invierno coincida con el valor límite. El elemento de sombra ficticio que se añada eventualmente no modifica la transmitancia del hueco
	Retranqueos	Como en el edificio objeto	
	Obstáculos de fachada que forman parte de la envolvente del edificio	Como en el edificio objeto	
	Otros obstáculos de fachada	Se ignoran	
	Elementos de sombra exteriores adicionales al acristalamiento	Se ignoran	
	Permeabilidad	Según valor límite establecido en el DB-HE1.	
<b>Lucernarios</b>	Dimensiones, si el porcentaje de lucernarios no supera el 5% de la cubierta	Como en el edificio objeto	
	Dimensiones, si el porcentaje de lucernarios supera el 5% de la cubierta	Se establece una superficie igual al 5% de la cubierta	La parte de lucernario eliminada se sustituye por la solución de cubierta de referencia
	Transmitancia	Igual a la transmitancia límite de cubierta establecida para el edificio de referencia en el DB-HE1	
	Factor solar	Invierno: 0,7 Verano: El factor solar total debe ser el valor límite establecido para el edificio de referencia en el DB-HE1	Se considera el acristalamiento y marco de manera independiente
	Elementos de sombra exteriores o integrados	Se ignoran dichos elementos	Al igual que en los huecos, se mantienen como elementos de sombra los retranqueos y obstáculos de fachada que formen parte de la envolvente del edificio.
	Permeabilidad	Según valor límite establecido en el DB-HE1	
<b>Puertas con superficie acristalada inferior al 50%</b>	Permeabilidad	Como en el edificio objeto	

### Transformación geométrica y constructiva de muros, cubiertas y suelos del edificio de referencia



### Direcciones asimiladas para elementos constructivos

	Norte	$\alpha < 60; \alpha \geq 300$
	Este	$60 \leq \alpha < 111$
	Sureste	$111 \leq \alpha < 162$
	Sur	$162 \leq \alpha < 198$
	Suroeste	$198 \leq \alpha < 249$
	Oeste	$249 \leq \alpha < 300$

### Elementos constructivos de espacios no habitables

Descripción	Parámetros	Edificio de referencia	Observaciones
Cerramientos opacos y semitransparentes de espacios no habitables que dan al exterior o están en contacto con el terreno	Todos	No procede	Desaparecen al eliminar todo espacio no habitable

### Cargas internas y condiciones operacionales

Descripción	Parámetros	Edificio de referencia	Observaciones
Espacios habitables acondicionados	Condiciones operacionales	Perfil de uso igual al del edificio objeto	
	Fuentes internas		
	Ventilación		
Espacios habitables no acondicionados	Condiciones operacionales	Perfil de uso igual al del edificio objeto	En edificios de uso residencial privado se consideran todos los espacios habitables como acondicionados
	Fuentes internas		
	Ventilación		
Espacios no habitables	Condiciones operacionales	No procede	Los espacios no habitables no aparecen en el edificio de referencia
	Fuentes internas		Los espacios no habitables no aparecen en el edificio de referencia
	Ventilación		Los cerramientos que los separan de espacios habitables se convierten en cerramientos exteriores con las soluciones de referencia





## Sistemas para edificios de uso distinto al residencial

Descripción	Parámetros	Edificio de referencia	Observaciones
<b>Sistemas de iluminación</b>	Potencia instalada	Igual a la potencia del edificio objeto multiplicada por el ratio $VEEI_{ref}/VEEI_{obj}$	$VEEI_{ref}$ corresponde al valor límite de referencia, que equivale al valor límite vigente en el DB-HE3 en su versión de 2009. Se debe mantener el mismo nivel de iluminación en el edificio objeto y en el de referencia
	Horario de funcionamiento	Como en el edificio objeto	
	Control de la iluminación artificial en función de la luz natural	No tiene	
<b>Sistemas de ACS</b>	Demanda de ACS	Como en el edificio objeto	Se entiende por demanda a la cantidad, variación horaria y temperatura de uso del agua caliente sanitaria
	Sistema de generación	Sistema con rendimiento térmico medio estacional igual a 1	En el caso de existir aporte solar, se considerará como sistema de generación al sistema auxiliar
	Porcentaje de cobertura solar	El mínimo establecido por el DB-HE4	
<b>Sistemas de climatización</b>	Condiciones operacionales	Como en el edificio objeto.	Se entiende por condiciones operacionales al horario de funcionamiento y las temperaturas de consigna para calefacción/refrigeración.
	Caudal de aire exterior (ventilación)	Los mismos caudales de aire exterior en cada zona que los del edificio objeto	Se debe mantener la misma calidad de aire en el edificio objeto que en el de referencia
	Sistema de calefacción	Sistema de generación térmica mediante combustible gasóleo con rendimiento medio estacional de 0,7	El sistema deberá suministrar la demanda de calor más la ventilación, para cada zona
	Sistema de refrigeración	Sistema eléctrico con rendimiento medio estacional de 1,7	El sistema deberá suministrar la demanda de frío más la ventilación, para cada zona



## 14 Soluciones constructivas y otros parámetros del edificio de referencia

### Muros exteriores

Material*	e (mm)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p</sub> (J/kgK)
Mortero de cemento	15	1,30	0,012	1900	1000
Ladrillo perforado	115	0,50	0,230	900	1000
Aislante			Zona $\alpha$ , A: 0,526 Zona B: 0,682 Zona C: 0,832 Zona D: 0,977 Zona E: 1,216		
Ladrillo hueco	40	0,40	0,100	920	1000
Enlucido de yeso	15	0,57	0,026	1100	1000

\* Capas definidas del exterior al interior. Nivel de aislamiento según zona climática de invierno.

### Cubiertas

Material*	e (mm)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p</sub> (J/kgK)
Plaqueta o baldosa cerámica	15	1,00	0,015	2000	800
Mortero de cemento	15	1,30	0,012	1900	1000
Aislante			Zona $\alpha$ , A: 1,593 Zona B: 1,815 Zona C: 2,032 Zona D: 2,224 Zona E: 2,450		
Hormigón con áridos ligeros	70	1,15	0,061	1600	1000
Forjado cerámico	250	1,67	0,150	1660	1000

\* Capas definidas del exterior al interior. Nivel de aislamiento según zona climática de invierno.

### Suelos

Material*	e (mm)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p</sub> (J/kgK)
Plaqueta o baldosa cerámica	15	1,00	0,015	2000	800
Mortero de cemento	15	1,30	0,012	1900	1000
Aislante			Zona $\alpha$ , A: 1,610 Zona B: 1,646 Zona C: 1,723 Zona D: 1,764 Zona E: 1,870		
Solera de hormigón armado	200	2,50	0,080	2500	1000

\* Capas definidas de arriba a abajo. Nivel de aislamiento según zona climática de invierno.

### Forjados interiores

Material*	e (mm)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p</sub> (J/kgK)
Plaqueta o baldosa cerámica	15	1,00	0,015	2000	800
Mortero de cemento	20	1,30	0,015	1900	1000
Forjado cerámico	250	1,67	0,150	1660	1000

\* Capas definidas de arriba a abajo.

### Particiones interiores

Material	e (mm)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p</sub> (J/kgK)
Enlucido de yeso	15	0,57	0,026	1100	1000
Ladrillo hueco	40	0,40	0,100	770	1000
Enlucido de yeso	15	0,57	0,026	1100	1000



## Medianeras

Material*	e (mm)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	C <sub>p</sub> (J/kgK)
Enlucido de yeso	15	0,57	0,026	1100	1000
Tabicón de ladrillo hueco doble	70	0,44	0,159	930	1000
Aislante			Zona $\alpha$ , A: 0,189; Zona B: 0,304 Zona C, D y E: 0,369		
Tabicón de ladrillo hueco doble	70	0,44	0,159	930	1000
Enlucido de yeso	15	0,57	0,026	1100	1000

\* Nivel de aislamiento según zona climática de invierno.

## Transmitancia térmica lineal de los puentes térmicos del edificio de referencia $\psi_{ref}$ [W/mK]

Caso	Sistema dimensional*	$\alpha$ , A	B	C	D	E	
Encuentros de fachada con	Frente de forjado	interior	1,05	0,95	0,90	0,80	0,75
		exterior	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Forjado de cubierta	interior	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
		exterior	0,00	0,05	0,10	0,15	0,15
	Forjado de suelo al exterior	interior	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
		exterior	0,20	0,25	0,25	0,30	0,30
interior-exterior		0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	
Encuentros entre cerramientos verticales	Esquina saliente	interior	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
		exterior	-0,60	-0,50	-0,40	-0,35	-0,30
	Esquina entrante	interior	-0,10	-0,15	-0,15	-0,15	-0,15
		exterior	0,65	0,50	0,40	0,35	0,30
Hueco ventana	interior, exterior	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
Pilar	interior, exterior	0,85	0,85	0,80	0,75	0,70	
Unión entre solera en contacto en el terreno y muro exterior	interior	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	
	exterior	-0,10	-0,05	-0,05	0,00	0,00	
	interior-exterior	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	

\* Sistema dimensional con el que se especifica el valor de la transmitancia térmica lineal.

## Factor solar de huecos a partir de la transmitancia térmica requerida del hueco

Transmitancia térmica del hueco U (W/m <sup>2</sup> K)	Factor solar del hueco g <sup>+</sup> *
5,7	0,85
5,5	0,85
5,3	0,84
5,1	0,83
4,9	0,83
4,7	0,82
4,5	0,81
4,3	0,80
4,1	0,79
3,9	0,78
3,7	0,77
3,5	0,76
3,3	0,74
3,1	0,73
2,9	0,72
2,7	0,70
2,5	0,68
2,3	0,67
2,1	0,65
1,9	0,63

\* Para valores intermedios de U se puede obtener el valor del factor solar como media de los valores obtenidos con la transmitancia térmica U inmediatamente superior e inferior. Por defecto, se puede considerar una transmisión luminosa igual a 0,70.



Valor de referencia de la eficiencia energética de la instalación de iluminación  $VEEI_{ref}^*$

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

\* Estos valores límite corresponden a los exigidos por el DB-HE3 en su versión de 2009.

(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 escáner 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 y de acento de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.