DONPÓL®
aislamiento

Manual Técnico

Térmico

GRUPO Valero® AISLAMIENTOS

índice

térmicos

Neopor® by BASF

Valero

1. ahorro

de energía y eficiencia energética de los edificios

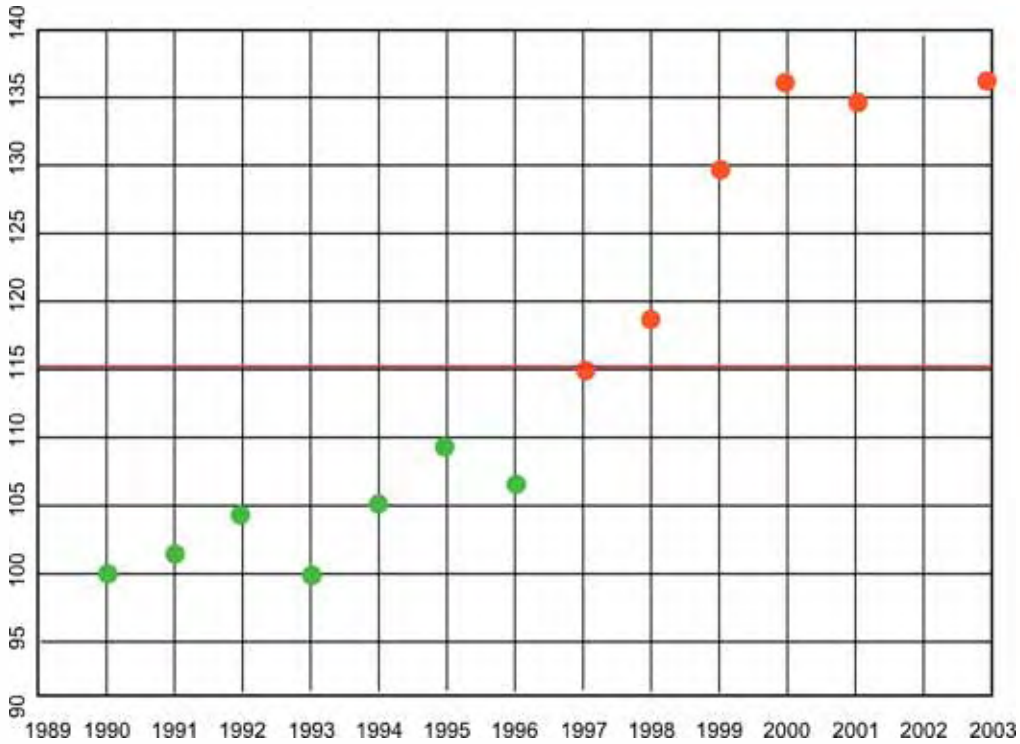
Cambio climático, efecto invernadero, destrucción de la capa de ozono, descongelación de los polos, y un largo etcétera hacen referencia a los problemas a los que la humanidad está sometiendo al medio ambiente. Todo ello ha motivado una conciencia social sobre la iportancia de la protección del medio ambiente

El Protocolo de Kioto (en vigor desde el 16 de Febrero de 2005) pretende reducir las emisiones de CO_2 (causantes del efecto invernadero) a la atmósfera

El compromiso de España pasa por no superar, en el año 2013, el 15 % de lo emitido en el año 1990. Sin embargo, en el año 2003, las emisiones de CO_2 fueron un 41 % superiores a las del año de referencia

En España la reducción de las emisiones se ha centrado en los siguientes sectores:

- Eléctrico
- Refino del petróleo
- Siderurgia
- Cemento y cal
- Vidrio e industrias cerámicas (tejas, ladrillos, azulejos y baldosas)
- Pasta de papel, papel y cartón



El sector energético se encuentra en fuerte crecimiento (en los últimos 7 años ha aumentado un 31%), apareciendo puntas de consumo durante el invierno o el verano.

Reducir las emisiones en un sector con crecimiento continuo es complicado, por ello, esta actuación debe pasar necesariamente por la reducción de la demanda de energía.

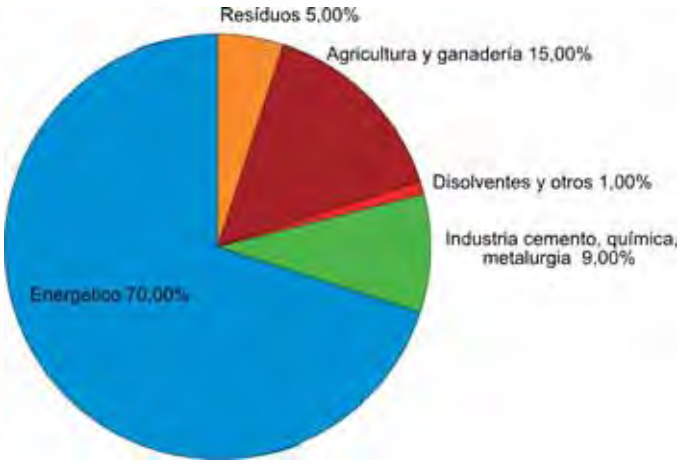
El sector de la edificación representa el 18% del consumo de toda la energía, distribuyéndose de la siguiente manera:

Además, la previsión es que este consumo de energía, debido al ritmo actual de crecimiento de viviendas y de su equipamiento (equipos de calefacción y de refrigeración), se duplique en el año 2012.

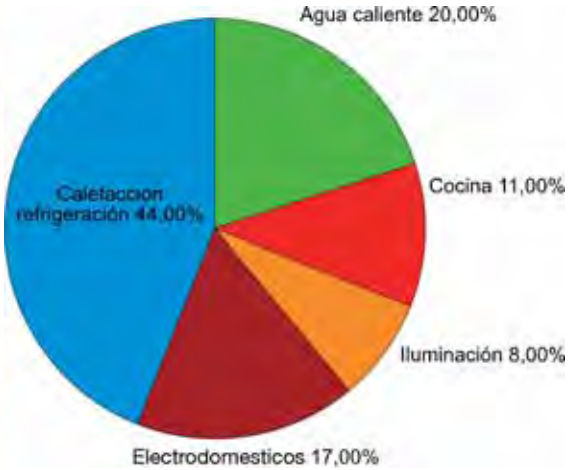
Respecto a las emisiones, el sector edificación representa el 18,6 % del total, con una emisión media de 3,3 toneladas por vivienda.

UNA REDUCCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS REDUCIRÁ CONSIDERABLEMENTE LAS EMISIONES DE CO_2 A LA ATMÓSFERA

EMISIONES POR SECTOR (1999)



DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGIA EN LA VIVIENDA



2. características a exigir a un material aislante térmico

La función principal de un material aislante térmico es que aísle, por ello, a este tipo de materiales se le debe exigir aquellas propiedades que identifican su capacidad de aislamiento térmico, es decir:

Conductividad térmica y espesor

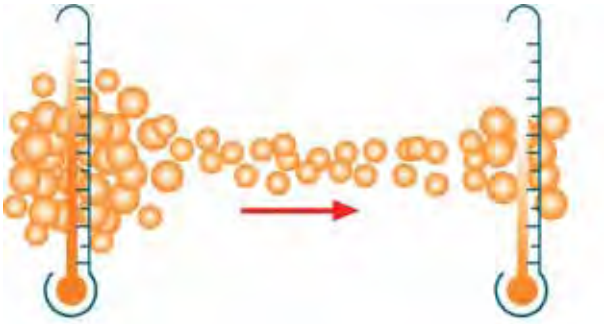
Resistencia térmica y/o transmitancia térmica

Además de estas propiedades, y según donde se coloque el material, se podrán exigir otras: tensión de compresión, resistencia a flexión, etc.

La densidad no es un identificativo de aislamiento térmico o de calidad de producto, de hecho, las nuevas normas europeas de producto (poliestireno expandido, extruido, etc) dejan a la densidad como un parámetro puramente de producción y no de calidad de producto.

A UN MATERIAL AISLANTE TÉRMICO HAY QUE PEDIRLE QUE "AÍSLE" Y NO QUE "PESE".

Por otro lado debemos también conocer el funcionamiento de este tipo de materiales: intentan minimizar el movimiento del calor. Esto se puede explicar atendiendo a la siguiente regla:



EL CALOR SIEMPRE SE ESTÁ MOVIENDO. LO HACE DE DONDE MÁS HAY HACIA DONDE MENOS HAY

ESTE MOVIMIENTO INTENTA EQUILIBRAR LAS TEMPERATURAS

Es decir, de manera genérica, en nuestras viviendas se produce el siguiente movimiento del calor:

EL OBJETIVO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO ES MINIMIZAR EL MOVIMIENTO DEL CALOR. CON ELLO SE CONSIGUE:

1) QUE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN Y/O CALEFACCIÓN TRABAJEN MENOS.

2) AHORRO DEL CONSUMO DE ENERGÍA.

3) AHORRO ECONÓMICO.

4) REDUCCIÓN EMISIONES CO2 A LA ATMÓSFERA

2.1

conductividad térmica

2.1. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

La conductividad térmica, junto con el espesor del producto, son quizás las propiedades más importantes de un material aislante térmico. La conductividad es un indicativo del grado de aislamiento de un material y, físicamente, significa:

"Cantidad de calor que pasa a través de un metro cuadrado de un material de caras plano-paralelas de espesor un metro, durante una hora, cuando, entre las dos caras opuestas, hay una diferencia de temperatura de 1ºC."

De forma más sencilla, se puede decir que la conductividad térmica es la:

FACILIDAD QUE TIENE UN MATERIAL PARA TRANSMITIR EL CALOR

Y ya que un material aislante térmico debe reducir el paso del calor, debemos buscar que la conductividad térmica sea lo más baja posible.

Algunos ejemplos de conductividades térmicas:

Material	Valor (W/m·K)
Aluminio	237,00
Acero	52,00
Hielo	2,10
Vidrio	0,90
Agua	0,60
Madera	0,14
Aire en reposo	0,025
Poliestireno expandido	0,046 a 0,031

Uno de los cambios más importantes que ha sufrido el sector de los materiales aislantes térmicos se ha producido con la entrada en vigor de las normas europeas de producto (en vigor desde Mayo de 2003), ya que éstas pretenden garantizar al usuario final las propiedades aislantes.

Por ello, las normas europeas obligan a que los fabricantes declaren la conductividad térmica teniendo en cuenta unos criterios estadísticos (90 % de la población con una aproximación mínima del 90 %, desviación típica de los valores obtenidos por ensayo, etc).

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA – LAMBDA	
Se representa por la letra griega.-	λ
Se expresa en la siguiente unidad.	W/m·K
Se indica a la temperatura de	10 ºC
Otras unidades	kCal/m·h·ºC
	1 W/m·K = 0,86 kCal/m·h·ºC

De esta forma, se aplica una especie de coeficiente de seguridad al valor medio de la conductividad térmica obtenida por ensayo, determinándose con ello la **conductividad térmica declarada.**

A LA HORA DE CALCULAR DEBEMOS EMPLEAR LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DECLARADA QUE OFRECE EL FABRICANTE

Sin embargo, hay otros parámetros que pueden afectar al valor de la conductividad térmica, como por ejemplo:

-La absorción de agua del material aislante en una cubierta invertida.

-El envejecimiento del material aislante y la consecuente pérdida de aislamiento (caso de los poliuretanos).

Por ello, a la conductividad térmica declarada se le debe aplicar unos factores de corrección para determinar **la conductividad térmica de diseño**, siendo esta con la que se determinará el aislamiento térmico que necesita nuestro edificio. Tal y como dice el Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-HE), la conductividad térmica de diseño se calcula según la norma UNE-EN ISO 10456:2001 con la siguiente expresión:

$$\lambda_D = \lambda_{declarada} \cdot F_T \cdot F_m \cdot F_a$$

F_T _ factor de conversión por temperatura
F_m _ factor de conversión por humedad
F_a _ factor de conversión por envejecimiento

El valor de los factores de conversión está indicado en la norma UNE-EN ISO 10456:2001 en función del tipo de material aislante térmico (poliestireno expandido, poliestireno extruido, lanas minerales, etc).

Por último, **la conductividad térmica no relaciona el grado de aislamiento que se consigue al aumentar el espesor del material aislante ya que ésta no depende de él** (ojo, hay productos, como el poliestireno extruido, en los que el valor de la conductividad se ve afectada por el espesor). Por tanto, se necesita de otra propiedad que nos indique el grado de aislamiento térmico que se consigue al variar el espesor del producto aplicado.

Esta otra propiedad es la resistencia térmica, que vamos a ver a continuación

2.2

resistencia térmica

2.2. RESISTENCIA TÉRMICA

Si la conductividad térmica nos indica “la facilidad de transmitir el calor”, la resistencia térmica nos indica todo lo contrario: **Es la oposición al paso del calor.**

La resistencia térmica está íntimamente ligada con el espesor, por lo tanto, su variación supone una variación de la resistencia térmica y, con ello, tendremos el dato que nos indica el grado de aislamiento térmico que conseguimos al variar el espesor.

RESISTENCIA TÉRMICA	
Se representa por	R_t
Se expresa en la siguiente unidad	$m^2 \cdot K/W$
Se indica a la temperatura de	10 ºC
Forma de cálculo	$Rt = \frac{\text{Espesor}}{\text{Conductividad}} = \frac{E}{\lambda} = \frac{\text{metros}}{[W/m \cdot K]} = m^2 \cdot K/W$
Otras unidades	$m^2 \cdot h \cdot ºC/kCal$

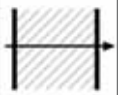
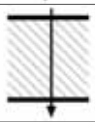
Dado que la resistencia térmica es la oposición al paso del calor y ya que estamos buscando que nuestro material se oponga lo más posible a este movimiento, tenemos que buscar resistencias térmicas lo más altas posibles.

Para determinar cuanto se opone el cerramiento que hemos proyectado al paso del calor, debemos calcular la resistencia térmica total de todo el conjunto, y eso se hace por medio del sumatorio de las resistencias térmicas individuales de cada elemento:

$$R_{total} = R_{se} + Rsi + \Sigma R_{parciales}$$

R_{se} → resistencia térmica superficial exterior
R_{si} → resistencia térmica superficial interior
$R_{parcial}$ → resistencia térmica de cada elemento

Las resistencias térmicas superficiales vienen recogidas en el nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-HE) y se indican a continuación:

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		Situación del cerramiento			
		Separa con el exterior		Separa con espacio no habitable	
		R_{se}	R_{si}	R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales con pendiente con la horizontal > 60º y flujo horizontal		0,04	0,13	0,13	0,13
Cerramientos horizontales o con pediente ≤ 60º con la horizontal y flujo ascendente		0,04	0,10	0,10	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17	0,17	0,17

Por ejemplo, el cálculo de la resistencia térmica de un cerramiento exterior, con los elementos que se indican, se hace de la siguiente manera:

Elemento	Espesor cm	Conductividad térmica W/m·K	Resistencia térmica m2·K/W
Mortero de cemento	1,50	1,400	0,0107
Ladrillo hueco triple	12,0	0,490	0,2449
DonPól Amarillo	3,0	0,036	0,8000
Ladrillo hueco doble	7,0	0,490	0,1429
Enlucido de yeso	1,5	0,300	0,0500
Resistencia térmica total parcial, ΣRparciales			1,25
Resistencia térmica superficial exterior, Rse			0,04
Resistencia térmica superficial interior, Rsi			0,13
RESISTENCIA TÉRMICA TOTAL, Rtotal			1,42

En el caso en el que una de las capas sea una cámara de aire, se podrá considerar su resistencia térmica teniendo en cuenta lo siguiente:

a) Cámara sin ventilar. No hay flujo de aire a través de ella, o flujo menor 500 mm² por m. igual que caso **b**.

Espesor – cm	Tipo de cámara	
	Horizontal	Vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18
Otros espesores se pueden obtener por interpolación lineal		

b) Cámara ligeramente ventilada. La superficie de las aberturas se encuentra entre 500 y 1500 mm2 por metro de longitud, para cámaras verticales, o por metro cuadrado, para cámaras horizontales. En este caso la resistencia térmica de la cámara es la mitad de las indicadas en la tabla anterior.

c) Cámara muy ventilada. Las que superan los límites anteriores. En este caso se despreciará la resistencia térmica de la cámara de aire y de las capas que se encuentren entre la cámara y el ambiente exterior y se considerará como resistencia térmica superficial exterior la misma que la interior.

En el caso de una medianera, las resistencias térmicas superficiales se considerarán comointeriores (Rsi).

El método de cálculo anterior es válido para cerramientos que están en contacto con el aire exterior. En caso contrario (por ejemplo, las paredes de un sótano que están en contacto con el terreno), el Código Técnico de la Edificación (anexo E, del CTE-DB-HE) da otros métodos de cálculo.

Habitualmente, a la hora del cálculo del aislamiento térmico, se emplea como parámetro de diseño la transmitancia térmica que vamos a ver a continuación.

2.3

transmitancia térmica

2.3. TRANSMITANCIA TÉRMICA

Es la inversa de la resistencia térmica, y por tanto, valores bajos indican mayor aislamiento.

La transmitancia térmica representa la cantidad de calor que atraviesa un cerramiento debido a la diferencia de temperatura.

TRANSMITANCIA TÉRMICA	
Se representa por	U (CTE-DB-HE) K (NBE-CT-79)
Se expresa en la siguiente unidad	$W/m^2 \cdot K$
Se indica a la temperatura de	10 ºC
Forma de cálculo	$U = \frac{1}{R_{total}}$
Otras unidades	$kCal/m^2 \cdot h \cdot ºC$

Continuando con nuestro ejemplo del cerramiento anterior, tenemos:

Elemento	Espesor cm	Conductividad térmica W/m·K	Resistencia térmica m2·K/W
Mortero de cemento	1,50	1,400	0,0107
Ladrillo hueco triple	12,0	0,490	0,2449
DonPól Amarillo	3,0	0,036	0,8000
Ladrillo hueco doble	7,0	0,490	0,1429
Enlucido de yeso	1,5	0,300	0,0500
Resistencia térmica total parcial, ΣRparciales			1,25
Resistencia térmica superficial exterior, Rse			0,04
Resistencia térmica superficial interior, Rsi			0,13
RESISTENCIA TÉRMICA TOTAL, Rtotal			1,42
TRANSMITANCIA TÉRMICA TOTAL U			0,70

A la hora de tener en cuenta las heterogeneidades de un cerramiento (ventanas, cajas de persiana, puentes térmicos, etc), la transmitancia térmica viene representada por la media ponderada de los valores de los diferentes elementos que forman el cerramiento, en función de la superficie de cada uno de ello

$$U = \frac{\Sigma (s_i \cdot u_i)}{\Sigma s_i}$$

S_i=superficie de un elemento. U_i =Transmitancia térmica de un elemento

Nota:. sólo se deben tener en cuenta las heterogeneidades cuando estás tienen más de 0,5 m^2.

3. otras

características importantes

3.1

reacción al fuego

3.1. REACCIÓN AL FUEGO

La clasificación que se ha venido usando en España es (según UNE 23727):

M.0	No combustible
M.1	Combustible, no inflamable
M.2	Combustible e inflamable (grado moderado)
M.3	Combustible e inflamable (grado medio)
M.4	Combustible e inflamable (grado alto)

Sin embargo, las Directivas de la Unión Europea están intentando homogeneizar las clasificaciones de los diferentes países y, de ello, han surgido las **Euroclases** (UNE-EN 13501-1), que son aplicables a los productos aislantes térmicos desde Mayo de 2003.

Las Euroclases se basan en tres criterios:

La contribución energética al fuego (A1, A2, B, C, D, E, F). con ello se mide la **LIBERACIÓN DE CALOR.**

Producción de humo (S1, S2, S3)

La caída de gotas inflamadas (d0, d1, d2)

Contribución energética al fuego		Producción de humo		Gotas inflamadas	
Clase	Descripción	Clase	Descripción	Clase	Descripción
A1	Liberación de calor nula	Sin ensayo			
A2	Liberación de calor muy baja	S1	Producción mínima $\leq$ 30m²/s²	d0	Ausencia
B	Liberación de calor baja				
C	Liberación de calor media-baja	S2	Ligera producción $\leq$180 m²/s²	d1	Presencia
D	Liberación de calor media	S3	Mucha producción	d2	Muy abundante
E	Liberación de calor alta	Sin ensayo		Sólo si hay caida de gotas	
				d2	Muy abundante
F	Sin clasificar	**Sin ensayo**			

Los productos DonPól están clasificados de la siguiente manera (material desnudo):

M.1, según la norma UNE 23727.

E, según la norma UNE-EN 13501-1.

Como en la realidad el producto en su aplicación se encuentra integrado en una solución constructiva, la clasificación del conjunto es distinta (según información de ANAPE):

CON ENLUCIDO DE YESO DE 15 mm **EUROCLASE - B d0 s1**

CON PLACA DE YESO DE 10 mm **EUROCLASE - B d0 s1**

Por último, también hay que tener en cuenta la **toxicidad de los gases** que se desprenden con el fuego ya que, con algunos productos ésta es muy elevada: amoniaco, ácido cianhídrico, etc.

3.2

resistencia a compresión

3.2. RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Es la respuesta de un material ante una carga aplicada sobre él. En los materiales aislantes térmicos se determina según la norma UNE-EN 826 para una deformación del 10% de su espesor, asegurando así la precisión y repetibilidad de los resultados.

El método de ensayo para el 10% de deformación no es más que un ensayo de laboratorio necesario para asegurar la calidad y no tiene nada que ver con las cargas prácticas, pues, en la realidad las deformaciones deben ser mucho menores (2%) y se debe tener en cuenta la deformación a largo plazo (50 años).

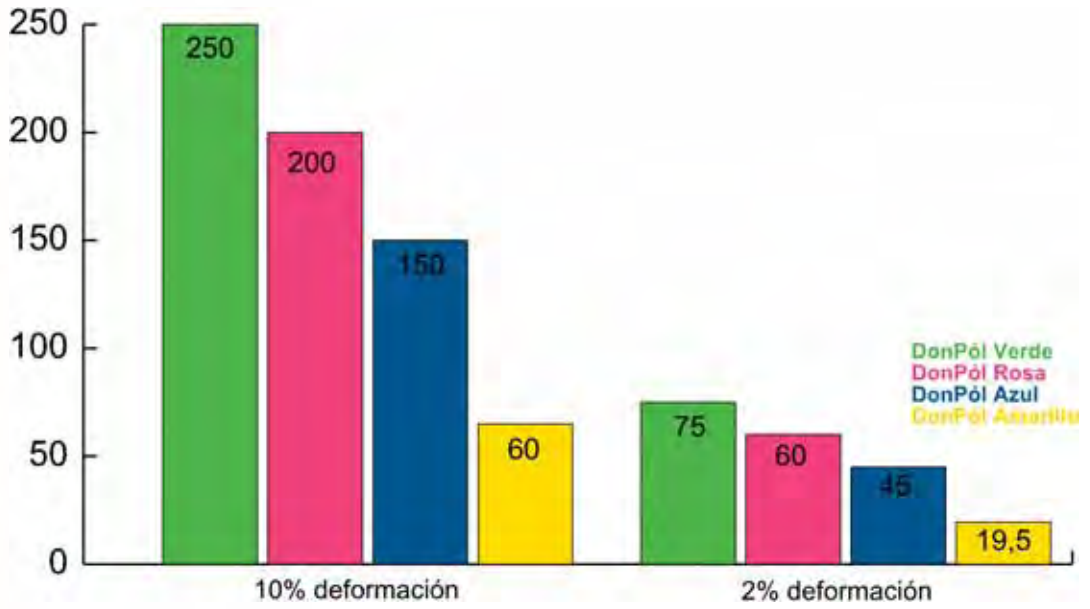
Hay que tener en cuenta que esta propiedad sólo es importante cuando el material está sometido a carga (suelos, cubiertas, etc).

CARGA MÁXIMA PREVISIBLE EN UNA CUBIERTA

(situación crítica durante la instalación):

40 kN/m² - 40 kPa - 0,40 kgf/cm² - 4000 kgf/m²

RESISTENCIA A COMPRESIÓN			
Se representa por.	σ_{10} - Para el 10% de deformación $\sigma_{2,50}$ - Para el 2% de deformación y 50 años		
Forma de cálculo.	$\sigma_{2,50} = 0,30 \times \sigma_{10}$		
Unidades.	kPa		Kilopascales
Otras unidades.	Kgf/m²	Kilogramo fuerza por metro cuadrado	1 kPa = 100 kgf/m²
	Kgf/cm²	Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado	100 kPa = 1 kgf/cm²
	N/mm²	Newton por milímetro cuadrado	1000 kPa = 1 N/mm²
	kN/m²	KiloNewton por metro cuadrado	1 kPa = 1 kN/m²



3.3

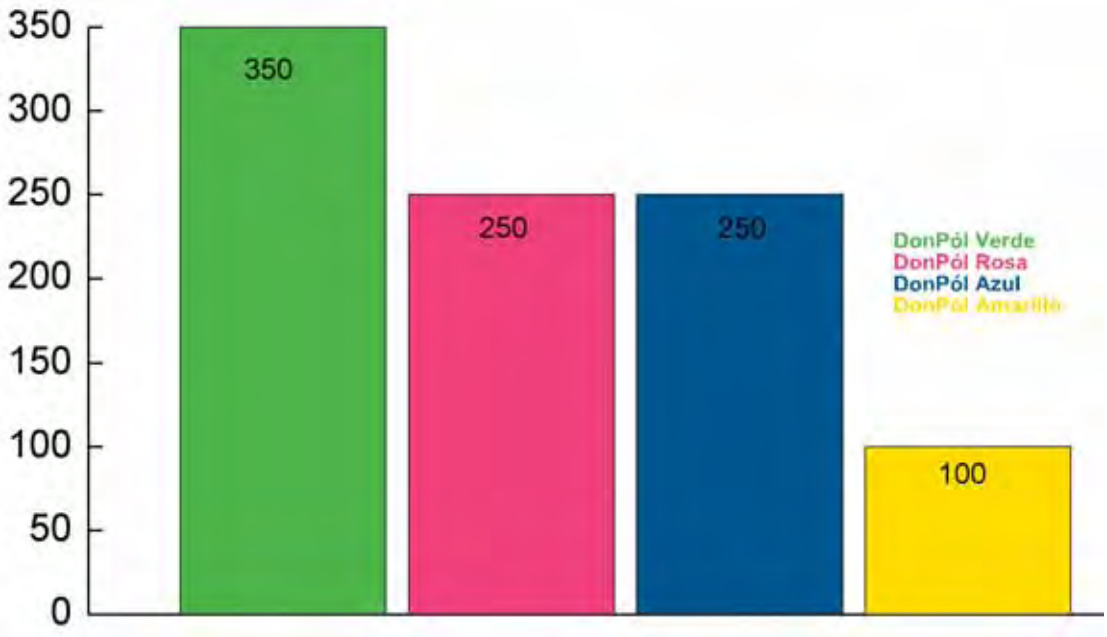
resistencia a flexión

3.3. RESISTENCIA A FLEXIÓN

Es la máxima resistencia que hace el material justo antes de la rotura. En los materiales aislantes térmicos se determina según la norma UNE-EN 12089.

Hay que tener en cuenta que esta propiedad sólo es importante para la manipulación del material durante su instalación.

RESISTENCIA A FLEXIÓN			
Se representa por.	σ_b		
Unidades.	kPa		Kilopascales
Otras unidades.	Kgf/m2	Kilogramo fuerza por metro cuadrado	1 kPa = 100 kgf/m2
	Kgf/cm2	Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado	100 kPa = 1 kgf/cm2
	N/mm2	Newton por milímetro cuadrado	1000 kPa = 1 N/mm2
	kN/m2	KiloNewton por metro cuadrado	1 kPa = 1 kN/m2



3.4

absorción de agua

3.4

3.4. ABSORCIÓN DE AGUA

Esta propiedad sólo es importante cuando el material aislante térmico puede estar en contacto con el agua. Esto es un caso típico de la cubierta invertida.

La absorción de agua se puede ensayar de dos maneras distintas:

Por inmersión total, según la norma UNE-EN 12087

Por difusión, según la norma UNE-EN 12088

Siempre y cuando el material aislante térmico no se degrade por la presencia de agua, ésta sólo afectará a su conductividad térmica empeorándola. Y, en el momento en el que el agua se elimine, su conductividad térmica volverá a ser la inicial. Por ello:

LA ABSORCIÓN DE AGUA SÓLO INFLUYE SOBRE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

En definitiva, se trata de aplicar un coeficiente de seguridad que asegure que, en presencia de agua, se sigue manteniendo el nivel de aislamiento térmico exigido. Para ello, se emplea el método descrito en el punto 2.1 para la determinación de la conductividad térmica de diseño según UNE-EN ISO 10456.

$\lambda_D = \lambda_{declarada} \cdot F_m$	F_m factor de conversión por humedad:
	Para poliestireno expandido $F_m = e^{4 \cdot A.}$
	Para poliestireno extruido $F_m = e^{2,5 \cdot A.}$
	A absorción de agua en tanto por uno

DonPól Especial Cubiertas Rosa:
λDeclarada = 0,033 W/m·K
% absorción de agua = 2%
λDiseño = 0,033 · $e^{4 \cdot 0,02}$ = 0,036 W/m·K

Poliestireno Extruido
λDeclarada = 0,035 W/m·K
% absorción de agua = 0,7%
λDiseño = 0,035 · $e^{2,5 \cdot 0,007}$ = 0,036 W/m·K

Estas conductividades de diseño son las empleadas para la determinación de los espesores del aislamiento térmico

3.5

estabilidad dimensional

3.5

3.5. ESTABILIDAD DIMENSIONAL

Esta es una característica muy importante cuando las condiciones climatológicas pueden influir al material aislante térmico. Esto es un caso típico de la cubierta invertida.

La estabilidad dimensional se puede ensayar de las siguientes formas:

Condiciones de ensayo		Norma
En laboratorio	23ºC y 50% de Humedad Relativa	UNE-EN 1603
Específicas	23 ºC, 90% H.R. durante 48 horas	UNE-EN 1604
	70ºC, 90% H.R., durante 48 horas	

El valor obtenido en el ensayo expresa el porcentaje de variación que se produce.

Como es evidente, las peores condiciones son las de 70ºC, 90% H.R. durante 48 horas. Estas condiciones se pueden producir fácilmente en una cubierta invertida.

Variaciones posibles en una plancha de 100 x 600 x 40 mm

DonPól Especial Cubiertas Rosa:	**Poliestireno Extruido**
Estabilidad dimensional = 1%	Estabilidad dimensional = 5%
Variación de longitud = ± 10 mm	Variación de longitud = ± 50 mm
Variación en anchura = ± 6,0 mm	Variación en anchura = ± 30 mm
Variación del espesor = ± 0,4 mm	Variación del espesor = ± 2,0 mm

La importancia de esta característica radica en los posibles efectos que estos movimientos pueden hacer en la cubierta ya que, sí las planchas de aislamiento se encogen 5 cm, se producirá un hueco entre ellas de 10 cm, dejando al descubierto la lámina asfáltica, peligrando con ello su durabilidad.

3.6

transmisión del vapor de agua

3.6

3.6. TRANSMISIÓN DEL VAPOR DE AGUA

Es la cantidad de vapor de agua que atraviesa un elemento. El vapor es agua en forma gaseosa, que, en función de las condiciones climáticas, puede condensarse, es decir, transformarse en agua líquida. Si esta transformación en agua líquida se produce en el interior de un cerramiento, puede originar:

Pérdida de aislamiento térmico

Aparición de humedades en el cerramiento y sus posibles consecuencias.

SU ESTUDIO ES IMPORTANTE PARA EVITAR HUMEDADES EN UN CERRAMIENTO

La transmisión de vapor de agua está relacionada con el factor de resistencia a la difusión del mismo:

FACTOR DE RESISTENCIA A LA DIFUSIÓN DEL VAPOR DE AGUA	
Se representa por	μ
Unidades	Sin unidades, es adimensional
Forma de cálculo	Según norma UNE-EN 12524 o documentos oficialmente reconocidos.
Otra forma de cálculo	A partir de la resistividad al vapor $\mu = \frac{\text{Resistividad del material}}{\text{Resistividad del aire}} = \frac{\text{rv [Pa.h.m/ mg]}}{\text{1,52 [Pa.h.m/mg]}}$

RESISTIVIDAD AL VAPOR		
Se representa por	rv	
Unidades	(Pa·h·m)/mg	Pascal, hora, metro por miligramo
Otras unidades	(mmHg·m2·día)/g·cm	Milímetro de mercurio, metro cuadrado, día por gramo, centímetro
	1 (Pa·h·m)/mg = 0,00313 (mmHg·m2·día)/g·cm	
	(MN·s)/g·m	Meganewton, segundo por gramo, metro
	1 (Pa·h·m)/mg = 3,61 (MN·s)/g·m	
Forma de cálculo		$rv = \frac{1}{\text{permeabilidad material}} = \frac{1}{d}$

PERMEABILIDAD		
Se representa por	δ	
Unidades	mg/(Pa·h·m)	Miligramo por pascal, hora, metro
Otras unidades	g·cm/(mmHg·m2·día)	Gramo, centímetro por milímetro de mercurio, metro cuadrado, día
	1 mg/(Pa·h·m)= 318,973 g·cm/(mmHg·m2·día)	
	g·m/(MN·s)	Gramo, metro por meganewton, segundo
	1 mg/(Pa·h·m) = 0,277 g·m/(MN·s)	

VALORES PARA DONPÓL			
Producto	μ	rv (Pa·h·m)/mg	mg/(Pa·h·m)
DonPól Amarillo	20 a 40	55,56 a 27,78	0,018 a 0,036
DonPól Azul	30 a 70	100,00 a 41,67	0,010 a 0,024
DonPól Especial Cubiertas Rosa	40 a 100	142,86 a 55,56	0,007 a 0,018
DonPól Verde	40 a 100	142,86 a 55,56	0,007 a 0,018

Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de diversos materiales

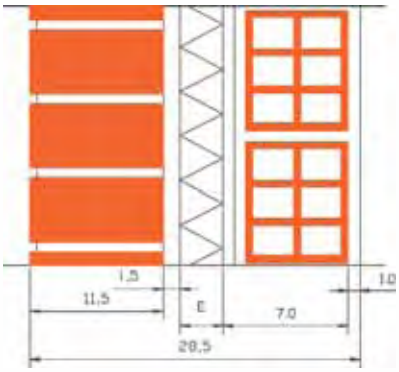
Material	δ
Aire en reposo (cámaras)	1
Enlucido de yeso	10
Enfoscados y revocos de mortero	20
Ladrillo perforado	6 a 7
Ladrillo hueco	5 a 6
Ladrillo macizo	10
Teja de arcilla	40
Teja de cemento	100
Aluminio (barrera de vapor)	μ
Lámina impermeable	50.000

El método de cálculo para la determinación de la posible aparición de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas, de forma que no se producirá condensaciones intersticiales si la presión de vapor no supera a la de saturación en ningún punto.

LA PRESIÓN DE VAPOR NO DEBE SUPERAR A LA DE SATURACIÓN

$$P_{VAPOR} < P_{SATURACIÓN}$$

Ejemplo de cálculo para la comprobación de la condensación:



Zona climática.- A3
Población.- Cádiz
Tipo de estancia.- habitación

Por tabla H.1 del CTE:
Temperatura exterior: 12,7 ºC
Humedad relativa: 77 %

Por apartado H.2.1 del CTE:
Temperatura interior: 20 ºC
Humedad relativa: 75 %

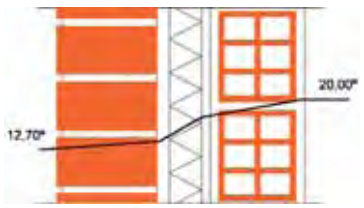
Espesor de aislamiento.- 3 cm
DonPól Amarillo

Para el cálculo se emplean las siguientes fórmulas:

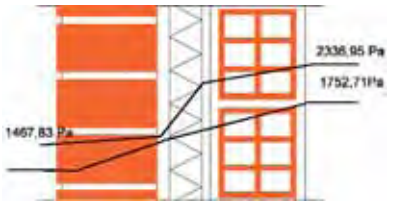
$Rn = \frac{E}{\lambda}$	E - espesor [m] l - Conductividad térmica [W/m·K] Rn - Resistencia térmica [m2·K/W]
$R_T = \Sigma Rn$	RT - Resistencia térmica total [m2·K/W]
$\theta n = \theta(n-1) + \frac{Rn}{RT} (\theta i - \theta e)$	qn Temperatura en la zona interior de una capa [ºC] q(n-1) Temperatura en la zona interior de la capa anterior [ºC] qi Temperatura interior de la sala [ºC] qe Temperatura exterior de la sala [ºC]
μ	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua
$Sdn = E \cdot \mu$	Sdn - Espesor de aire equivalente de una capa [m]
Pi ó e = Φi ó e·Psaturación(Φi ó e)	Pi ó e Presión vapor aire interior o exterior [Pa] Fi ó e Humedad relativa del interior o exterior [tanto por uno]
PSaturación = 610,5·e(17,269·_)/(237,3 + _)	Psaturación Presión de saturación para 0ºC [Pa]
PSaturación = 610,5·e(21,875·_)/(265,5 + _)	Psaturación Presión de saturación para < 0ºC [Pa]
$Pn = P(n-1) + \frac{S\,dn}{SdT} (Pi - Pe)$	Pn Presión de vapor en una capa [Pa] P(n-1) Presión de vapor en la capa anterior [Pa] SdT Espesor de aire equivalente total [m]

Capa	λ W/m·K	Espesor m	Rn m2·K/W	θn ºC	μ	Sdn	Pvapor Pa	Psaturación Pa
Ambiente exterior	—	—-	—-	12,70	—	—-	1130,23	1467,83
Superficie exterior	—	—	0,04	12,92	0,0	0,00	1130,23	1489,14
Ladrillo perforado	0,760	0,115	0,151	13,76	6,5	0,75	1416,65	1573,02
Enfoscado mortero	1,400	0,015	0,007	13,79	20,0	0,30	1531,21	1576,09
DonPól Amarillo	0,036	0,003	0,800	18,22	30,0	0,09	1565,58	2091,54
Ladrillo hueco doble	0,490	0,07	0,143	19,00	5,5	0,39	1714,52	2196,15
Enlucido yeso	0,300	0,01	0,05	19,28	10,0	0,10	1752,71	2234,81
Superficie interior	—	—-	0,13	20,00	0,0	0,00	1752,71	2336,95
Ambiente interior	—	—	-	20,00	—	—-	1752,71	2336,95
		R_T =	1,321		S_{dT} =	1,63		
		U =	0,760					

Variación de temperaturas



Variación de presiones



Las gráficas de presión no se cruzan, por lo que no hay condensación

4. requisitos normativos para los materiales aislantes

4.1

normas europeas de producto

4.1

4.1. NORMAS EUROPEAS DE PRODUCTO

Tras la aprobación de la Directiva Europea de Productos de Construcción (89/106/CEE), se desarrollaron una serie de normas sobre diversos productos aislantes térmicos:

UNE-EN 13162	Lanas minerales	MW
UNE-EN 13163	Poliestireno expandido	EPS
UNE-EN 13164	Poliestireno extruido	XPS
UNE-EN 13165	Poliuretano en planchas no proyectado	PUR
UNE-EN 13166	Espuma fenólica	PF
UNE-EN 13167	Vidrio celular	CG
UNE-EN 13168	Lana de madera	WW
UNE-EN 13169	Perlita expandida	EPB
UNE-EN 13170	Corcho expandido	ICB
UNE-EN 13171	Fibra de madera	WF

Las normas europeas de producto (normas armonizadas) pretenden homogeneizar el mercado europeo e imponer requisitos comunes, evitando así el proteccionismo que algunos países pueden hacer de su mercado.

FAVORECER LA LIBRE CIRCULACIÓN DE PRODUCTOS DENTRO DE LA UNIÓN EUROPEA

Las normas europeas recogen el nivel actual de la técnica a nivel de la Unión Europea.

Después de su publicación, las normas europeas tienen un periodo de coexistencia con las diferentes normas nacionales de cada país.

EL PERIODO DE COEXISTENCIA FINALIZÓ EL 13 DE MAYO DE 2003

En consecuencia, las antiguas normas nacionales se derogaron en Mayo de 2003.

La gran diferencia con las normas nacionales es que, ahora, las características no vienen impuestas por la norma sino que cada fabricante las declara

CADA FABRICANTE DECLARA EL VALOR DE LAS CARACTERÍSTICAS

En el caso del poliestireno expandido, los símbolos utilizados para identificar cada característi**ca son:**

Símbolo	Concepto	Nivel	Valores para el EPS Valor
λ_D	Conductividad térmica declarada	———	W/m·K a 10ºC
RD	Resistencia térmica declarada		m2·K/W
—-	Reacción al fuego		Euroclase
L – nivel	Tolerancia en longitud	1	± 0,6 % ó ± 3 mm
		2	± 2 mm
W - nivel	Tolerancia en anchura	1	± 0,6 % ó ± 3 mm
		2	± 2 mm
T - nivel	Tolerancia en espesor	1	± 2 mm
		2	± 1 mm
S - nivel	Tolerancia en rectangularidad	1	5 mm/mL
		2	2 mm/mL
P - nivel	Tolerancia en planeidad	1	30 mm
		2	15 mm
		3	10 mm
		4	5 mm
DS(N) - nivel	Estabilidad dimensional laboratorio	5	< 0,5%
		2	< 0,2 %
DS(70,-) - nivel	Estabilidad dimensional específica	1	< 1%
		2	< 2 %
		3	< 3 %
DS(70,90)1		1	< 1%
DLT(nivel)5	Deformación bajo carga y temperatura	1	< 5% para 20 kPa, 80ºC y 48 horas
		2	< 5% para 40 kPa, 70ºC y 168 horas
		3	< 5% para 80 kPa, 60ºC y 168 hora
CS(10) – nivel	Tensión de compresión	30 – 500	30 a 500 kPa
TR – nivel	Resistencia a tracción	20 – 400	20 a 400 kPa
BS – nivel	Resistencia a flexión	50 – 750	50 – 750 kPa
CC(i,y)x	Fluencia a compresión	——	Reducción del espesor,reducción diferida en años y carga considerada
WL(T) – nivel	Absorción de agua por inmersión	5	≤ 5 %
		3	≤ 3 %
		2	≤ 2 %
		1	≤ 1 %
WD(V) – nivel	Absorción de agua por difusión	15	≤ 15 %
		10	≤ 10 %
		5	≤ 5 %
		3	≤ 3 %
MU – nivel	Permeabilidad al vapor de agua	20 a 100	20 a 100
SD – nivel	Rigidez dinámica	5 a 50	5 a 50 MN/m3
CP – nivel	Compresibilidad	5	5 mm para una carga de _ 2 kPa
		4	4 mm para una carga de _ 3 kPa
		3	3 mm para una carga de _ 4 kPa
		2	2 mm para una carga de _ 5 kPa

La información anterior se recoge en el "Código de Designación" de cada producto que debe aparecer en la etiqueta identificativa del paquete. Ejemplo.:

DonPól Azul _ EPS-EN13163-L1-W1-T1-S1-P3-DS(N)2-CS(10)150-BS250

4.2. MARCADO CE

La Directiva Europea de Productos de Construcción (89/106/CEE) exige que los materiales aislantes térmicos tengan un marcado CE para poder ser comercializados dentro de la Unión Europea:

EXIJA EL MARCADO CE DEL MATERIAL AISLANTE. ES OBLIGATORIO

Ejemplo de etiqueta para los productos DonPól:

5. requisitos normativos para el cálculo

5.1

CTE-DB-HE

5.1. CTE-DB-HE

Dada la cercanía de la aprobación del Código Técnico de la Edificación, se va a omitir toda referencia al cálculo según la NBE-CT-79, ya que el Código vendrá a sustituir a ésta.

El Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE), nace para adecuar la normativa de construcción existente a:

La Ley de Ordenación de la Edificación, LOE (Ley 38/1999)

La Directiva de Productos de Construcción, 89/109/CEE

La Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios, 2002/91/CE

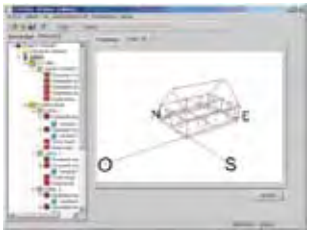
Los requisitos de Ahorro de Energía se encuentran recogidos dentro del apartado de ”Habitabilidad” de la LOE, y son desarrollados dentro del Documento Básico de Ahorro de Energía, DB-HE, del CTE.

El CTE-DB-HE ofrece dos métodos de cálculo:

a) OPCIÓN SIMPLIFICADA.- Cálculo del aislamiento térmico necesario en función de unos valores límite que indica el documento (similar al método de la NBE).

b) OPCIÓN GENERAL.- Se trata de un método que evalúa la demanda energética del edificio por comparación con la de un edificio de referencia. Se formalizará a través de un programa informático oficial denominado como LIDER

El CTE es aprobado en marzo del 2006, a excepción del documento de Protección contra e



Ruido (DB-HR). Los plazosde aplicación son:

DURANTE 6 MESES SE PUEDE APLICAR	
-NBE CT-79 “Condiciones térmicas en los edificios”	-DB SI Seguridad en caso de incendio
	-DB SU Seguridad de Utilización
-NBE CPI-96 “Condiciones de protección contra incendios”	-DB HE Ahorro de energia

DURANTE 12 MESES SE PUEDE APLICAR	
-NBE AE-88 “Acciones en la edificación”	-DB SE Seguridad estructural
-NBE FL-90 “Muros resistentes de fábricas de ladrillos” 1	-DB SE-AE Acciones en la edificación
	-DB SE-C Cimientos 2
-NBE EA-95 “estructuras de acero en la edificación” 1	-DB SE-A Acero 2
	-DB SE-F Fabrica 2
-NISA 1975 “Normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua”	-DB SE-M Madera 2
	-DB HS Salubridad

El documento estable 12 zonas climáticas que se identifican con:

Una letra, que indica la división de invierno _ Severidad Climática de Invierno.

Un número, que indica la división de verano _ Severidad Climática de Verano.

A4	B4	C4		
A3	B3	C3	D3	
		C2	D2	
		C1	D1	E1

En el Apéndice D del CTE-DB-HE, se ofrece una tabla con las distintas zonas climáticas para todas las capitales de provincia. Para poblaciones distintas de la capital, se determina la zona climática en función del desnivel existente con la capital:

Alicante Capital Altura.- 7 m Zona Climática.- B4	Población.- Alcoy Altura.- 545 m Desnivel con la capital.- 538 m Zona Climática.- C1

Para cada zona climática se establecen unos valores límite de la transmitancia térmica

U según en tipo de cerramiento de que se trate:

VALORES LÍMITE DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA

Elemento	A4 A3	B4 B3	C4 C3 C2 C1	D3 D2 D1	E1
Muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno UM	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57
Suelos US	0,53	0,52	0,50	0,49	0,48
Cubiertas UC	0,50	0,41	0,41	0,38	0,35

También se limita la transmitancia térmica de los huecos y el factor solar modificado de los mismos, con la diferencia de que esta depende de la orientación de la fachada

Además, se estable también un límite de la transmitancia térmica de los cerramientos que separan distintos usuarios:

	ZONA A	AONA B	ZONA C	ZONA D	ZONA E
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Medianeros	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

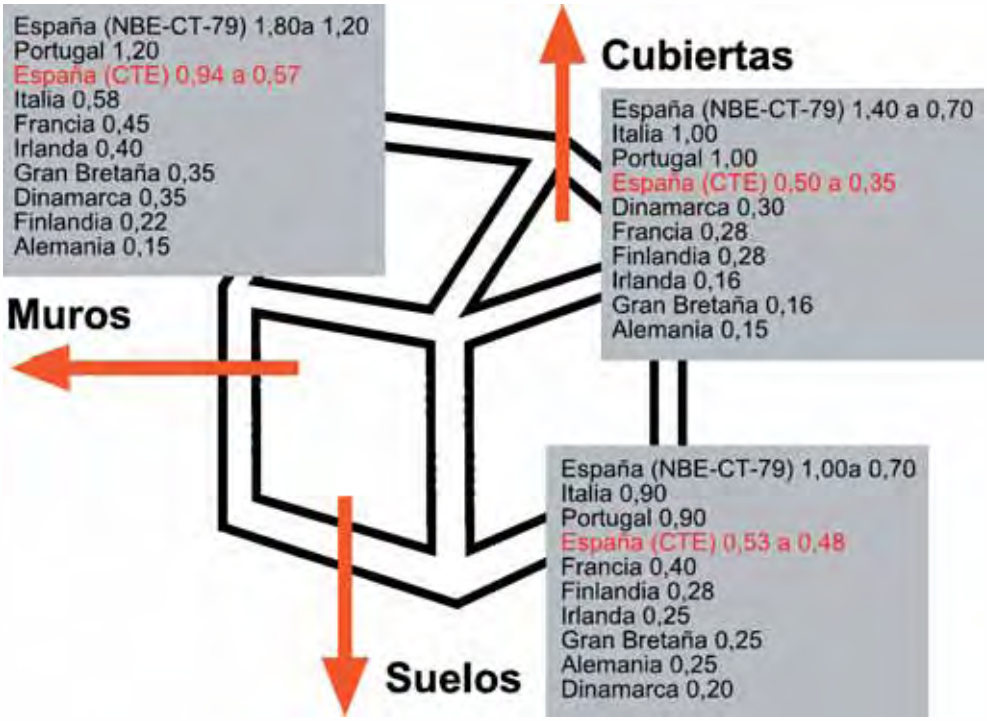
Por último, para la comprobación de la limitación de la demanda energética del edificio se comprobará que los valores de las transmitancias medias de cada elemento de la envolvente térmica no excede del valor límite indicado en la tabla de la zona climática correspondiente:

Cerramientos y particiones interiores		Componentes	Símbolo	Parámetro característico medio	Comprobación
Cubiertas	C1	En contacto con el aire	UC1	$UCM = \frac{\Sigma(UCI \cdot ACI + UPC + APC + UL \cdot AL)}{\Sigma(ACI + APC + AL)}$	UCM ≤ UClim
	C2	En contacto con un espacio no habitable	UC2		
	Pc	Puente térmico de lucernarios	UPC		
	L	Lucernarios	UL		
Suelos	S1	Apoyados sobre el terreno	Us1	$USM = \frac{\Sigma USI \cdot ASI)}{\Sigma(ASI)}$	USM ≤ USlim
	S2	En contacto con espacios no habitables	US2		
	S3	En contacto con el aire exterior	US3		
Fachadas	M1	En contacto con el aire	UM1	$UMM = \frac{\Sigma(UM \cdot AM + UPF \cdot APF)}{\Sigma(AM + APF)}$	UMM ≤ UMlim
	M2	En contacto con espacios no habitables	UM2		
	PF1	Puentes térmicos	UPF1		
	H	Huecos	UH	$UHM = \frac{\Sigma(UH \cdot AH)}{\Sigma AH)}$	UHM ≤ UHlim
	H	Huecos	FH	$FHM = \frac{\Sigma(USI \cdot ASI)}{\Sigma(ASI)}$	FHM ≤ FHlim
Cerramientos en contacto con el terreno	T1	Muros	UT1	$UTm = \frac{\Sigma(UTI \cdot ATI)}{\Sigma(ATI)}$	UTm ≤ UMlim
	T2	Cubiertas	UT2		
	T3	Suelos	UT3		
Medianeras	MD	Muros	UMD	_____	UMD _ 1
Particiones interiores	PI	Delimitan unidades de uso	UPI		UPI _ 1,2

Para finalizar, el Código también limita las condensaciones superficiales e intersticiales que se puedan producir de manera que, si se producen, no supongan una merma significativa en las prestaciones térmicas, un riesgo de degradación o de pérdida de vida útil. Además, la condensación máxima acumulada por año no deberá superar la cantidad posible de evaporación anual, de forma que se compense la condensación con la evaporación.

No obstante, el Código se queda algo lejos de las distintas normativas de los países de la Unión Europea, tal y como se indica a continuación:

COMPARATIVA NORMAS EUROPEAS.- VALORES MÁXIMOS DE "U"



Por ello, están surgiendo iniciativas (como las de la asociación ANDIMA) que están pidiendo la modificación de los valores límite para acercarlos a los niveles europeos, ya que se cree que el CTE no aprovecha todas las posibilidades rentables de ahorro de energía.

5.2

directiva europea de eficiencia energética de los edificios

5.2. DIRECTIVA EUROPEA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS

La Directiva debía entrar en vigor como mucho el 4 de Enero de 2006. La transposición de la Directiva se va a ver plasmada en tres Reales Decretos:

- Real Decreto de aprobación del Código Técnico de la Edificación, ya en vigor
- Real Decreto de revisión del Reglamento de las Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE)
- Real Decreto de Certificación Energética de los Edificios

La Certificación Energética de los Edificios tiene por objetivo el promover el ahorro de energía y la reducción de la contaminación ambiental en los edificios, proporcionando una información objetiva a los compradores y usuarios sobre su eficiencia energética.

LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS ES UNA INFORMACIÓN PARA LOS COMPRADORES Y USUARIOS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

Se están planteando muchas maneras para ofrecer esta información: placas en el edificio que indican el consumo energético, letras similares a los de los electrodomésticos, indicador de emisiones de CO_2, etc

La Certificación Energética se realizará en dos fases:

Certificación Provisional.- fase de proyecto y suscrita por el proyectista o por los técnicos habilitados por la LOE para intervenir en el proyecto.

Certificación Definitiva.-

La validez del certificado no excederá de 10 años y deberá ir acompañado de recomendaciones para la mejora de la relación coste-eficacia.

La certificación se realizará de manera independiente por técnicos cualificados o acreditados, a través de entidades públicas o privadas.

Por último, unido a la certificación energética del edificio, se realizarán inspecciones de calderas y de sistemas de aire acondicionado para conseguir o mantener un adecuado consumo de energía.

6. propiedades a exigir según la aplicación

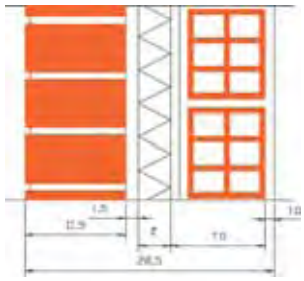
6.1

cerramientos verticales

6.1

6.1. CERRAMIENTOS VERTICALES

PROPIEDADES A EXIGIR AL MATERIAL AISLANTE TÉRMICO		
Propiedad	Norma de ensayo	Valor
Tolerancia en longitud	UNE-EN 822	L1
Tolerancia en anchura		W1
Tolerancia en espesor	UNE-EN 823	T1
Tolerancia en rectangularidad	UNE-EN 824	S1
Tolerancia en planeidad	UNE-EN 825	P3
Estabilidad dimensional en laboratorio	UNE-EN 1604	DS(N)5
Estabilidad dimensional específica 48 horas, 23ºC, 90% HR	UNE-EN 1603	≤ 1%
Resistencia a flexión	UNE-EN 12089	BS 75
Tensión de compresión	UNE-EN 826	Sin requisito
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	
Conductividad térmica y resistencia térmica	UNE-EN 12667	Según zona climática



DOBLE TABIQUE SIN CÁMARA

1) Ladrillo perforado
2) Enfoscado de mortero
3) Capa de aislamiento térmico
4) Ladrillo hueco doble
5) Enlucido de yeso

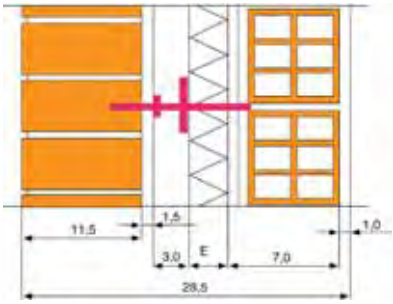
CÁLCULO ESPESOR NECESARIO DE AISLAMIENTO. DONPÓL AMARILLO

$\lambda_{Declarada}$ = 0,036 W/m·K $\lambda_{Diseño}$ = 0,036 W/m·K

Elemento	Espesor cm	Conductividad térmica W/m·K	Resistencia térmica m²·K/W
Ladrillo perforado	11,5	0,760	0,151
Enfoscado de cemento	1,0	1,400	0,007
Ladrillo hueco doble	7,0	0,490	0,143
Enlucido de yeso	1,5	0,300	0,050
Resistencia térmica total parcial, $\Sigma R_{parciales}$			0,35
Resistencias térmicas superficiales, $R_{se} + R_{si}$			00,04 + 0,13 = 0,17
RESISTENCIA TÉRMICA TOTAL SIN AISLAMIENTO, R_{total}			00,52

Según CTE

Zona	Umáx W/m²·K	Rmin m²·K/W	Resistencia aislamiento $R_{ais} = R_{min} - R_{total}$	Espesor = $R_{ais}.\lambda$ mm	U < $U_{máx}$ W/m²·K
A3 – Cádiz	0,94	1,06	1,06 – 0,52 = 0,54	20 → 30 mm	0,76 Cumple
B3 – Castellón	0,82	1,22	1,22 – 0,52 = 0,70	26 → 30 mm	0,76 Cumple
C2 – Barcelona	0,73	1,37	1,37 – 0,52 = 0,85	31 → 40 mm	0,62 Cumple
D3 – Madrid	0,66	1,52	1,52 – 0,52 = 1,00	36 → 40 mm	0,62 Cumple
E1 - Burgos	0,57	1,75	1,75 – 0,52 = 1,23	44 → 50 mm	0,53 Cumple



DOBLE TABIQUE CON CÁMARA

1) Ladrillo perforado
2) Enfoscado de mortero
3) Camara de aire semiventilada
4) Capa de aislamiento térmico
5) Ladrillo hueco doble
6) Enlucido de yeso

CÁLCULO ESPESOR NECESARIO DE AISLAMIENTO. DONPÓL AMARILLO

$\lambda_{Declarada}$ = 0,036 W/m·K $\lambda_{Diseño}$ = 0,036 W/m·K

Elemento	Espesor cm	Conductividad térmica W/m·K	Resistencia térmica m²·K/W
Ladrillo perforado	11,5	0,760	0,151
Enfoscado de cemento	1,0	1,400	0,007
Cámara de aire semiventilada	3,0	---	0,085
Ladrillo hueco doble	7,0	0,490	0,143
Enlucido de yeso	1,5	0,300	0,050
Resistencia térmica total parcial, $\Sigma R_{parciales}$			0,436
Resistencias térmicas superficiales, R_{se} + R_{si}			00,04 + 0,13 = 0,17
RESISTENCIA TÉRMICA TOTAL SIN AISLAMIENTO, R_{total}			0,61

Según CTE					
Zona	Umáx W/m²·K	Rmin m²·K/W	Resistencia aislamiento $R_{ais} = R_{min} - R_{total}$	Espesor = $R_{ais}.\lambda$ mm	U < $U_{máx}$ W/m²·K
A3 – Cádiz	0,94	1,06	1,06 – 0,61 = 0,45	16 → 20 mm	0,86 Cumple
B3 – Castellón	0,82	1,22	1,22 – 0,61 = 61	22 → 30 mm	0,71 Cumple
C2 – Barcelona	0,73	1,37	1,37 – 61 = 0,76	27 → 30 mm	0,71 Cumple
D3 – Madrid	0,66	1,52	1,52 – 61 = 0,91	33 → 40 mm	0,58 Cumple
E1 - Burgos	0,57	1,75	1,75 – 61 = 1,14	41 → 50 mm	0,51 Cumple

6.2

cubiertas invertidas

6.2

6.2. CUBIERTAS INVERTIDAS

PROPIEDADES A EXIGIR AL MATERIAL AISLANTE TÉRMICO, según las guías: DAU para cubierta invertida con EPS – ITeC (Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña). Insulation Products for Inverted Roofs - EOTA (European Organisation for Technical Approvals)

Propiedad	Norma de ensayo	Valor
Tolerancia en longitud	UNE-EN 822	L1
Tolerancia en anchura		W1
Tolerancia en espesor	UNE-EN 823	T1
Tolerancia en rectangularidad	UNE-EN 824	S1
Tolerancia en planeidad	UNE-EN 825	P3
Estabilidad dimensional en laboratorio	UNE-EN 1604	DS(N)2
Estabilidad dimensional específica 48 horas, 23ºC, 90% HR	UNE-EN 1603	≤ 1%
Estabilidad dimensional específica 48 horas, 70ºC, 90% HR		DS(70,90) 1
Absorción de agua por inmersión	UNE-EN 12087	≤ 2%
Resistencia a flexión	UNE-EN 12089	BS 250
Tensión de compresión	UNE-EN 826	CS(10) 200
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	E
Conductividad térmica y resistencia térmica	UNE-EN 12667	Según zona climática

1) Capa de grava
2) Geotextil separador
3) Capa de aislamiento térmico
4) Impermeabilización
5) Hormigón ligero pendientes
6) Forjado
7) Enlucido de yeso

CÁLCULO ESPESOR NECESARIO DE AISLAMIENTO DONPÓL ESPECIAL CUBIERTAS ROSA

$\lambda_{Declarada} = 0{,}033$ W/m·K $\qquad \lambda_{Diseño} = 0{,}033 \cdot e^{4 \cdot 0{,}02} = \lambda_{Diseño} = 0{,}033$ W/m·K

Elemento	Espesor cm	Conductividad térmica W/m·K	Resistencia térmica m²·K/W
Grava	5,0	0,810	0,062
Geotextil separador	0,5	0,230	0,022
Membrana impermeabilización	0,5	0,230	0,022
Hormigón formación pendientes	5,0	1,160	0,043
Forjado	20,0	0,950	0,211
Enlucido de yeso	1,5	0,300	0,050
Resistencia térmica total parcial, $\Sigma R_{parciales}$			0,410
Resistencias térmicas superficiales, $R_{se} + R_{si}$			0,04 + 0,10 = 0,14
RESISTENCIA TÉRMICA TOTAL SIN AISLAMIENTO, R_{total}			0,55

Según CTE

Zona	Umáx W/m²·K	Rmin m²·K/W	Resistencia aislamiento $R_{ais} = R_{min} - R_{total}$	Espesor = $R_{ais}.\lambda$ mm	U < $U_{máx}$ W/m²·K
A3 – Cádiz	0,50	2,00	2,00 – 0,55 = 1,45	52 → 60 mm	0,45 Cumple
B3 – Castellón	0,45	2,22	2,22 – 0,55 = 1,67	60 → 60 mm	0,45 Cumple
C2 – Barcelona	0,41	2,44	2,44 – 0,55 = 1,89	68 → 70 mm	0,41 Cumple
D3 – Madrid	0,38	2,63	2,63 – 0,55 = 2,08	75 → 80 mm	0,36 Cumple
E1 - Burgos	0,35	2,86	2,86 – 0,55 = 2,31	83 → 90 mm	0,33 Cumple

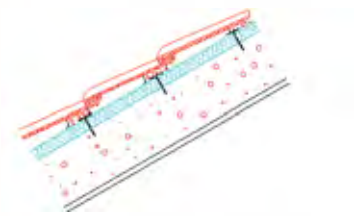
6.3

cubiertas de teja

6.3

6.3. CUBIERTAS DE TEJA

PROPIEDADES A EXIGIR AL MATERIAL AISLANTE TÉRMICO		
Propiedad	Norma de ensayo	Valor
Tolerancia en longitud	UNE-EN 822	L1
Tolerancia en anchura		W1
Tolerancia en espesor	UNE-EN 823	T1
Tolerancia en rectangularidad	UNE-EN 824	S1
Tolerancia en planeidad	UNE-EN 825	P3
Estabilidad dimensional en laboratorio	UNE-EN 1604	DS(N)2
Estabilidad dimensional específica 48 horas, 23ºC, 90% HR	UNE-EN 1603	≤ 1%
Resistencia a flexión	UNE-EN 12089	BS 250
Tensión de compresión	UNE-EN 826	CS(10) 150
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	E
Conductividad térmica y resistencia térmica	UNE-EN 12667	Según zona climática



1) Teja ceramica
2) Capa de aislamiento térmico
3) Forjado
4) Enlucido de yeso

CÁLCULO ESPESOR NECESARIO DE AISLAMIENTO. DONPÓL AMARILLO

$\lambda_{Declarada}$ = 0,033 W/m·K $\lambda_{Diseño}$ = 0,033 W/m·K

Elemento	Espesor cm	Conductividad térmica W/m·K	Resistencia térmica m²·K/W
Teja	1,5	1,00	0,015
Forjado	20,0	0,950	0,211
Enlucido de yeso	1,5	0,300	0,050
Resistencia térmica total parcial, $\Sigma R_{parciales}$			0,276
Resistencias térmicas superficiales, $R_{se} + R_{si}$			0,04 + 0,10 = 0,14
RESISTENCIA TÉRMICA TOTAL SIN AISLAMIENTO, R_{total}			0,42

Según CTE

Zona	Umáx W/m²·K	Rmin m²·K/W	Resistencia aislamiento $R_{ais} = R_{min} - R_{total}$	Espesor = $R_{ais}.\lambda$ mml	U < $U_{máx}$ W/m²·K
A3 – Cádiz	0,50	2,00	2,00 – 0,42 = 1,58	52 → 60 mm	0,45 Cumple
B3 – Castellón	0,45	2,22	2,22 – 0,42 = 1,80	59 → 60 mm	0,45 Cumple
C2 – Barcelona	0,41	2,44	2,44 – 0,42 = 2,02	67 → 70 mm	0,40 Cumple
D3 – Madrid	0,38	2,63	2,63 – 0,42 = 2,21	73 → 80 mm	0,35 Cumple
E1 - Burgos	0,35	2,86	2,86 – 0,42 = 2,44	81 → 90 mm	0,32 Cumple

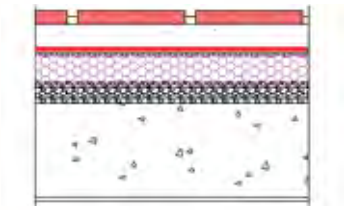
6.4

cubiertas planas

6.4

6.4. CUBIERTAS PLANAS

PROPIEDADES A EXIGIR AL MATERIAL AISLANTE TÉRMICO, según guías		
Propiedad	Norma de ensayo	Valor
Tolerancia en longitud	UNE-EN 822	L1
Tolerancia en anchura		W1
Tolerancia en espesor	UNE-EN 823	T1
Tolerancia en rectangularidad	UNE-EN 824	S1
Tolerancia en planeidad	UNE-EN 825	P3
Estabilidad dimensional en laboratorio	UNE-EN 1604	DS(N)2
Estabilidad dimensional específica 48 horas, 23ºC, 90% HR	UNE-EN 1603	≤ 1%
Estabilidad dimensional específica 48 horas, 70ºC, 90% HR		DS(7,90) 1
Abrorción de de agua por inmersión	UNE-EN 12087	≤ 2%
Resistencia a flexión	UNE-EN 12089	BS 250
Tensión de compresión	UNE-EN 826	CS(10) 200
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	Sin requisito
Conductividad térmica y resistencia térmica	UNE-EN 12667	Según zona climática



1) Pavimento cerámico
2) Mortero
3) Impermeabilización
4) Geotextil
5) Capa de aislamiento térmico
6) Hormigón ligero pendientes
7) Forjado
8) Enlucido de yeso

CÁLCULO ESPESOR NECESARIO DE AISLAMIENTO. DONPÓL ESPECIAL CUBIERTAS ROSA

λDeclarada = 0,033 W/m·K λDiseño = 0,033 W/m·K

Elemento	Espesor cm	Conductividad térmica W/m·K	Resistencia térmica m²·K/W
Pavimento cerámico	2,0	1,050	0,019
Mortero	5,0	1,400	0,036
Membrana de impermeabilización	0,5	0,230	0,022
Geotextil separador	0,5	0,230	0,022
Hormigón formación pendientes	5,0	1,160	0,043
Forjado	20,0	0,950	0,211
Enlucido de yeso	1,5	0,300	0,050
Resistencia térmica total parcial, $\Sigma R_{parciales}$			0,403
Resistencias térmicas superficiales, $R_{se} + R_{si}$			0,04 + 0,10 = 0,14
RESISTENCIA TÉRMICA TOTAL SIN AISLAMIENTO, R_{total}			0,52

Según CTE

Zona	Umáx W/m²·K	Rmin m²·K/W	Resistencia aislamiento $R_{ais} = R_{min} - R_{total}$	Espesor = $R_{ais}.\lambda$ mm	U < $U_{máx}$ W/m²·K
A3 – Cádiz	0,50	2,00	2,00 – 0,54 = 1,46	48 → 50 mm	0,49 Cumple
B3 – Castellón	0,45	2,22	2,22 – 0,54 = 1,68	55 → 60 mm	0,43 Cumple
C2 – Barcelona	0,41	2,44	2,44 – 0,54 = 1,90	63 → 70 mm	0,38 Cumple
D3 – Madrid	0,38	2,63	2,63 – 0,54 = 2,09	69 → 70 mm	0,38 Cumple
E1 - Burgos	0,35	2,86	2,86 – 0,54 = 2,32	77 → 80 mm	0,34 Cumple

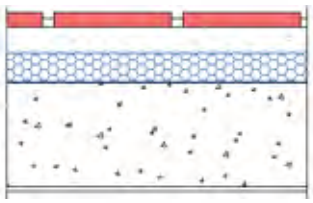
6.5

suelos en contacto con espacios no habitables

6.5

6.5. SUELOS EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES

PROPIEDADES A EXIGIR AL MATERIAL AISLANTE TÉRMICO, según guías		
Propiedad	Norma de ensayo	Valor
Tolerancia en longitud	UNE-EN 822	L1
Tolerancia en anchura		W1
Tolerancia en espesor	UNE-EN 823	T1
Tolerancia en rectangularidad	UNE-EN 824	S1
Tolerancia en planeidad	UNE-EN 825	P3
Estabilidad dimensional en laboratorio	UNE-EN 1604	DS(N)2
Estabilidad dimensional específica 48 horas, 23ºC, 90% HR	UNE-EN 1603	≤ 1%
Resistencia a flexión	UNE-EN 12089	BS 250
Tensión de compresión	UNE-EN 826	CS(10) 150
Reacción al fuego	UNE-EN 13501-1	E
Conductividad térmica y resistencia térmica	UNE-EN 12667	Según zona climática



1) Terrazo
2) Mortero
3) Capa de aislamiento térmico
4) Forjado
5) Enlucido de yeso

CÁLCULO ESPESOR NECESARIO DE AISLAMIENTO. DONPÓL AZUL

λDeclarada = 0,033 W/m·K λDiseño = 0,033 W/m·K

Elemento	Espesor cm	Conductividad térmica W/m·K	Resistencia térmica m²·K/W
Terraza	2,0	1,050	0,017
Mortero	4,0	1,400	0,029
Forjado	20,0	0,950	0,211
Enlucido de yeso	1,5	0,300	0,050
Resistencia térmica total parcial, $\Sigma R_{parciales}$			0,307
Resistencias térmicas superficiales, $R_{se} + R_{si}$			0,17 + 0,17 = 0,34
RESISTENCIA TÉRMICA TOTAL SIN AISLAMIENTO, R_{total}			0,65

Según CTE

Zona	Umáx W/m²·K	Rmin m²·K/W	Resistencia aislamiento $R_{ais} = R_{min} - R_{total}$	Espesor = $R_{ais}.\lambda$ mm	U < $U_{máx}$ W/m²·K
A3 – Cádiz	0,53	1,89	1,89 – 0,65 = 1,24	41 → 50 mm	0,47 Cumple
B3 – Castellón	0,52	1,92	1,92 – 0,65 = 1,68	42 → 50 mm	0,47 Cumple
C2 – Barcelona	0,50	2,00	2,00 – 0,65 = 1,35	45 → 50 mm	0,47 Cumple
D3 – Madrid	0,49	2,04	2,04 – 0,65 = 1,39	46 → 50 mm	0,47 Cumple
E1 - Burgos	0,48	2,08	2,08 – 0,65 = 1,43	47 → 50 mm	0,47 Cumple

7. soluciones constructivas

DONPÓL es una espuma rígida de poliestireno expandido coloreada para identificar fácilmente la calidad del producto.

DONPÓL tiene las siguientes características básicas:

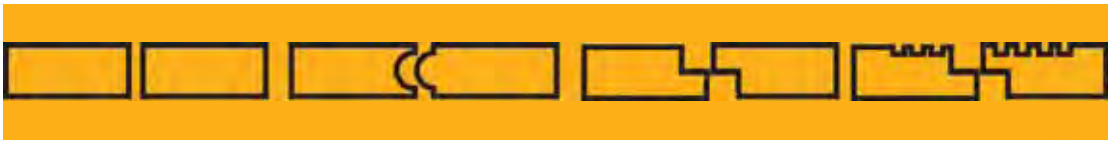
Toda la gama cumple con la normativa europea UNE-EN 13163 (obligatoria desde Mayo de 2003) y con la Directiva de productos de construcción 89/106/CEE que obliga al marcado CE de los productos aislantes térmicos.

El interior de las celdas está relleno de aire, por lo que no se emplean gases contaminantes como ocurre con otros materiales aislantes (CFC, HCFC o HFC) como el poliestireno extruido o los poliuretanos.

Su estructura celular es cerrada aportando con ello un alto poder aislante y una absorción de agua mínima, o, como en el caso de DonPól Especial Cubiertas Rosa, casi nula, gracias al carácter hidrófilo del producto.

Estructura celular al microscopio

Los cantos de las planchas pueden estar perfilados (machihembrados, media madera) para facilitar con ello la colocación en obra y evitar los puentes térmicos. Asimismo, la superficie puede presentar acanaladuras para mejorar el agarre del mortero para la sujeción de las tejas en las cubiertas.



Corte recto | Machihembrado | Media madera | Superficie Grecada

Cubre una amplia gama de aplicaciones como:

Cubiertas invertidas

Cubiertas planas y de teja

Aislamiento de fachadas por el exterior, etc

Reacción al fuego – Euroclase E (según la norma europea UNE-EN 13501-1)

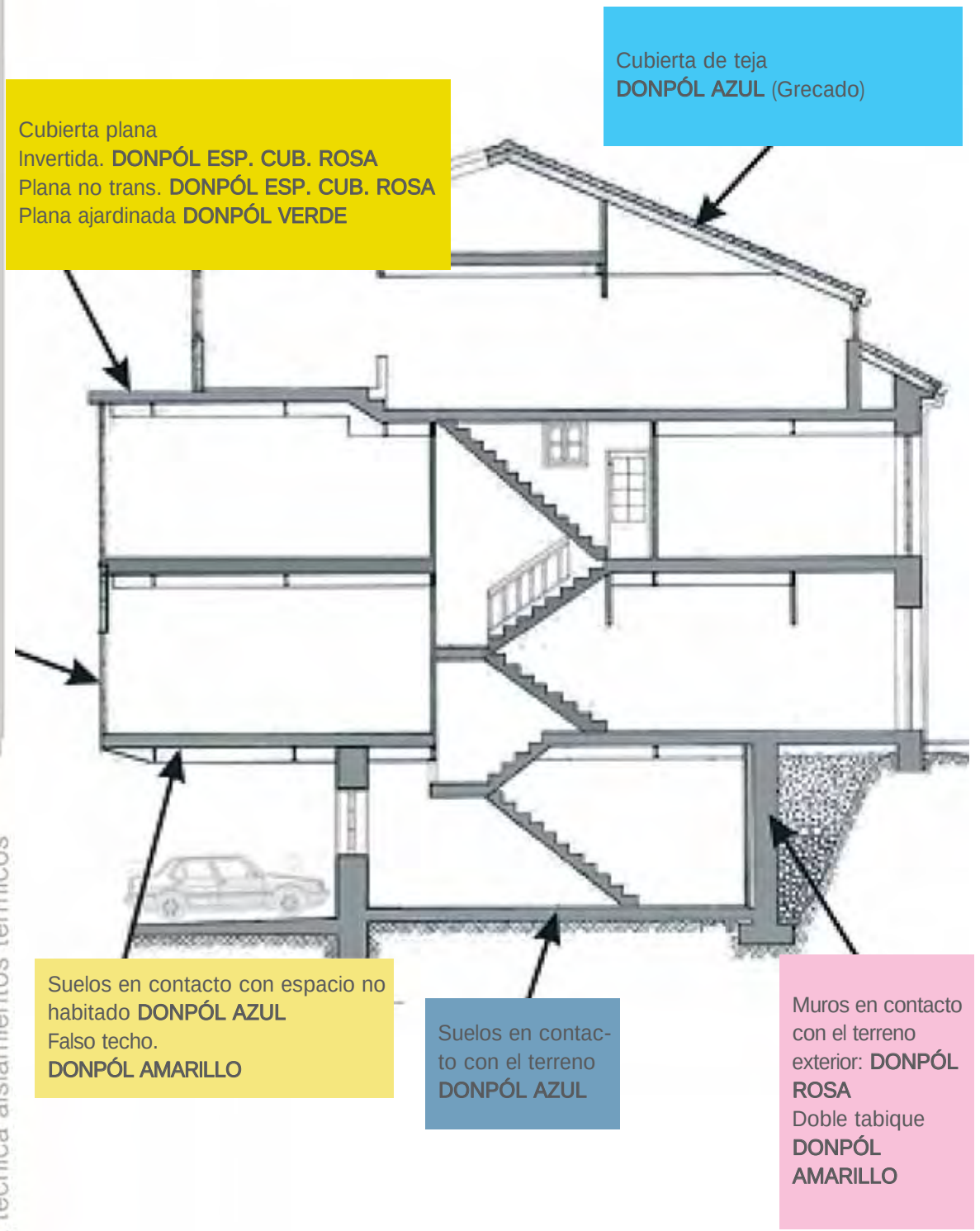
Gracias a su método de fabricación y al periodo de curado que se realiza, la estabilidad dimensional es muy buena, evitando la aparición de posibles patologías en la obra (fisuras en fachadas o en cubiertas):

Estabilidad dimensional en laboratorio (23 ºC, 50 % HR) **UNE-EN 1603**.- _ ± 0,2 %

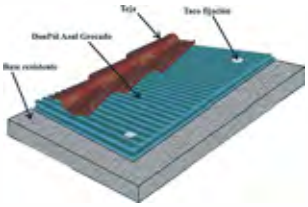
Estabilidad dimensional específica (48 horas, 23 ºC, 90 % HR) **UNE-EN 1604**.- _ ±1%

- Estabilidad dimensional específica (48 horas, 70 ºC, 90 % HR) **UNE-EN 1604**.- _ ±1% (sólo para DonPól Especial Cubiertas Rosa).

APLICACIÓN DE PRODUCTOS IDÓNEA



APLICACIONES CUBIERTAS



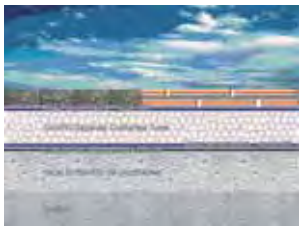
TEJA

DONPÓL AZUL (Superficie Grecada)		
Conductividad térmica declarada λ_D. (EN 12667 y EN 12939)	0,033 W/mK	
Tensión de compresión (EN 826)	CS(10)150 → 150 kPa	
Resistencia a flexión (EN 12089)	BS250 → 250 kPa	
Resistencia térmica (EN 12667 y EN 12939)	3 cm 4 cm 5 cm 6 cm	0,90 m²K/W 1,20 m²K/W 1,50 m²K/W 1,80 m²K/W

INVERTIDA, no transitable o transitable para peatones

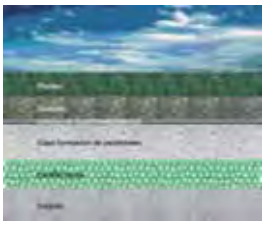
DONPÓL ESPECIAL. CUBIERTA ROSA		
Conductividad térmica declarada λ_D. (EN 12667 y EN 12939)	0,033 W/mK	
Tensión de compresión (EN 826)	CS(10)200 → 200 kPa	
Resistencia a flexión (EN 12089)	BS250 → 250 kPa	
Estabilidad dimensional 48 horas, 70ºC, 90%HR (EN 1604)	DS(70,90) 1 → ± 1%	
Absorción de agua por inmersión (EN 12089)	WL(T)2 → 2%	
Resistencia térmica (EN 12667 y EN 12939)	3 cm 4 cm 5 cm 6 cm	0,90 m²K/W 1,20 m²K/W 1,50 m²K/W 1,80 m²K/W

PLANA no transitable o transitable para peatones



DONPÓL ESPECIAL CUBIERTA ROSA		
Conductividad térmica declarada λ_D. (EN 12667 y EN 12939)	0,033 W/mK	
Tensión de compresión (EN 826)	CS(10)200 → 200 kPa	
Resistencia a flexión (EN 12089)	BS250 → 250 kPa	
Resistencia térmica (EN 12667 y EN 12939)	3 cm 4 cm 5 cm 6 cm	0,90 m^2K/W 1,20 m^2K/W 1,50 m^2K/W 1,80 m^2K/W

PLANA, ajardinada o transitable



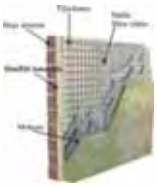
DONPÓL VERDE		
Conductividad térmica declarada λ_D. (EN 12667 y EN 12939)	0,033 W/mK	
Tensión de compresión (EN 826)	CS(10)250 → 250 kPa	
Resistencia a flexión (EN 12089)	BS350 → 350 kPa	
Resistencia térmica (EN 12667 y EN 12939)	3 cm 4 cm 5 cm 6 cm	0,90 m^2K/W 1,20 m^2K/W 1,50 m^2K/W 1,80 m^2K/W

APLICACIONES. CERRAMIETOS VERTICALES EN CONTACTO CON EL AIRE

DOBLE TABIQUE

DONPÓL AMARILLO		
Conductividad térmica declarada λ_D. (EN 12667 y EN 12939)	0,036 W/mK	
Tensión de compresión (EN 826)	CS(10)60 → 60 kPa	
Resistencia a flexión (EN 12089)	BS100 → 100 kPa	
Resistencia térmica (EN 12667 y EN 12939)	3 cm	0,80 m²K/W
	4 cm	1,10 m²K/W
	5 cm	1,35 m²K/W
	6 cm	1,65 m²K/W

AISLAMIENTO POR EL EXTERIOR



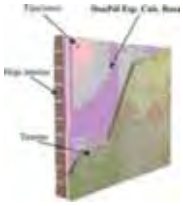
DONPÓL AMARILLO		
Conductividad térmica declarada λ_D. (EN 12667 y EN 12939)	0,036 W/mK	
Tensión de compresión (EN 826)	CS(10)60 → 60 kPa	
Resistencia a flexión (EN 12089)	BS100 → 100 kPa	
Resistencia térmica (EN 12667 y EN 12939)	3 cm	0,80 m²K/W
	4 cm	1,10 m²K/W
	5 cm	1,35 m²K/W
	6 cm	1,65 m²K/W

APLICACIONES CERRAMIENTOS VERTICALES EN CONTACTO CON EL TERRENO

DOBLE TABIQUE

DONPÓL AMARILLO		
Conductividad térmica declarada λ_D. (EN 12667 y EN 12939)	0,036 W/mK	
Tensión de compresión (EN 826)	CS(10)60 → 60 kPa	
Resistencia a flexión (EN 12089)	BS100 → 100 kPa	
Resistencia térmica (EN 12667 y EN 12939)	3 cm 4 cm 5 cm 6 cm	0,80 m²K/W 1,10 m²K/W 1,35 m²K/W 1,65 m²K/W

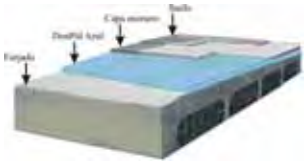
AISLAMIENTO POR EXTERIOR



DONPÓL ESPECIAL CUBIERTA ROSA		
Conductividad térmica declarada λ_D. (EN 12667 y EN 12939)	0,033 W/mK	
Tensión de compresión (EN 826)	CS(10)200 → 200 kPa	
Resistencia a flexión (EN 12089)	BS250 → 250 kPa	
Estabilidad dimensional 48h, 70ºC, 90%HR (EN 1604)	DS(70,90) 1 → ±1%	
Absorción de agua por inmersión total (EN 12087)	WL(T) 2 → 2%	
Resistencia térmica (EN 12667 y EN 12939)	3 cm 4 cm 5 cm 6 cm	0,90 m²K/W 1,20 m²K/W 1,50 m²K/W 1,80 m²K/W

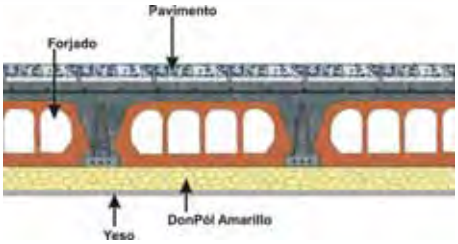
APLICACIONES, SUELOS EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES

BAJO SUELO O ZONA EN CONTACTO CON EL TERRENO



DONPÓL AZUL		
Conductividad térmica declarada λ_D. (EN 12667 y EN 12939)	0,031 W/mK	
Tensión de compresión (EN 826)	CS(10)150 → 150 kPa	
Resistencia a flexión (EN 12089)	BS250 → 250 kPa	
Resistencia térmica (EN 12667 y EN 12939)	3 cm	0,90 m²K/W
	4 cm	1,20 m²K/W
	5 cm	1,50 m²K/W
	6 cm	1,80 m²K/W

FALSOS TECHOS



DONPÓL AMARILLO		
Conductividad térmica declarada λ_D. (EN 12667 y EN 12939)	0,036 W/mK	
Tensión de compresión (EN 826)	CS(10)60 → 60 kPa	
Resistencia a flexión (EN 12089)	BS100 → 100 kPa	
Resistencia térmica (EN 12667 y EN 12939)	3 cm	0,80 m²K/W
	4 cm	1,10 m²K/W
	5 cm	1,35 m²K/W
	6 cm	1,65 m²K/W

GRUPO Valero®

Departamento Técnico: 965 360 725

Departamento Comercial: 902 111 250