

Curso Código Técnico de la Edificación DB-HE Ahorro de Energía

CUMPLIMENTACIÓN DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA

Ejemplo:
Vivienda Unifamiliar de 2 plantas

José Manuel Salmerón Lissén

CTE

CÓDIGO TÉCNICO
DE LA EDIFICACIÓN

Índice:

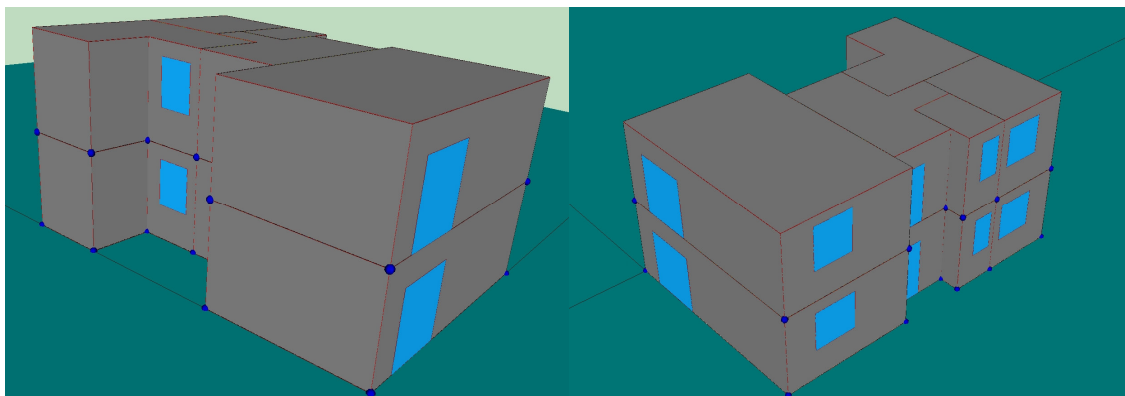
1. Introducción.....	3
2. Geometría y zonificación:	4
3. Cumplimentación de la Opción simplificada	6
3.1. Objeto	6
3.2. Aplicabilidad	7
3.3. Conformidad con la Opción Simplificada.....	8
3.3.1. Zonificación climática (según el apartado 3.1.1)	8
3.3.2. Clasificación de los espacios (según el apartado 3.1.2)	8
3.3.3. Definición de la envolvente térmica (según el apartado 3.2.1.3)	8
3.3.4. Cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad (según el apartado 2.3)	9
3.3.5. Cálculo de los parámetros característicos (según el apéndice E)	9
3.3.6. Limitación de la demanda energética.....	12
3.3.7. Comprobación de condensaciones intersticiales (según el apartado 3.2.3.2).....	18
3.4. Documentación justificativa.	22

1. Introducción.

En este documento se presenta un ejemplo de aplicación de la **Opción Simplificada** de cumplimentación de la **Sección HE 1** del **Documento Básico HE Ahorro de Energía**.

El ejemplo que a continuación se detalla, es un edificio residencial unifamiliar cuya superficie total es de 134.02 m².

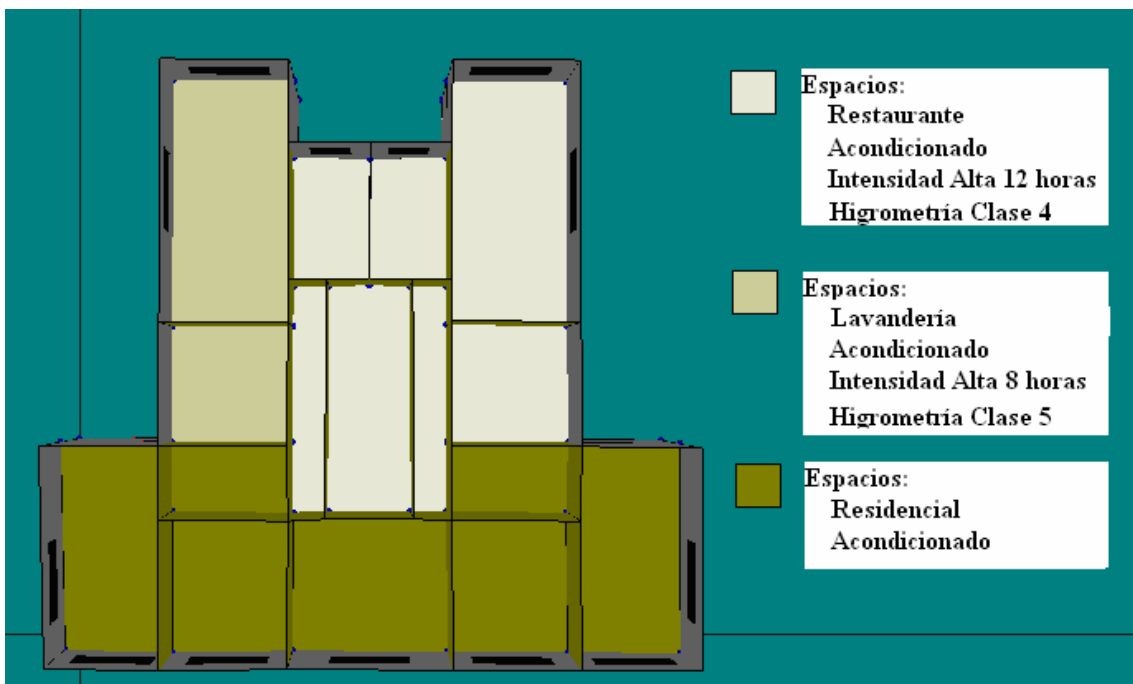
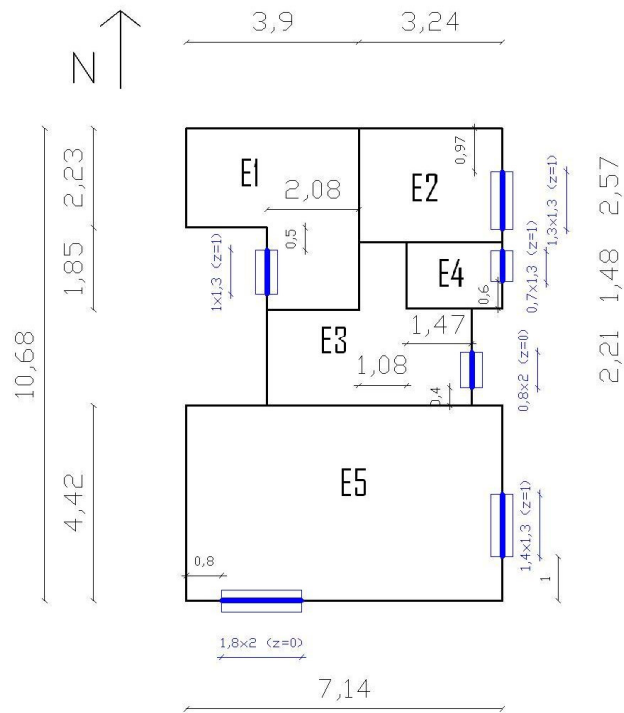
Consta de dos plantas idénticas de 2.7 m de altura cada una. La cubierta es plana.



2. Geometría y zonificación:

La geometría y la zonificación que definen la vivienda son las siguientes (todas las cotas en metros y la cota z indica la altura relativa del hueco (o elemento) con respecto a la planta en que éste se encuentra):

PLANTAS BAJA Y PRIMERA



CONDICIONES OPERACIONALES DE LOS ESPACIOS

Nombre	Planta	Uso	Clase higrométrica	Área (m ²)	Altura (m)
P01_E01	P01	Residencial	3	31.22	2.70
P01_E02	P01	Residencial	3	11.71	2.70
P01_E04	P01	Residencial	3	3.17	2.70
P01_E05	P01	Residencial	3	8.35	2.70
P01_E06	P01	Residencial	3	12.56	2.70
P02_E01	P02	Residencial	3	31.22	2.70
P02_E02	P02	Residencial	3	11.71	2.70
P02_E03	P02	Residencial	3	3.17	2.70
P02_E04	P02	Residencial	3	8.35	2.70
P02_E05	P02	Residencial	3	12.56	2.70

3. Cumplimentación de la Opción simplificada

3.1. Objeto

El objeto de la opción simplificada es:

a) limitar la demanda energética de los edificios, de una manera indirecta, mediante el establecimiento de determinados valores límite de los parámetros de transmitancia térmica U y del factor solar modificado F de los componentes de la envolvente térmica;

- El ejemplo que a continuación se detalla, es un edificio multiuso, en el que TODOS los espacios tienen uso Residencial.

Para este edificio se calculan las resistencias térmicas en cerramientos opacos, y las transmitancias térmicas U y del factor solar modificado F, tales que se cumpla la opción simplificada.

b) limitar la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos para las condiciones ambientales establecidas en este Documento Básico;

De acuerdo con este requisito se fijan los parámetros característicos límites de cerramientos opacos U, y de los puentes térmicos.

c) limitar las infiltraciones de aire en los huecos y lucernarios;

De acuerdo con este requisito se fija la permeabilidad de los huecos.

d) limitar en los edificios de viviendas la transmisión de calor entre las unidades de uso calefactadas y las zonas comunes no calefactadas.

De acuerdo con este requisito se fijan los parámetros característicos de los cerramientos opacos U a los que se hace referencia.

3.2. Aplicabilidad

Según el Código Técnico de la Edificación, *esta opción podrá aplicarse a obras de edificación de nueva construcción que cumplan los requisitos especificados en el apartado 3.2.1.2*, es decir, cuando se cumplan simultáneamente las condiciones siguientes:

a) *que el porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie;*

En el presente edificio los porcentajes de huecos en cada fachada son:

	Norte	Sur	Este	Oeste
Áreas de Fachadas (m2)	52.12	52.12	57.67	57.67
Áreas de Muros (m2)	52.12	44.92	45.63	55.07
Áreas de Ventanas (m2)	-	7.2	12.04	2.6
Porcentaje acristalado	-	13.8%	20.9%	4.5%

Por lo tanto, se CUMPLE esta condición de aplicabilidad.

b) *que el porcentaje de lucernarios sea inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.*

En el presente edificio NO existen lucernarios.

Por lo tanto, se CUMPLE esta condición de aplicabilidad.

Quedan excluidos aquellos edificios cuyos cerramientos estén formados por soluciones constructivas no convencionales tales como muros Trombe, muros parietodinámicos, invernaderos adosados, etc.

En el presente edificio todas las soluciones constructivas son convencionales.

Por lo tanto, se CUMPLE esta condición de aplicabilidad.

3.3. Conformidad con la Opción Simplificada.

La comprobación de la conformidad con la opción simplificada que se detalla a continuación para el presente ejemplo, se ha realizado siguiendo los pasos enumerados en el apartado 3.2.1.4. del **Documento Básico HE Ahorro de Energía**.

3.3.1. Zonificación climática (según el apartado 3.1.1)

El edificio se encuentra en Sevilla, que según el anexo D está en zona climática B4.

3.3.2. Clasificación de los espacios (según el apartado 3.1.2)

a) Habitables/no habitables

Todos los espacios del edificio están considerados como habitables.

b) A efectos de cálculo de la demanda energética: alta o baja carga interna.

Zona de baja carga interna del edificio: Todos los espacios designados con tipo de uso Residencial.

c) A efectos de comprobación de limitación de condensaciones: clase de higrometría.

Clase de higrometría 3: Todos los espacios designados con tipo de uso Residencial.

3.3.3. Definición de la envolvente térmica (según el apartado 3.2.1.3)

Son objeto de esta opción simplificada los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio y que se define en el apartado 3.1.3 del **Documento Básico HE Ahorro de Energía**.

a) Cubiertas

El edificio tiene una cubierta plana de 67.01 m².

b) Suelos

El edificio tiene un suelo en contacto con el terreno de 67.01 m².

c) Fachadas

El edificio tiene fachadas exteriores en cuatro orientaciones:

Area (m ²)	N	S	E	O
Fachadas	52.12	52.12	57.67	57.67

Las fachadas están compuestas por cerramientos opacos, o muros de fachada, y por cerramientos semitransparentes o huecos:

Area de Huecos (m2)	N	S	E	O	Porcentaje de hueco	N	S	E	O
	0	7.2	12.04	2.6		-	16%	26.4%	4.7%

Se han considerado tres tipos de puentes térmicos integrados en la fachada del edificio:

- Contornos de huecos, y,
- Cajas de persianas

El edificio no tiene pilares integrados en la fachada aparte de los de esquina.

Para el cálculo de las áreas de contorno de huecos se ha considerado que el ancho de los mismos es de 0.12m.

Para el cálculo de las áreas de cajas de persianas se ha considerado que tienen el mismo ancho del hueco multiplicado por 0.15m.

Área de contorno de huecos (m2)	N	S	E	O	Área de cajas de persianas (m2)	N	S	E	O
	-	1.94	5.32	1.22		-	0.54	1.26	0.3

Con todo esto el área de muros en fachada queda finalmente:

Area de Muros de Fachada (m2)	N	S	E	O
	52.12	42.44	39.05	53.55

d) Medianerías

El edificio no tiene medianerías.

e) Cerramientos en contacto con el terreno

El edificio no tiene cerramientos en contacto con el terreno que no estén ya incluidos como suelos.

3.3.4. Cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad (según el apartado 2.3)

La permeabilidad de las carpinterías de los huecos y lucernarios de los cerramientos que limitan los espacios habitables de los edificios con el ambiente exterior se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática establecida en el apartado 3.1.1.

Como ya se ha indicado anteriormente el edificio se encuentra en zona climática B, es decir, *la permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá unos valores inferiores a 50 m³/h m².*

Por lo tanto, para que se CUMPLA la limitación de permeabilidad de los huecos, estos deben ser de clase 1, clase 2, clase 3, clase 4.

Ensayo: UNE EN 1026:2000

Clasificación: UNE EN 12207:2000

3.3.5. Cálculo de los parámetros característicos (según el apéndice E)

A continuación se detallan las composiciones de los cerramientos y particiones interiores del edificio, necesarios para el cálculo de sus parámetros característicos.

En vez de comprobar la conformidad de la opción para unos parámetros característicos calculados a priori, se ha optado por calcular el valor que deben tener dichos parámetros característicos para asegurar la conformidad de la opción simplificada.

Por lo tanto, en las composiciones de los cerramientos descritos a continuación faltan por determinar las resistencias de aislamiento, así como el tipo de acristalamiento y marco.

i. Muros de Fachada

Nombre	e (m)	K (W/mK)	R m ² K/W	μ
1/2 pie LP métrico o catalán	0.11	0.69	0.16	10
Mortero_de_áridos_ligeros	0.01	0.41	0.02	10
<i>Aislamiento EPS Poliestireno Expandido</i>	?	<i>0.037</i>	?	-
Tabique de LH sencillo	0.03	0.44	0.07	10
Enlucido_de_yeso_1000<d<1300	0.01	0.57	0.02	6
Rse			0.04	
Rsi (cerramientos verticales)			0.13	
Resistencia total sin aislamiento (m ² K/W)			0.45	
U sin aislamiento (W/m²K)			2.21	

ii. Cubiertas

Nombre	e (m)	K (W/mK)	R (m ² K/W)
Plaqueta_o_baldosa_cerámica	0.02	1	0.02
Mortero_de_áridos_ligeros_[vermiculita	0.01	0.41	0.02
<i>Aislamiento MW Lana Mineral</i>	?	<i>0.04</i>	?
Betún_fieltro_o_lámina	0.003	0.23	0.01
Hormigón_en_masa_2000<d<2300	0.02	1.65	0.01
FU_Entrevigado_de_hormigón_aligerad	0.21	1.06	0.20
Enlucido_de_yeso_1000<d<1300	0.01	0.57	0.02
Rse			0.04
Rsi (cerramientos horizontales, flujo ascendente)			0.10
Resistencia total sin aislamiento (m ² K/W)			0.43
U sin aislamiento (W/m²K)			2.35

iii. Puentes térmicos (clasificación según Apéndice A).

a) Puentes térmicos integrados en los cerramientos:

i) Contorno de huecos y lucernarios.



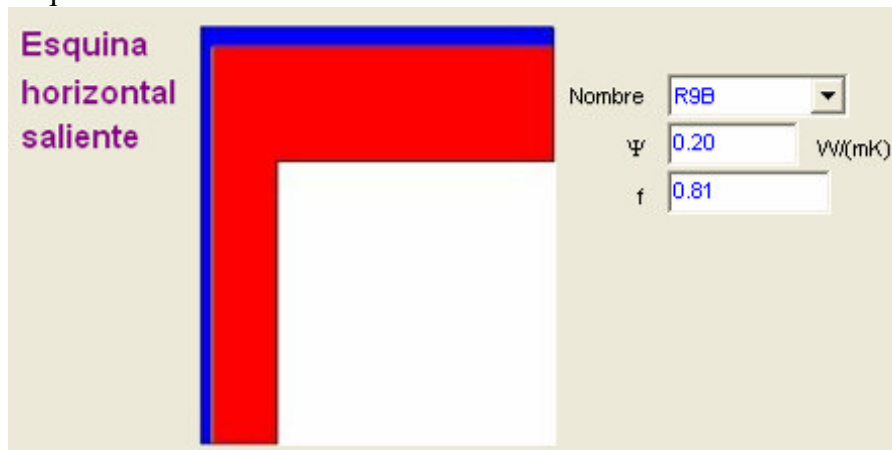
b) Puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos:

i) Frentes de forjado en las fachadas.



ii) Uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno.

iii) Esquinas o encuentros de fachadas.



3.3.6. Limitación de la demanda energética

Se calculan en este apartado las resistencias de aislamiento, así como el tipo de acristalamiento y marco en 4 comprobaciones sucesivas:

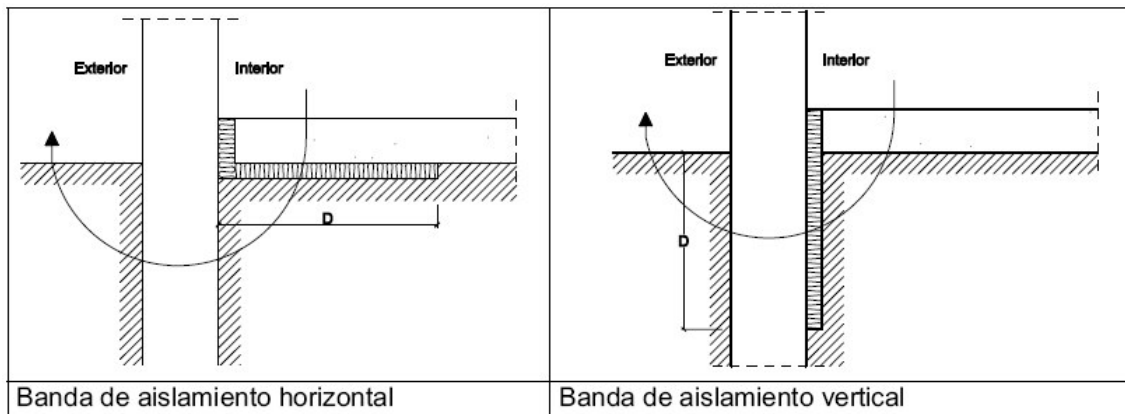
i. Máximas transmitancias térmicas para evitar descompensaciones (según tabla 2.1.)

	U máximo en W/m ² K Zonas B	R aislamiento mínima necesaria en m ² K /W(*)	e aislamiento mínimo necesario en m
Muros de Fachada	1.07	0.48	0.02 (**)
Cubiertas	0.59	1.25	0.05 (**)
Primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno	1.07	1.01 D=1m	0.04 (***)
Suelos	0.68	0.66 D=1m	0.06(****)
Vidrios y marcos por separado	5.7	-	-

$$(*) R_{\text{aislamiento}} = \frac{1}{U_{\text{máximo}}} - \frac{1}{U_{\text{sin aislamiento}}}$$

$$(**) e_{\text{aislamiento}} = R_{\text{aislamiento}} \cdot K_{\text{aislamiento}}$$

(***) **Cálculo del primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno:**
(Según el apartado E.1.2.1 del apéndice E)



Para el cálculo de la transmitancia térmica del primer metro de solera se utiliza la tabla E.3 siendo $B' = 1$ m.

Tomando una banda de aislamiento de $D = 1$ m, se obtiene que para que la Transmitancia térmica del primer metro de solera sea

$$U_s, \text{ 1er metro} = 1.01 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (< 1.07 \text{ W/m}^2\text{K})$$

$$R_a = 1.00 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Si se coloca EPS Poliestireno Expandido $K = 0.037 \text{ W/mK}$

$$e_{\text{aislamiento}} = R_{\text{aislamiento}} \cdot K_{\text{aislamiento}} = 1.00 * 0.037 = 0.037 \text{ m}$$

(****) **Cálculo del suelos apoyados sobre el terreno: (Según el apartado E.1.2.1 del apéndice E)**

Area de la solera $A \text{ (m}^2\text{)}$	Perímetro expuesto $P \text{ (m)}$	Longitud característica $B' \text{ (m)}$	U con el anterior aislamiento perimetral ($\text{W/m}^2\text{K}$)
67.01	40.66	3.3	0.69

$$\text{donde } B' = \frac{A}{1/2 P}$$

Manteniendo una banda de aislamiento perimetral de $D = 1$ m, se obtiene que para que la Transmitancia térmica del primer metro de solera sea

$$U_s, \text{ 1er metro} = 0.66 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (< 0.68 \text{ W/m}^2\text{K})$$

$$R_a = 1.50 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Si se coloca EPS Poliestireno Expandido $K = 0.037 \text{ W/mK}$

$$e_{\text{aislamiento}} = R_{\text{aislamiento}} \cdot K_{\text{aislamiento}} = 1.50 * 0.037 = 0.056 \text{ m}$$

Esto implica que el espesor de aislante del perímetro aislado debe ascender desde los 4 cm, necesarios para cumplir la limitación impuesta sobre el primer metro aislado, a 6 cm para que se cumpla el requerimiento mínimo de la transmitancia térmica de la solera completa.

Máximas transmitancias térmicas para evitar condensaciones superficiales (según el apartado 3.2.3.)

Para la comprobación de la limitación de condensaciones superficiales en los cerramientos y puentes térmicos se debe comprobar que el factor de temperatura de la superficie interior es superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo.

El cumplimiento de los valores de transmitancia máxima de la tabla 2.1 aseguran, para los cerramientos y particiones interiores de los espacios de clase de higrometría 4 o inferior, la verificación de la condición anterior. No obstante, debe comprobarse en los puentes térmicos.

Los valores mínimos son función de la zona climática y de la clase de higrometría de los espacios.

Puentes térmicos y Muros de fachada:

	$f_{Rsi,min}$ para zonas B (*)	f_{Rsi} puentes térmicos (**)	U máximo muros de fachada en W/m^2K	R aislamiento mínima necesaria en m^2K/W	e aislamiento mínimo necesario en m
Clase de higrometría 3	0.52	0.81-0.87	1.92	0.48	0.02 (***)

(*) según la tabla 3.2

(**) según el apartado G.2.1.1: $f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0.25$ es decir: $U^{máximo} = \frac{1}{0.25}(1 - f_{Rsi})$

(***) para los muros de fachada de clase de higrometría 4 o inferior, el espesor de aislamiento necesario para evitar descompensaciones hace que se cumpla este otro requisito.

Cubiertas y Suelos:

	$f_{Rsi,min}$ para zonas B (*)	U máximo en W/m^2K	U cubiertas anterior en W/m^2K (**)	U suelos anterior en W/m^2K (**)
Clase de higrometría 3	0.52	1.92	0.59	0.68

(*) según la tabla 3.2

(**) para todas las clases de higrometría, el espesor de aislamiento necesario para evitar descompensaciones hace que se cumpla este otro requisito.

ii. Máximas transmitancias térmicas por la limitación de la demanda energética (según el apartado 3.2.2.)

Tanto para las zonas de baja carga interna como para las zonas de alta carga interna de los edificios, se calculará el valor de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores como se describe en el apéndice E y se agruparán en las categorías descritas en el apartado 3.1.3.

Para cada categoría se determinará la media de los parámetros característicos U y F , que se obtendrá ponderando los parámetros correspondientes a cada cerramiento según su fracción de área en relación con el área total de la categoría a la que pertenece.

Cubiertas:

U máximo en W/m^2K (*)	U cubiertas para evitar descompensaciones (W/m^2K)	R aislamiento mínima necesaria (m^2K/W)(**)	e aislamiento mínimo necesario (m)	U cubiertas (W/m^2K)
0.45	0.59	1.80	0.075 (***)	0.43

(*) Tabla 2.2, zona climática B4

$$(**) R_{\text{aislamiento}} = \frac{1}{U_{\text{máximo}}} - \frac{1}{U_{\text{sin aislamiento}}}$$

(***) MW Lana Mineral $K = 0.04 W/mK$

$$e_{\text{aislamiento}} = R_{\text{aislamiento}} \cdot K_{\text{aislamiento}}$$

Suelos:

U máximo en W/m^2K (*)	U suelos para evitar descompensaciones W/m^2K (**)	R aislamiento mínima necesaria (m^2K/W)(**)	e aislamiento mínimo necesario en m
0.52	0.68	2.5	0.095

(*) Tabla 2.2, zona climática B4

(**) Es necesario aumentar el aislamiento, teniéndose en principio dos opciones, aislar todo el suelo o aumentar el aislamiento del primer metro.

La segunda opción es inviable ya que no se puede alcanzar el valor de U máximo con un aislamiento perimetral de 1 m, por tanto se decide aislar la losa completa o un perímetro superior a 1.5 metros con un aislante de resistencia $2.5 m^2K/W$.

Si se coloca EPS Poliestireno Expandido $K = 0.037 W/mK$

$$e_{\text{aislamiento}} = R_{\text{aislamiento}} \cdot K_{\text{aislamiento}} = 2.50 \cdot 0.037 = 0.093m$$

De esta forma, se tienen los siguientes valores definitivos :

Área de la solera (m ²)	U solera (W/m ² K)	U primer metro de solera (W/m ² K)
67.01	0.51	0.57

Fachadas (Muros y puentes térmicos integrados en la fachada):

Como es necesario calcular los parámetros característicos medios, hay que clasificar los muros, y puentes térmicos por separado para la zona de alta carga interna, y la zona de baja carga interna, así como por orientación.

	A contorno de huecos en m ² (*)	A*U contorno de huecos en W/K (**)	A caja de persianas en m ² (*)	A*U caja de persianas en W/K (***)
N	0	0	0	0
E	5.32	2.98	1.26	1.01
S	1.94	1.09	0.54	0.43
O	1.22	0.68	0.3	No procede

(*) Área de contornos de huecos y cajas de persianas para cada zona calculados anteriormente. Todos los que cumplen la condición de tener un área > 0.5 m² deben ser tenidos en cuenta. **Los únicos elementos que no cumplen la condición anterior son las cajas de persianas orientadas al oeste.**

(**) $f_{Rsi, \text{ contorno huecos}} = 0.86$; $U_{\text{ contorno huecos}} = (1-0.86)/0.25 = 0.56 \text{ W/m}^2\text{K}$

(***) $f_{Rsi, \text{ cajas de persianas}} = 0.80$; $U_{\text{ cajas de persianas}} = (1-0.80)/0.25 = 0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Estos dos últimos se han fijado de forma que cumplan la limitación de condensaciones superficiales para el caso más desfavorable.

	A muros de fachada en m ²	A total de fachada en m ²	$\Sigma A_{PF} \cdot U_{PF}$ en W/K	U máximo de muros de fachada en W/m ² K (*)
N	52.12	52.12	0	0.82
E	39.05	45.63	3.99	0.86
S	42.44	44.92	1.52	0.83
O	53.55	55.07	0.68	0.83

(*) de la Tabla 2.2, zona climática B4 se tiene que $U_{M \text{ lim}} = 0.82 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$U_M = \frac{1}{\Sigma A_M} (A_{\text{total}} \cdot U_{M \text{ lim}} - \Sigma A_{PF} \cdot U_{PF})$$

Finalmente se pueden calcular los espesores de aislamiento necesarios.

	U máximo de muros de fachada en W/m ² K	R aislamiento mínima necesaria en m ² K/W(*)	e aislamiento mínimo necesario en m	U muros de fachada en W/m ² K (definitivo)
N	0.82	0.77	0.03	0.80
E	0.86	0.71	0.03	0.80
S	0.83	0.75	0.03	0.80
O	0.83	0.75	0.03	0.80

$$(*) R_{\text{aislamiento}} = \frac{1}{U_{\text{máximo}}} - \frac{1}{U_{\text{sin aislamiento}}} \text{ siendo } U_{\text{sin aislamiento}} = 2.21 \text{ W/m}^2\text{K}$$

EPS Poliestireno Expandido $K = 0.037 \text{ W/mK}$

$$e_{\text{aislamiento}} = R_{\text{aislamiento}} \cdot K_{\text{aislamiento}}$$

Fachadas (Huecos):

Como es necesario calcular los parámetros característicos medios, hay que clasificar los huecos por separado para la zona de alta carga interna, y la zona de baja carga interna, así como por orientación.

	Porcentaje de huecos (%)	U máximo de huecos en W/m ² K
N	-	-
E	20.9	4.9 (5.7 si $U_{Mm} < 0.58$)
S	13.8	5.7
O	4.5	5.7

(*) Los valores de U máximo de huecos han sido tomados de la tabla 2.2 para zona climática B4.

(**) El cumplimiento de estos valores máximos se puede conseguir con diferentes combinaciones de acristalamientos y marcos, ya que el valor de transmitancia térmica de un hueco se calcula a partir de los correspondientes a sus componentes. (véase el apartado E.1.4.1 del apéndice E).

(***) Para las combinaciones de la tabla anterior de porcentajes de huecos y orientaciones, no existe ningún límite para el factor solar modificado de huecos.

3.3.7. Comprobación de condensaciones intersticiales (según el apartado 3.2.3.2).

El procedimiento para la comprobación de la formación de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas, para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero y especificadas en el apartado G.1 de la Sección HE 1 del Documento Básico HE Ahorro de Energía.

Estarán exentos de la comprobación aquellos cerramientos en contacto con el terreno y los cerramientos que dispongan de barrera contra el paso de vapor de agua en la parte caliente del cerramiento.

Así pues, realizar la comprobación de la formación de condensaciones intersticiales únicamente en los muros de fachada, ya que la cubierta dispone de barrera contra el paso de vapor de agua en la parte caliente del cerramiento.

i. Cálculo de resistencias térmicas y espesores de aire equivalente:

En este edificio se ha utilizado una única construcción de **muro de fachada**.

Las comprobaciones de condensaciones intersticiales se deben realizar para los casos más desfavorables.

Resistencia térmica	e	K	R
Nombre	(m)	(W/mK)	(m ² K/W)
1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm<	0.11	0.69	0.16
Mortero_de_áridos_ligeros_[vermiculita	0.01	0.41	0.02
EPS Poliestireno Expandido	0.03	0.037	0.81
Tabique de LH sencillo [40 mm < Esp	0.03	0.44	0.07
Enlucido de yeso 1000<d<1300	0.01	0.57	0.02
Rse			0.04
Rsi (cerramientos verticales)			0.13
Resistencia total (m ² K/W)			1.25
U (W/m²K)			0.80

Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua	e	μ	S _d
Nombre	(m)	(-)	(m)
1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm<	0.11	10	1.1
Mortero_de_áridos_ligeros_[vermiculita	0.01	10	0.1
EPS Poliestireno Expandido	0.03	20	0.6
Tabique de LH sencillo [40 mm < Esp	0.03	10	0.3
Enlucido de yeso 1000<d<1300	0.01	6	0.06
Espesor de aire equivalente total (m ² K/W)			1.98

(*) $S_{dn} = e_n \cdot \mu_n$

ii. Cálculo de la distribución de temperaturas:

a) Cálculo de la temperatura superficial exterior:

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

donde $\theta_e = 10.7^\circ C$ es la temperatura media exterior para el mes de enero en Sevilla, según la tabla G.1

$\theta_i = 20^\circ C$ es la temperatura interior, según el apartado G.1.2.2

Por lo tanto,

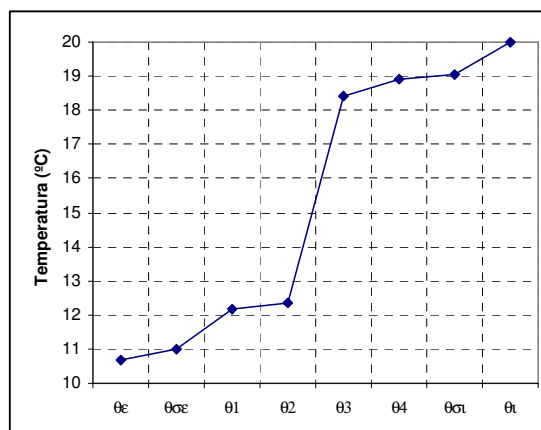
$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e) = 10.7 + \frac{0.04}{1.25} (20 - 10.7) = 11^\circ C$$

b) Cálculo de la temperatura en una de las capas:

$$\theta_n = \theta_{n-1} + \frac{R_n}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

Nombre	R (m ² K/W)	θ_n (°C)
1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm<	0.16	12.2
Mortero de áridos ligeros [vermiculita]	0.02	12.4
EPS Poliestireno Expandido	0.81	18.4
Tabique de LH sencillo [40 mm < Esp]	0.07	18.9
Enlucido de yeso 1000<d<1300	0.02	19.0

(*) las temperaturas indicadas en esta tabla son las existentes en la interfase entre cada capa y la siguiente.



iii. Cálculo de la distribución de la presión de vapor de saturación:

Se calcula a partir de las temperaturas anteriores y mediante la expresión indicada en el apartado G.3.1:

Como la temperatura es en todos los casos superior a 0°C:

$$P_{sat} = 610.5 \cdot e^{\frac{17.269 \cdot \theta}{237.3 + \theta}} \text{ en Pa}$$

Capa	θ_n (°C)	P_{sat} (Pa)
Aire exterior	10.7	1286
Superficie exterior	11	1312
1	12.2	1419
2	12.4	1436
3	18.4	2115
4	18.9	2183
Superficie interior	19.0	2201
Aire interior	20	2337

iv. Cálculo de la distribución de la presión de vapor:

Se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$P_n = P_{n-1} + \frac{S_{d(n-1)}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e) \text{ en Pa}$$

donde $P_e = \phi_e \cdot P_{sat}(\theta_e)$ es la presión de vapor exterior para el mes de enero en Sevilla.

Según la tabla G.1, la humedad relativa exterior para este mes es $\phi_e = 0.79$, por

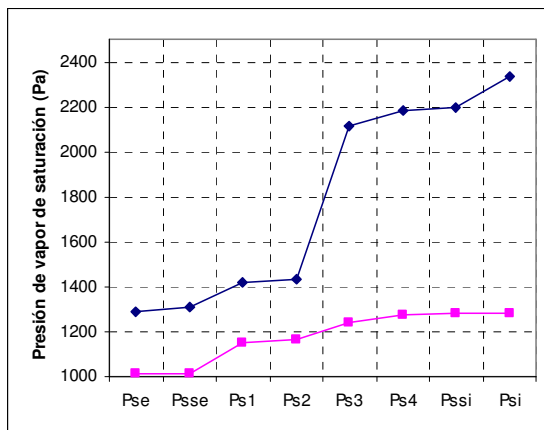
lo tanto: $P_e = \phi_e \cdot P_{sat}(\theta_e) = 0.79 \cdot 1286 = 1016 \text{ Pa}$

$P_i = \phi_i \cdot P_{sat}(\theta_i)$ es la presión de vapor interior para el mes de enero en Sevilla.

Según el apartado G.1.2.2:

zona de baja carga interna	Clase de higrometría 3	$\phi_i = 0.55$	$P_i = 0.55 \cdot 2337 = 1285 \text{ Pa}$
----------------------------	------------------------	-----------------	---

zona de baja carga interna		
Capa	S_d (m)	P (Pa)
Exterior	1.1	1016
1	0.1	1153
2	0.6	1166
3	0.3	1240
4	0.06	1278
Interior		1285



zona de baja carga interna

Se CUMPLE la comprobación de condensaciones intersticiales

3.4. Documentación justificativa.

En la memoria del proyecto se justificará el cumplimiento de las condiciones que se establecen en esta Sección mediante las fichas justificativas del cálculo de los parámetros característicos medios y los formularios de conformidad que figuran en el Apéndice H para la zona habitable de baja carga interna y la de alta carga interna del edificio.