

LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

A) EDIFICIO ACTUAL

Cumplimiento del CTE.

Documento Básico HE Ahorro de Energía
Sección HE 1
Limitación de demanda energética

Para realizar el estudio funcional, seguiremos el procedimiento indicado en el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HE Ahorro de Energía. Para una mejor comprensión de este documento se ha contado con el apoyo de una publicación de la UPV, "Análisis del Documento Básico Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (DB-HE)."

Este Documento tiene por objeto el conseguir el uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo el consumo energético a través de la exigencia HE-1 "Limitación de demanda energética".

1. GENERALIDADES

1.1. Ámbito de aplicación.

Los casos normales de aplicación de este documento, corresponden con edificios de nueva construcción y las "modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000m² donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos".

Pretendemos modificar 16613,63 m² de cubierta (libre de huecos), que corresponden al 39,67 % de la superficie total de la envolvente. Por lo que el edificio 1B sería de aplicación.

1.2. Procedimiento de verificación.

En el proyecto se optará por uno de los dos procedimientos alternativos de comprobación siguientes:

Opción simplificada, basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los *cerramientos y particiones interiores* que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límite permitidos.

Opción general, basada en la evaluación de la demanda energética de los edificios mediante la comparación de ésta con la correspondiente a un edificio de referencia que define la propia opción.

En ambas opciones se limita la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos y se limitan las pérdidas energéticas debidas a las infiltraciones de aire, para unas condiciones normales de utilización de los edificios.

2. CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

2.1. Demanda energética.

El consumo energético de un edificio lo relacionamos con la demanda energética y el rendimiento de los sistemas:

Consumo energético = demanda energética/ rendimiento de los sistemas.

La demanda energética de un edificio depende de lo que aíslan los cerramientos y del frío o el calor que hace en la zona en la que se ubica.

- Localidad en la que se ubican, según la zonificación climática. (Como veremos en el apartado siguiente, Valencia se encuentra en la zona B3)
- La carga interna en sus espacios, según el uso o actividad que se realiza en el interior.

Los parámetros característicos que definen la envolvente térmica se agrupan en los siguientes tipos:

- a) transmitancia térmica de muros de fachada UM;
- b) transmitancia térmica de cubiertas UC;
- c) transmitancia térmica de suelos US;
- d) transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno UT;
- e) transmitancia térmica de huecos UH;
- f) factor solar modificado de huecos FH;
- g) factor solar modificado de lucernarios FL;
- h) transmitancia térmica de medianerías UMD.

*Definiciones. Ver anexos CTE DB-HE 1-59

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla, en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

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

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

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

Separación de espacios comunitarios no calefactados, $U < 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Llim}: 0,30$

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-
de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,45	-	0,50
de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43
de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38

Tablas 2.2 Valores límite de los parámetros característicos medios

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U_{Mm} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,67 $\text{W/m}^2\text{K}$ se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas A3 y A4.

2.2. Condensaciones

Las condensaciones se originan por un cambio de estado gaseoso a líquido del vapor de agua contenido en el aire que hay en el interior del edificio o en los cerramientos que cierran los espacios habitables. Este cambio de vapor a agua se produce cuando se incrementa la cantidad de vapor de agua ambiental o cuando se reduce la temperatura provocando la presencia de humedad en los cerramientos.

Por lo tanto, cuanto mayor sea la temperatura interior mayor es la cantidad de agua que puede contener el aire sin que condense.

Las condensaciones superficiales se producen en la cara interior del cerramiento y en las particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio. Se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.

Las condensaciones intersticiales se producen en el interior del cerramiento, provocando una merma significativa de sus prestaciones térmicas y suponen un riesgo de degradación o pérdida de vida útil. Se permite condensaciones

intersticiales siempre que en un año la cantidad de agua condensada sea inferior a la cantidad de agua evaporada en el mismo tiempo y siempre que no se produzcan en la capa de aislamiento térmico.

2.3 Permeabilidad al aire

Cantidad de aire que pasa al interior de los espacios a través de las carpinterías. Son el punto débil de los cerramientos, provocando pérdidas de calor o frío, según el tipo de climatización.

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.

La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, será menor a $50\text{m}^3/\text{h m}^2$, en nuestro caso (B3).

- a) Para las zonas climáticas A y B: $50\text{ m}^3/\text{h m}^2$;
- b) Para las zonas climáticas C, D y E: $27\text{ m}^3/\text{h m}^2$.

3. CÁLCULO Y DIMENSIONADO

3.1 DATOS PREVIOS

3.1.1 Zonificación Climática

Para la limitación de la demanda energética se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división de verano. En general, la zona climática donde se ubican los edificios se determinará a partir de los valores tabulados. Los valores se han obtenido en función de las severidades climáticas de verano e invierno. La severidad va en función de grados-día y la radiación solar de cada localidad. Combinando 5 severidades de invierno y 4 de verano se obtienen 12 zonas climáticas en las que se ubican las localidades españolas según la figura siguiente:

SC (verano)	A4	B4	C4		E1
	A3	B3	C3	D3	
			C2	D2	
			C1	D1	
		SC (invierno)			

Figura D1. Zonas climáticas

Determinación de la zona climática a partir de valores tabulados.

**Ver tabla D.1 Zonas climáticas. Apéndice D*

El edificio se encuentra situado en la ciudad de Valencia, por lo que la zona climática que le corresponde es la B3, con una altura de referencia de 8m.

3.1.2 Clasificación de los espacios

Los espacios interiores de los edificios se clasifican en espacios habitables y espacios no habitables. La definición que encontramos en este documento sobre espacio habitable y no habitable es la siguiente:

- Espacio habitable: espacio formado por uno o varios recintos habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.
- Espacio no habitable: Espacio formado por uno o varios recintos no habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

A continuación encontramos la definición de Recinto habitable y no habitable:

- Recinto habitable: Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:
 - a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
 - b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;

- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
 - d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
 - e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
 - f) zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;
 - g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.
- Recinto no habitable: Recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

A efectos de cálculo de la demanda energética, los espacios habitables se clasifican en función de la cantidad de calor disipada en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio, en las siguientes categorías:

- a) espacios con baja carga interna: espacios en los que se disipa poco calor. Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.
- b) espacios con alta carga interna: espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio.

A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los *espacios habitables* se caracterizan por el exceso de *humedad interior*. En ausencia de datos más precisos y de acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma EN ISO 13788: 2002 se establecen las siguientes categorías:

- a) espacios de clase de higrometría 5: espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas;
- b) espacios de clase de higrometría 4: espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar;
- c) espacios de clase de higrometría 3 o inferior: espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.

El edificio que estamos analizando, por tratarse de un edificio de uso docente, podemos decir que todos sus espacios son habitables ya que el edificio está compuesto por aulas, despachos, biblioteca, baños, pasillos y distribuidores, y cuenta con una cocina para la cafetería. Estos espacios podemos considerarlos de alta carga interna por no estar incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. También los englobamos dentro de los espacios de clase de higrometría 3 o inferior.

3.1.3. Definición de la envolvente térmica del edificio y clasificación de sus componentes.

La **envolvente térmica** del edificio, como está compuesta por todos los cerramientos que limitan espacios habitables con el ambiente exterior (aire o terreno u otro edificio) y por todas las particiones interiores que limitan los

espacios habitables con los espacios no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Clasificación según su situación de la envolvente:

- a) cubiertas, en nuestro caso una azotea formada por placas Durisol autoportantes con chapa de compresión de 1cm, impermeabilización asfáltica y protección constituida por una capa de 5cm de gravilla.
- b) suelos, forjado unidireccional de viguetas semirresistentes.
- c) fachadas, compuestas por paneles prefabricados. Se agrupan en 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la siguiente figura.

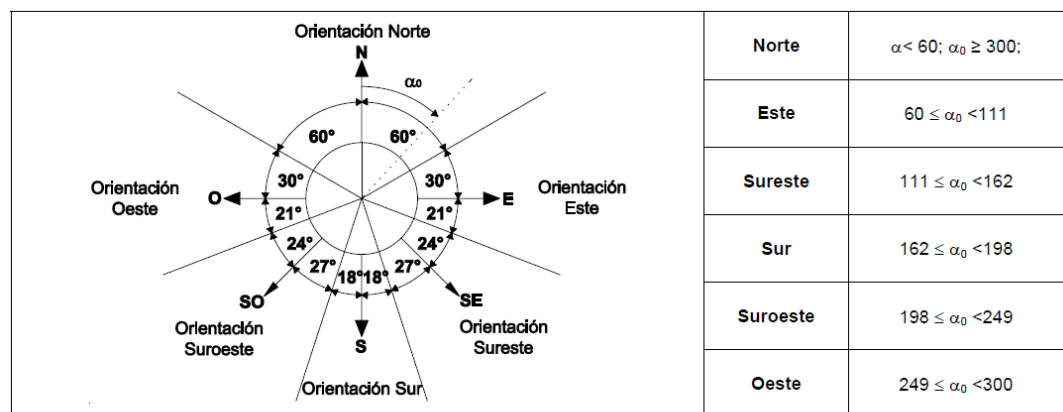


Figura 3.1. Orientaciones de las Fachadas

La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo α que es el formado por el norte geográfico y la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario;

- d) particiones interiores, compuestas al igual que las fachadas por paneles prefabricados.

Los **cerramientos** de los *espacios habitables* se clasifican según su diferente comportamiento térmico y cálculo de sus parámetros característicos en las siguientes categorías:

- a) cerramientos en contacto con el aire:

- Parte opaca, constituida por muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire y los puentes térmicos integrados;
 - Parte semitransparente, constituida por huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas.
- b) cerramientos en contacto con el terreno y suelos en contacto con el terreno.
- c) *particiones interiores en contacto con espacios no habitables.*
- *Particiones interiores en contacto con cualquier espacio no habitable (excepto cámaras sanitarias);*

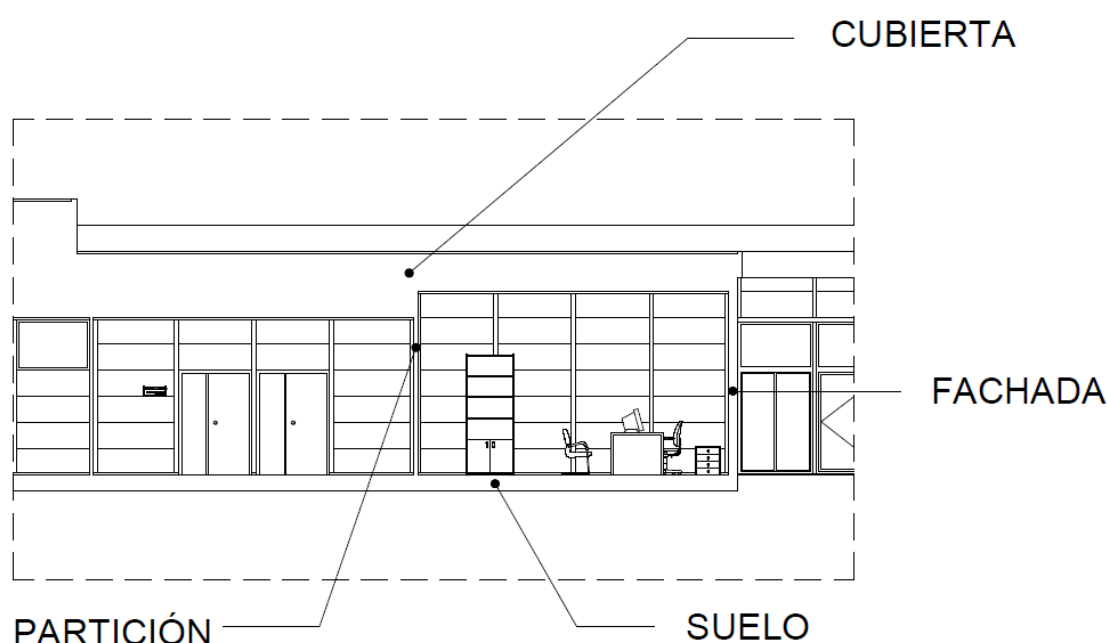


Figura 2.1 Envolvente térmica del edificio de la ETSIE.

3.2 OPCIÓN SIMPLIFICADA

3.2.1 Aplicación de la opción

3.2.1.2 OBJETO

Lo que se pretende conseguir mediante 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*;
- 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;

- c) limitar las infiltraciones de aire en los huecos y lucernarios;
- d) limitar en los edificios de viviendas la transmisión de calor entre las *unidades de uso calefactadas* y las zonas comunes no calefactadas.

APLICACIÓN DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA

Para poder utilizar este procedimiento, el edificio debe de cumplir unas condiciones que son las siguientes:

- a) que el porcentaje de huecos en cada fachada sea inferior al 60% de su superficie. Para ello realizamos una tabla que contiene la superficie ocupada por cada fachada y la superficie que en ella ocupan los huecos, y a continuación el porcentaje de huecos para cada una de las fachadas.

Relación entre huecos de fachadas y superficies de las mismas.

DESIGNACIÓN	m ² de FACHADA	m ² HUECOS	% HUECOS
1	72,83	30	41,2
2	208,3	63	30,25
3	50	31,5	63
4	54,44	3	5,5
5	96,7	47,46	49
6	18,51	0	0
7	165,7	33,75	20,4
8	39,5	0	0
9	167,27	33,75	20,17
10	135,76	13,5	9,94
11	111,25	20,25	18,2
12	166,58	47,25	28,36
13	128,8	81	63,1
14	251,48	44,13	17,55
15	56,56	0	0
16	56,56	5,25	9,28
17	22	0	0

18	22	0	0
19	307,02	40,5	13,2
20	200,87	27	13,44
21	179,78	38,25	21,27
22	151	15,75	10,43
23	172,31	18	10,44
24	179,78	42,75	23,78
25	21,89	2,25	10,3
26	109,4	54,39	49,7
27	69,5	22,5	32,7
28	20,8	3	14,4
29	162	81	50
30	51,28	0	0
31	63,88	25,5	40
32	50,82	36	70,8
33	50,8	9	17,7
34	108,52	45	41,46
35	51,4	0	0
36	64,28	27	42
37	38,04	27	71
38	61	0	0
39	108,05	45	41,64
40	51,5	0	0
41	38,76	13,5	34,83
42	140,24	33	23,53
43	99,62	42	42,16
44	38,05	27	71
45	57,51	40,5	70,4
46	78,7	54	68,6
47	13,2	9	68,2
48	56,34	18	32
49	151,93	6	4
50	56,78	18	31,7

51	13,2	9	68,2
52	78,68	54	68,6
53	57,51	40,5	70,4
54	63,2	45	71,2
55	99,2	39	39,3
56	56,6	13,5	23,85
57	58,15	9,75	16,76
58	32,67	0	0
59	56,45	18	31,88
60	100,62	15	15
61	72,8	39	53,57
62	100,91	27	26,75
63	172,6	49,5	28,67

Tabla 2.1 Relación de huecos de fachada y superficies de las mismas

La superficie total de las fachadas es de 6.080,54 m² y el 10% área total fachadas es 608,054 m².

En algunas de las fachadas se supera este porcentaje, pero esto no supone ningún problema ya que el Código Técnico nos dice, que como excepción, se admiten porcentajes de huecos superiores al 60% en aquellas fachadas cuyas áreas supongan un porcentaje inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio, y en este caso ninguna de las fachadas supera este porcentaje.

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

Superficie de cubierta: 19.832'24m²

5% superficie = 991'6m²

Superficie lucernarios = 986 m²

4,97% lucernarios < 5% superficie total cubierta

Procedimiento de la opción simplificada.

a) Determinación de la zona climática que corresponde al edificio: B3.

b) Clasificación de los espacios del edificio: Espacios habitables.

- c) Definición de la envolvente térmica objeto de comprobación.
 d) Cálculo de la transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente térmica. (Apéndice E, CTE, DB-HE1)

La transmitancia térmica U (W/m^2K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = 1/RT$$

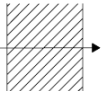
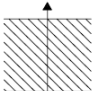
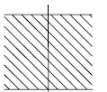
Siendo RT la resistencia térmica total del componente constructivo (W/m^2K).

La resistencia térmica total RT de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$RT = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Siendo R_1 , R_2 , R_n las resistencias térmicas de cada capa y R_{si} , R_{se} las resistencias térmicas superficiales, correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla siguiente de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio (m^2K/W).

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m^2K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Siendo e el espesor de la capa (m) y λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos Declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001 o tomada de Documentos reconocidos (W/mK).

Comprobación de que cada una de las transmitancias térmicas de los elementos de la envolvente térmica del edificio es inferior al valor máximo indicado en la tabla 2.1.

Cubierta:

Azotea formada por los diferentes materiales y espesores que se muestran en la siguiente figura:

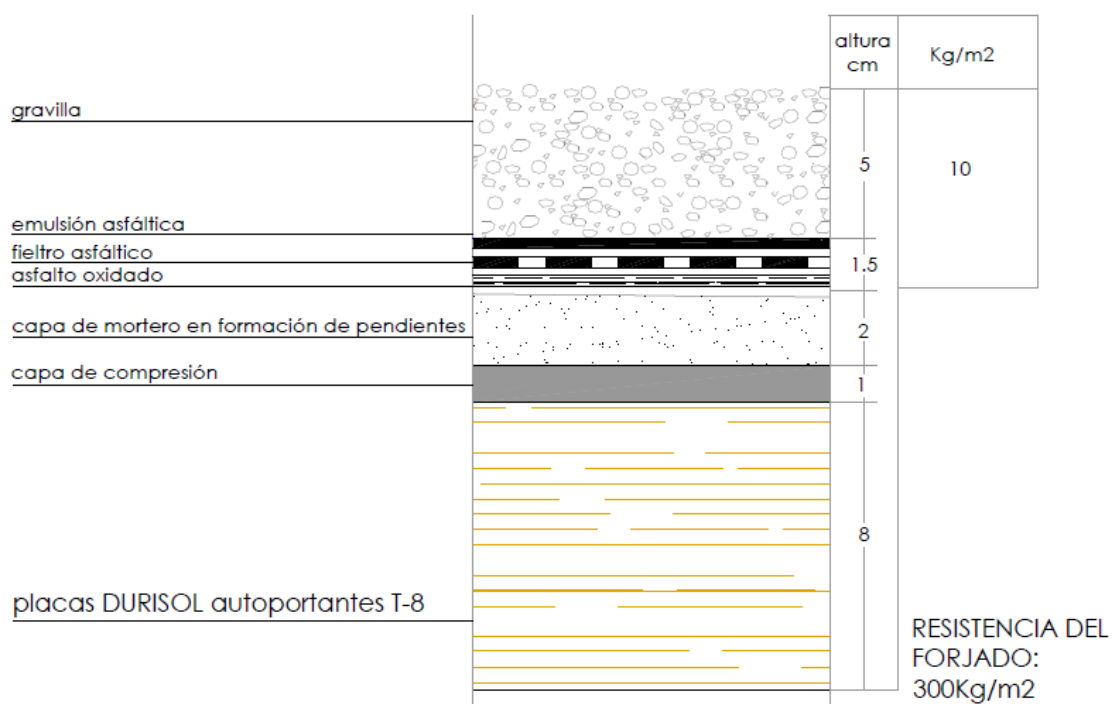


Figura 2.2. Sección de la cubierta actual

Una vez estudiado el sistema constructivo, buscamos la conductividad térmica de cada material para poder hallar la transmitancia térmica de la cubierta

(Uc). A continuación, que la transmitancia obtenida sea menor que los máximos indicados en la tabla 2.1 del CTE.

CAPA	ESPESOR e (m)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA W/mK	RESISTENCIA TÉRMICA m² K/W
Gravilla	0,05	2	0,025
Emulsión asfáltica	0,01	0,7	0,014
Fieltro asfáltico	0,0065	0,18	0,036
Oxiasfalto	0,001	0,7	0,00143
Capa de mortero en formación de pendientes	0,02	0,4	0,05
Capa de compresión	0,01	0,15	0,0666
Placas Durisol autoportantes	0,08	0,73	0,1096
Cámara de aire	0,50	2	0,25
Paneles acústicos de lana de roca	0,025	0,0379	0,66

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

$$R_T = 0,10 + 1,21 + 0,04 = 1,35 \text{ m}^2\text{K/W}$$

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

$$U_c = 1 / 1,35 = \mathbf{0,74 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

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

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

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

Uc = 0,74 W/m²K ≠ 0,59 W/m²K → SOLUCIÓN INADMISIBLE

Fachada

Compuestas por paneles prefabricados "DURISOL".

Conductividad Térmica= 0.083 W/mK

Resistencia Térmica= 0,1/0.083= 1.2 m²K/W

RT= 0.13 + 1.2 + 0.04 = 1.37 m²K/W

U= 1/RT

UM= 0.73 W/m²K

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

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

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

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

UM= 0.73 W/m²K < 1,07 W/m²K → SOLUCIÓN ADMISIBLE

Suelo:

Forjado sanitario. Forjado unidireccional compuesto por bovedillas y viguetas semiresistentes.

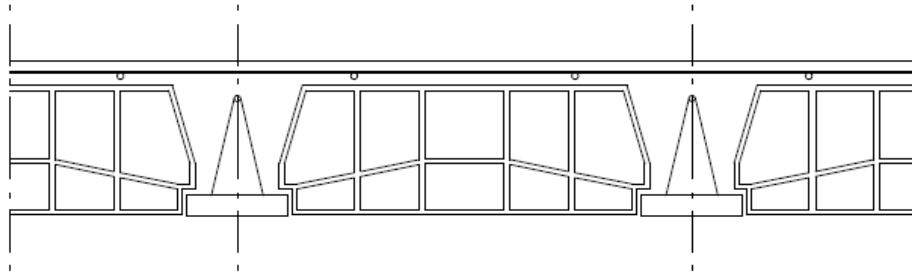
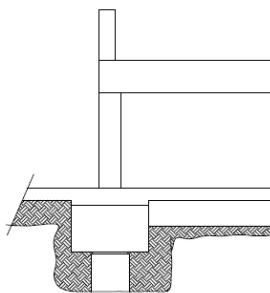


Figura 2.3 Sección del forjado sanitario

Nos encontramos con un caso que no está incluido en el código técnico ya que no se trata ni de un suelo en contacto con el terreno, ni en contacto con una cámara sanitaria. Pero según indica el libro "ANÁLISIS DEL DOCUMENTO BÁSICO AHORRO DE ENERGÍA DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (DB-HE)" podemos justificar el cálculo según el apartado E.1.3.2. del Apéndice E del HE1. Aunque este espacio sea para cámaras de aire ventiladas y nuestro caso trate de una cámara de aires sin ventilación o un espacio no habitable, hace que nuestro resultado sea más favorable y por lo tanto estaremos del lado de la seguridad en el cálculo.



$$A = 17.990'63 \text{ m}^2$$

$$P = 1.253 \text{ m}$$

$$B' = A / (P/2)$$

$$B' = 17.990'63 / (1.253/2) = 28'71 \text{ m}$$

$$R_f = 0.5 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Con este valor, entramos en la tabla E.9 y obtenemos la transmitancia térmica del suelo:

$$U_s = 0'61 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Tabla E.9 Transmitancia térmica U_s en $W/m^2 K$

B'	R_f (m^2K/W)					
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
5	2,63	1,14	0,72	0,53	0,42	0,35
6	2,30	1,07	0,70	0,52	0,41	0,34
7	2,06	1,01	0,67	0,50	0,40	0,33
8	1,87	0,97	0,65	0,49	0,39	0,33
9	1,73	0,93	0,63	0,48	0,39	0,32
10	1,61	0,89	0,62	0,47	0,38	0,32
12	1,43	0,83	0,59	0,45	0,37	0,31
14	1,30	0,79	0,57	0,44	0,36	0,31
16	1,20	0,75	0,55	0,43	0,35	0,30
18	1,12	0,72	0,53	0,42	0,35	0,29
20	1,06	0,69	0,51	0,41	0,34	0,29
22	1,00	0,67	0,50	0,40	0,33	0,29
24	0,96	0,65	0,49	0,39	0,33	0,28
26	0,92	0,63	0,48	0,39	0,32	0,28
28	0,89	0,61	0,47	0,38	0,32	0,28
30	0,86	0,60	0,46	0,38	0,32	0,27
32	0,83	0,59	0,45	0,37	0,31	0,27
34	0,81	0,58	0,45	0,37	0,31	0,27
≥36	0,79	0,57	0,44	0,36	0,31	0,27

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de *cerramientos y particiones interiores* de la envolvente térmica U en W/m^2K

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m⁽²⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos⁽³⁾ Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

$$U_s = 0,61 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,68 \text{ W/m}^2\text{K} \longrightarrow \text{SOLUCIÓN ADMISIBLE}$$

Huecos y lucernarios:

El hueco ocupa el límite entre el exterior y el interior, a la vez que rompe la maciza y opaca continuidad del muro para conseguir iluminar y ventilar. Es uno de los elementos más importantes de un edificio y sin duda la pieza clave

de la envolvente térmica; por tanto su adecuada definición es fundamental en cualquier arquitectura.

La ventana adquiere ahora protagonismo normativo al exigírsele, al igual que a los demás elementos de cerramientos y particiones, que no sobrepase ciertos niveles de transmitancia térmica; es decir, que sea buen aislante térmico.

Los huecos afectan en el comportamiento del edificio de dos formas distintas:

- En función del tipo de carpintería y vidrio tendremos una transmisión térmica a través de esos huecos. (Transmitancia térmica)
- En función de la orientación y la incidencia directa del sol sobre la parte transparente habrá un mayor o menor soleamiento sobre los espacios interiores. (Factor solar modificado)

a) La transmitancia térmica de los huecos U_H (W/m^2K) se determinará mediante la siguiente expresión:

$$U_H = (1-FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$$

Siendo:

$U_{H,v}$ la transmitancia térmica de la parte semitransparente [W/m^2K];

$U_{H,m}$ la transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario [$W/m^2 K$];

FM la fracción del hueco ocupada por el marco

Ventanas

Nuestras ventanas tienen un marco metálico y vidrio monolítico, por lo que los valores de transmitancia térmica que utilizaremos para el cálculo son los siguientes:

$$U_{H,v} = 5,6 \text{ W/m}^2K$$

$$U_{H,m} = 5,7 \text{ W/m}^2K$$

$$FM = A_{marco} / A_{hueco} = 0,43 / 1,82 = 0,23$$

$$U_H = (1-FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m} = (1-0,23) \cdot 5,6 + 0,23 \cdot 5,7 = \underline{5,62 \text{ W/m}^2K}$$

Lucernarios

$$U_{H,v} = 6,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{H,m} = 7,2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$FM = \text{Amarco} / \text{Ahueco} = 0,66 / 1,59 = 0,41$$

$$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m} = (1 - 0,41) \cdot 6,8 + 0,41 \cdot 7,2 = \underline{6,96 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

b) El factor solar modificado en hueco o lucernario se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$F = FS \cdot [(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha]$$

Siendo:

FS el factor de sombra del hueco o lucernario obtenido de las tablas

FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

g_{\perp} el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario a incidencia normal.

U_m la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [$\text{W/m}^2 \text{K}$]; **α** la absorptividad del marco obtenida de la tabla E.10 en función de su color.

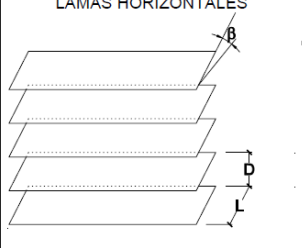
El factor solar es un coeficiente que se calcula en materiales transparentes, cuyo valor está comprendido entre 0_1 y que nos indica la relación existente entre la energía solar que incide sobre un acristalamiento y la que consigue atravesarlo. Cuanto más bajo es el factor solar mayor es la protección solar que aporta el producto.

Tabla E.10 Absortividad del marco para radiación solar α

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

Ventanas

Tabla E.13 Factor de sombra para obstáculos de fachada: lamas

		ANGULO DE INCLINACIÓN (β)		
		0	30	60
ORIENTACIÓN	SUR	0,49	0,42	0,26
	SURESTE/ SUROESTE	0,54	0,44	0,26
	ESTE/ OESTE	0,57	0,45	0,27

- Orientaciones Este y Oeste:

$$FS = 0,45$$

$$FM = 0,23$$

$$g_{\perp} = 0,8$$

$$Um = 5,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,65$$

$$F = FS \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot Um \cdot \alpha] = 0,45 \cdot [(1-0,23) \cdot 0,8 + 0,23 \cdot 0,04 \cdot 5,6 \cdot 0,65] = 0,29$$

- Orientación Suroeste:

$$FS = 0,44$$

$$FM = 0,23$$

$$g_{\perp} = 0,8$$

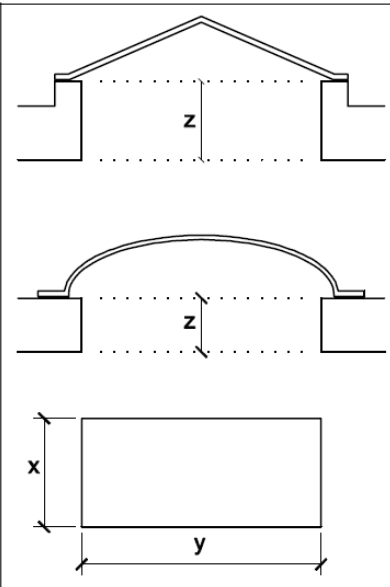
$$Um = 5,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,65$$

$$F = FS \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot Um \cdot \alpha] = 0,44 \cdot [(1-0,23) \cdot 0,8 + 0,23 \cdot 0,04 \cdot 5,6 \cdot 0,65] = 0,28$$

Lucernarios

Tabla E.15 Factor de sombra para lucernarios

		Y / Z					
		0,1	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
	X / Z	0,1	0,42	0,43	0,43	0,43	0,44
	0,5	0,43	0,46	0,48	0,50	0,51	0,52
	1,0	0,43	0,48	0,52	0,55	0,58	0,59
	2,0	0,43	0,50	0,55	0,60	0,66	0,68
	5,0	0,44	0,51	0,58	0,66	0,75	0,79
	10,0	0,44	0,52	0,59	0,68	0,79	0,85

$$FS = 0,85$$

$$FM = 0,41$$

$$g_{\perp} = 0,5$$

$$Um = 7,2 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\alpha = 0,55$$

$$F = FS \cdot [(1-FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot Um \cdot \alpha] =$$

$$0,85 \cdot [(1-0,41) \cdot 0,5 + 0,41 \cdot 0,04 \cdot 7,2 \cdot 0,55] = 0,3$$

Apéndice H

Fichas justificativas de la opción simplificada.

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA		B3		Zona de baja carga		Zona de alta carga interna					
MUROS (U Mm) y (U _m)											
Tipos		A (m ²)	U (W/(m ² °K))	A U (W/°K)	Resultados						
N	PANELES	56,56	0,73	41,2888							
	PREFABRICADOS	22	0,73	16,06							
		307,02	0,73	224,1246							
		179,78	0,73	131,2394							
		179,78	0,73	125,7863							
		109,4	0,73	79,862							
		51,26	0,73	37,4198							
		50,82	0,73	37,0986							
		108,52	0,73	79,2196							
		61	0,73	44,53							
		38,05	0,73	27,7765							
		78,7	0,73	57,451							
		56,34	0,73	41,1282							
		56,6	0,73	41,318							
		100,62	0,73	73,4526							
		56,6	0,73	41,318							
		100,62	0,73	73,4526				$\Sigma A =$ 1606,2 $\Sigma A \cdot U =$ 1172,53 $U_{Mm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,73			
	E	PANELES	18,51	0,73				13,51123			
PREFABRICADOS		39,5	0,73	28,835							
		151	0,73	101,23							
		22	0,73	16,06							
		22	0,73	16,06							
		179,78	0,73	131,2394							
		36,88	0,73	46,6324							
		51,4	0,73	37,522							
		38,04	0,73	27,7692							
		108,05	0,73	78,8765							
		38,76	0,73	28,2948							
		99,62	0,73	72,7226							
		13,2	0,73	9,636							
		151,93	0,73	110,909							
		13,2	0,73	9,636							
		99,2	0,73	72,416							
		58,15	0,73	42,4495							
		56,45	0,73	41,2085	$\Sigma A =$ 1470,07 $\Sigma A \cdot U =$ 1073,15 $U_{Mm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,73						
O		PANELES	208,3	0,73	152,059						
		PREFABRICADOS	54,44	0,73	39,7412						
		35,76	0,73	99,1048							
		66,58	0,73	121,6034							
		251,48	0,73	183,5804							
		22	0,73	16,06							
		200,87	0,73	146,6351							
		22	0,73	16,06							
		69,5	0,73	50,735							
		162	0,73	118,26							
		50,8	0,73	37,084							
		57,51	0,73	41,9823							
		57,51	0,73	41,9823	$\Sigma A =$ 1408,75 $\Sigma A \cdot U =$ 1064,89 $U_{Mm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,73						
	S										
					$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{Mm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$						

SE					$\Sigma A =$	
					$\Sigma A \cdot U =$	
					$U_{Mm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	
SO	PANELES	72,83	0,73	53,1659		
	PREFABRICADOS	50	0,73	36,5		
		96,7	0,73	70,591		
		165,7	0,73	120,961		
		167,27	0,73	122,1071		
		111,25	0,73	81,2125		
		128,28	0,73	93,6444		
		56,56	0,73	41,2888		
		22	0,73	16,06		
		22	0,73	16,06		
		22	0,73	16,06		
		21,89	0,73	15,9797		
		20,8	0,73	15,184		
		64,26	0,73	46,9098		
		51,5	0,73	37,595		
		140,24	0,73	102,3752		
		56,78	0,73	41,4494		
		78,68	0,73	57,4364		
		63,2	0,73	46,136		
		32,67	0,73	23,8491		
		100,91	0,73	73,6643		
C-TER					$\Sigma A =$	1545,52
					$\Sigma A \cdot U =$	1128,23
					$U_{Mm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	0,73
C-TER					$\Sigma A =$	
					$\Sigma A \cdot U =$	
					$U_{Tm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	

SUELOS (Usm)

Tipos	A (m ²)	U (W/ (m ² °K)	A·U (W/ °K)	Resultados
FORJADO SANITARIO	17.990,63	0,61	10974,2843	$\Sigma A =$ 17.990,63
				$\Sigma A \cdot U =$ 10974,2843
				$U_{Sm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,61

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (Ucm y Fl m)

Tipos	A (m ²)	U (W/ (m ² °K)	A·U (W/ °K)	Resultados
AZOTEA	17.990,63	0,45	8.095,78	$\Sigma A =$ 17.990,63
				$\Sigma A \cdot U =$ 8.095,78
				$U_{Cm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,45

Tipos	A (m ²)	F	A·F (m ²)	Resultados
CLARABOYAS	986	0,3	295,8	$\Sigma A =$ 986
				$\Sigma A \cdot F =$ 295,8
				$F_{Lm} \Rightarrow \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ 0,30

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de baja carga	<input type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>
----------------	----	--------------------	--------------------------	----------------------------	-------------------------------------

% de huecos	28
-------------	----

HUECOS (U_{Hm} y F_{Hm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/ (m ² °K)	A·U (W/ °K)		Resultados
N	39 ventas 1,5 x 1,5 m	87,75	5,6	491,4		$\Sigma A = 195,75$
	36 ventas 1,5 x 2 m	108	5,6	604,8		$\Sigma A \cdot U = 1.096,2$
						$U_{Hm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 5,60$
Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F (m ²)
E	14 ventas 1,5 x 1,5 m	31,5	5,6	0,36	176,4	11,34
	83 ventas 1,5 x 2 m	2,49	5,6	0,36	1394,4	89,64
O	31 ventas 1,5 x 1,5 m	69,75	5,6	0,36	390,6	25,11
	42 ventas 1,5 x 2 m	126	5,6	0,36	705,6	45,36
S						
SE						
OS	24 ventas 1,5 x 1,5 m	54	5,6	0,35	302,4	18,9
	30 ventas 1,5 x 2 m	90	5,6	0,35	504	31,5
						$\Sigma A = 144$
						$\Sigma A \cdot U = 806,40$
						$\Sigma A \cdot F = 50,40$
						$U_{Hm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 5,60$
						$F_{Hc} \Rightarrow \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 195,75$

FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	B 3	Zona de baja carga	<input type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>
----------------	-----	--------------------	--------------------------	----------------------------	-------------------------------------

Cerramientos y particiones internas de la envolvente térmica	U max proy (1)	U max (2)
Muros de fachada	0,73	1,07
Suelos	0,61	0,68
Cubiertas	0,74	0,59
Vidrios y huecos de lucernarios	5,6	5,7
Marcos de huecos de lucernarios	5,7	

Particiones interiores (edificios de viviendas) (3)		
---	--	--

MUROS DE FACHADA		
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$
N	0,73	} < 0,73
E	0,73	
O	0,73	
S	0,00	
SE	0,00	
SO	0,73	

HUECOS Y LUCERNARIOS			
	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	
	5,60	3,3	} < 0,57
	5,60	4,3	
	5,60		
	0,00	0,0	} < 0,5
	0,00	5,6	
	5,60		

CERRAM. CONTACTO TERRENO	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Tlim}^{(5)}$
0	0,82

SUELOS	
$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$
0,61	0,54

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS	
$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$
0,54	0,45

LUCERNARIOS	
F_{Lm}	F_{Llim}
0,3	0,3

- (1) U max. proy corresponde al valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.
- (2) Umax, corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2,1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
- (3) En edificios de viviendas,, U max proy de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.
- (4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
- (5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

B) EDIFICIO DE PROYECTO, CON CUBIERTA AJARDINADA

Cumplimiento del CTE.

Documento Básico HE Ahorro de Energía
Sección HE 1
Limitación de demanda energética

Siendo uno de los objetivos, la sustitución de la cubierta actual, del edificio 1B, por una cubierta ecológica, volveremos a comprobar si cumple la limitación de demanda energética del DB-HE1, que acabamos de estudiar en el punto anterior.

Como la única parte que se pretende modificar es la cubierta, bastará con volver a calcular la nueva transmitancia de la nueva cubierta y verificar que cumple con los valores de máxima transmitancia de la envolvente. De la misma manera se volverán a rellenar las fichas de opción simplificada.

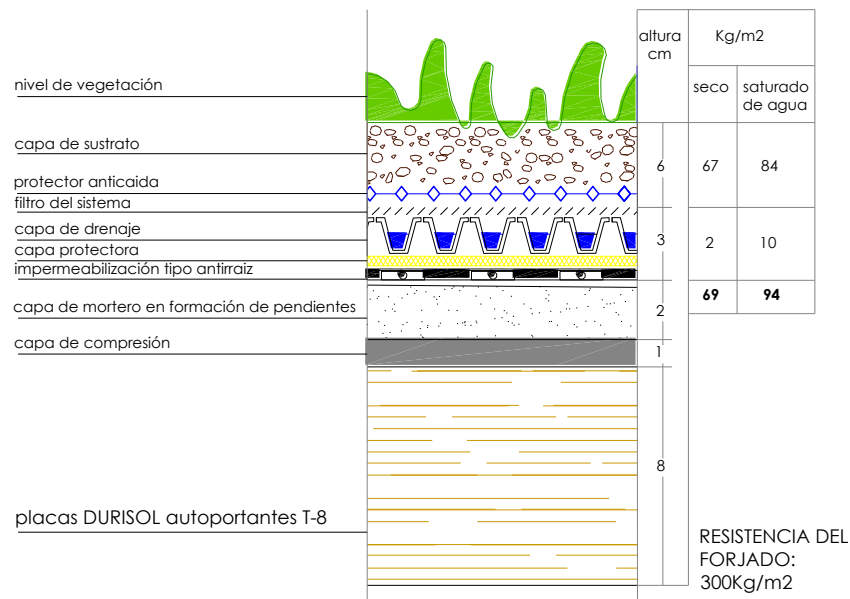
Cubierta:

Figura 2.4 Sección de la cubierta de proyecto

Una vez estudiado el sistema constructivo, buscamos la conductividad térmica de cada material para poder hallar la transmitancia térmica de la cubierta. indicados en la tabla 2.1.

CAPA	ESPESOR e (m)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA W/mK	RESISTENCIA TÉRMICA m² K/W
Capa de sustrato	0,06	0,115	0,52
Protector anticaida	0,01	0,7	0,014
Filtro del sistema	0,03	0,18	0,16
Capa de drenaje	0,025	0,7	0,036
Aislante lana de roca	0,04	0,04	1,00
Impermeabilización tipo anti-raiz	despreciable	—	—
Capa de mortero en formación de pendientes	0,02	0,4	0,05
Capa de compresión	0,01	0,15	0,0666
Placas Durisol autoportantes	0,08	0,73	0,11
Cámara de aire	0,50	2	0,25
Paneles acústicos de lana de roca	0,025	0,0379	0,66

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

$$R_T = 0,10 + 2,87 + 0,04 = 3,01 \text{ m}^2\text{K/W}$$

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

$$U_c = 1/3,01 = 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A continuación, que la transmitancia obtenida es menor que los máximos:

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m²K

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos ⁽²⁾	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas ⁽³⁾	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

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

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

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

$$U_c = 0,33 \text{ W/m}^2\text{K} < 0,59 \text{ W/m}^2\text{K} \longrightarrow \text{SOLUCIÓN ADMISIBLE}$$

Ventanas

Sustituimos las ventanas actuales por unas nuevas de PVC con doble acritalamiento y cámara de aire de 6mm con las siguientes transmitancia:

$$U_{H,v} = 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{H,m} = 3,4 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Suelos

Los suelos no los modificamos ya que ello supondría un mayor coste y trabajo de la obra, y este proyecto se centra especialmente en la formación de una cubierta ajardinada.

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA		<input type="checkbox"/> B3	Zona de baja carga		<input type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>
----------------	--	-----------------------------	--------------------	--	--------------------------	----------------------------	-------------------------------------

MUROS (U Mm) y (U _{tm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/ (m ² °K))	A U (W/ °K)	Resultados	
N	PANELES	56,56	0,73	41,2888		
	PREFABRICADOS	22	0,73	16,06		
		307,02	0,73	224,1246		
		179,78	0,73	131,2394		
		179,78	0,73	125,7863		
		109,4	0,73	79,862		
		51,26	0,73	37,4198		
		50,82	0,73	37,0986		
		108,52	0,73	79,2196		
		61	0,73	44,53		
		38,05	0,73	27,7765		
		78,7	0,73	57,451		
		56,34	0,73	41,1282		
		56,6	0,73	41,318		
		100,62	0,73	73,4526		
		56,6	0,73	41,318		
		100,62	0,73	73,4526		
						$\Sigma A =$ 1606,2 $\Sigma A \cdot U =$ 1172,53 $U_{Mm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,73
	E	PANELES	18,51	0,73		13,51123
PREFABRICADOS		39,5	0,73	28,835		
		151	0,73	101,23		
		22	0,73	16,06		
		22	0,73	16,06		
		179,78	0,73	131,2394		
		36,88	0,73	46,6324		
		51,4	0,73	37,522		
		38,04	0,73	27,7692		
		108,05	0,73	78,8765		
		38,76	0,73	28,2948		
		99,62	0,73	72,7226		
		13,2	0,73	9,636		
		151,93	0,73	110,909		
		13,2	0,73	9,636		
		99,2	0,73	72,416		
		58,15	0,73	42,4495		
		56,45	0,73	41,2085		
		72,8	0,73	53,144		
		172,6	0,73	125,998		
				$\Sigma A =$ 1470,07 $\Sigma A \cdot U =$ 1073,15 $U_{Mm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,73		
O	PANELES	208,3	0,73	152,059		
	PREFABRICADOS	54,44	0,73	39,7412		
		35,76	0,73	99,1048		
		66,58	0,73	121,6034		
		251,48	0,73	183,5804		
		22	0,73	16,06		
		200,87	0,73	146,6351		
		22	0,73	16,06		
		69,5	0,73	50,735		
		162	0,73	118,26		
		50,8	0,73	37,084		
		57,51	0,73	41,9823		
		57,51	0,73	41,9823		
						$\Sigma A =$ 1408,75 $\Sigma A \cdot U =$ 1064,89 $U_{Mm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ 0,73
S					$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot U =$ $U_{Mm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$	

SE					$\Sigma A =$ <input type="text"/>
					$\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/>
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
SO	PANELES	72,83	0,73	53,1659	
	PREFABRICADOS	50	0,73	36,5	
		96,7	0,73	70,591	
		165,7	0,73	120,961	
		167,27	0,73	122,1071	
		111,25	0,73	81,2125	
		128,28	0,73	93,6444	
		56,56	0,73	41,2888	
		22	0,73	16,06	
		22	0,73	16,06	
		22	0,73	16,06	
		21,89	0,73	15,9797	
		20,8	0,73	15,184	
		64,26	0,73	46,9098	
		51,5	0,73	37,595	
		140,24	0,73	102,3752	
		56,78	0,73	41,4494	
		78,68	0,73	57,4364	
		63,2	0,73	46,136	
		32,67	0,73	23,8491	
		100,91	0,73	73,6643	
C-TER					$\Sigma A =$ <input type="text"/>
					$\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/>
					$U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

SUELOS (Usm)				
Tipos	A (m ²)	U (W/ (m ² °K)	A·U (W/ °K)	Resultados
FORJADO SANITARIO	17.990,63	0,61	10974,2843	$\Sigma A =$ <input type="text"/>
				$\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/>
				$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (Ucm y Flm)				
Tipos	A (m ²)	U (W/ (m ² °K)	A·U (W/ °K)	Resultados
AZOTEA	17.990,63	0.332	7.646,02	$\Sigma A =$ <input type="text"/>
				$\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/>
				$U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

Tipos	A (m ²)	F	A·F (m ²)	Resultados
CLARABOYAS	986	0,3	295,8	$\Sigma A =$ <input type="text"/>
				$\Sigma A \cdot F =$ <input type="text"/>
				$F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ <input type="text"/>

ZONA CLIMÁTICA	83	Zona de baja carga	<input type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>
----------------	----	--------------------	--------------------------	----------------------------	-------------------------------------

% de huecos	28
-------------	----

HUECOS (U_{Hm} y F_{Hm})						
Tipos		A (m ²)	U (W/ (m ² °K)	A·U (W/ °K)		Resultados
N	39 ventas 1,5 x 1,5 m	87,75	3,3	289,57		$\Sigma A = 195,75$
	36 ventas 1,5 x 2 m	108	3,3	356,4		$\Sigma A \cdot U = 1.096,2$
						$U_{Hm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3,3$
Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F (m ²)
E	14 ventas 1,5 x 1,5 m	31,5	3,3	0,36	103,95	11,34
	83 ventas 1,5 x 2 m	2,49	3,3	0,36	8,22	89,64
O	31 ventas 1,5 x 1,5 m	69,75	3,3	0,36	230,18	25,11
	42 ventas 1,5 x 2 m	126	3,3	0,36	415,8	45,36
S						
SE						
OS	24 ventas 1,5 x 1,5 m	54	3,3	0,35	178,2	18,9
	30 ventas 1,5 x 2 m	90	3,3	0,35	297	31,5
						$\Sigma A = 144$
						$\Sigma A \cdot U = 475,2$
						$\Sigma A \cdot F = 50,40$
						$U_{Hm} \Rightarrow \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3,3$
						$F_{Hc} \Rightarrow \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 195,75$

FICHA 2 CONFORMIDAD- Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de baja carga	<input type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>
----------------	----	--------------------	--------------------------	----------------------------	-------------------------------------

Cerramientos y particiones internas de la envolvente térmica	U max proy (1)	U max (2)
Muros de fachada	0,73	≤ 1,07
Suelos	0,61	≤ 0,68
Cubiertas	0,33	≤ 0,59
Vidrios y huecos de lucernarios	3,3	≤ 5,7
Marcos de huecos de lucernarios	3,4	

Particiones interiores (edificios de viviendas) (3)		
---	--	--

MUROS DE FACHADA		
	U _{Mm} (4)	U _{M llim} (5)
N	0,73	} < 0,73
E	0,73	
O	0,73	
S	0,00	
SE	0,00	
SO	0,73	

HUECOS Y LUCERNARIOS				
	U _{Hm} (4)	U _{H llim} (5)	F _{Hm} (4)	F _{H llim} (5)
	3,3	≤ 3,3		
	3,3	≤ 4,3	0,36	≤ 0,57
	3,3		0,36	
	0,00	≤ 0,0	0,0	≤
	0,00	≤ 5,6	0,0	≤ 0,5
	3,3		0,35	

CERRAM. CONTACTO TERRENO	
U _{Tm} (4)	U _{T llim} (5)
0	≤ 0,82

SUELOS	
U _{Sm} (4)	U _{S llim} (5)
0,61	≤ 0,54

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS	
U _{Cm} (4)	U _{C llim} (5)
0,33	≤ 0,45

LUCERNARIOS	
F _{Lm}	F _{L llim}
0,3	≤ 0,3

- (1) U max. proy corresponde al valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.
- (2) Umax, corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
- (3) En edificios de viviendas,, U max proy de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.
- (4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
- (5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.