



AHORRO DE ENERGÍA

APLICACIÓN A EDIFICIOS DE USO RESIDENCIAL VIVIENDA-DAV

- HE 1** Limitación de la demanda energética
- HE 2** Rendimiento de las instalaciones térmicas
- HE 3** Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
- HE 4** Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria



Consejo Superior
de los Colegios de Arquitectos
de España

COLABORAN:



Consejo General de los Colegios
Oficiales de Aparejadores y
Arquitectos Técnicos de España



Edita: Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España

Diseño, ilustración y maquetación: elTripulante

ISBN: CTE 84-934051-7-5

Depósito Legal:

PRESENTACIÓN

El presente Documento de Aplicación a Vivienda de Ahorro de Energía (DAV-HE) forma parte de una colección realizada por el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos, con la colaboración del Consejo General de los Colegios de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, que trata de facilitar la aplicación del CTE a edificios de vivienda, entendidos en un sentido amplio ya que suelen darse en el mismo inmueble otros usos con carácter no prioritario, tales como aparcamiento y terciario.

La limitación de usos, la consideración de que se trata de construcciones convencionales de no gran altura con predominio de macizo sobre hueco en fachadas, un cierto trabajo de reconversión de fórmulas y tablas buscando envolventes simples de los valores (siempre del lado de la seguridad) y una reordenación de contenidos tendente a facilitar las decisiones de proyecto dan como resultado el presente documento, cuya aplicación a un edificio, con las limitaciones que en él se advierten, permite, de forma sencilla, alcanzar el nivel de prestaciones exigido por el CTE y concretado en el Documento Básico HE.

Este documento (DAV-HE) está pendiente de reconocimiento por parte del Ministerio de Vivienda al amparo de lo previsto en el artículo 4º. del CTE y ha sido redactado por la Comisión de Expertos del CTE, en cumplimiento del acuerdo de la Asamblea General del Consejo Superior de 25 de noviembre de 2005.

Dicha Comisión esta integrada por:

Coordinador	Ricardo Aroca Hernández-Ros.
Directores de Equipo	Francisco Labastida Azemar (Instalaciones), José Luís de Miguel Rodríguez (Estructuras) y Enrique Soler Arias (Plan de Formación).
Asesores	Clemente Lomba Gutiérrez, Jesús Feijó Muñoz y Luís Arizmendi Barnés.
Colaboradores	José Luís Guillén Salmerón, Javier García López, Desiderio Rodríguez Robles.
Redacción Final	José María García del Monte.
Apoyo del CSCAE	José Juan García Sánchez.
Secretaría Administrativa	Almudena García González.

Siendo Presidente del Consejo Superior de Colegios de Arquitectos el Ilmo. Sr. D. Carlos Hernández Pezzi.

Colabora en la edición de la publicación la Asociación de Seguros Mutuos de Arquitectos Superiores, ASEMAS.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del requisito básico “Ahorro de energía” consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable. (Artículo 15 de la Parte I del CTE). Para satisfacer dicho objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

Los capítulos de este documento se corresponden con las exigencias básicas de ahorro de energía que afectan al uso residencial vivienda y que son:

- HE 1 Limitación de la demanda energética.
- HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas.
- HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

No obstante, la exigencia básica HE2 se desarrolla en el vigente reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE), por lo que no es objeto de desarrollo específico en el texto original del CTE ni, por tanto, en este Documento de Aplicación.

En cada capítulo se cuantifican las exigencias básicas y se dan parámetros y procedimientos para justificar su cumplimiento de acuerdo con el Documento básico HE “Ahorro de energía” del CTE. La correcta aplicación de cada capítulo supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del documento supone que se satisface el requisito básico “Ahorro de energía”.

Con el objeto de facilitar el cumplimiento del DB-HE “Ahorro de energía” en edificios de vivienda de nueva construcción, este Documento de la Guía de aplicación del CTE:

- Especifica los parámetros y procedimientos de justificación relativos al ahorro de energía que afectan al uso residencial vivienda así como a otros usos como el administrativo o comercial que pueden coexistir habitualmente con el primero.
- Sigue la estructura del DB-HE, simplificando y reordenando algunos párrafos para facilitar su lectura y aplicación.
- Utiliza tablas y cuadros para facilitar su comprensión.
- Incluye el Apéndice de “Terminología” en cada capítulo ya que los términos deben utilizarse conforme al significado y condiciones que se establecen en el mismo.

En el caso concreto del HE 1 se propone una estructura de documento especial, conforme a tres niveles posibles de lectura:

- **En primer lugar se presenta la definición de las exigencias para uso vivienda según CTE, HE 1.**
- **A continuación se plantea el análisis de elementos constructivos usuales, junto con tablas de soluciones directas que cumplen los requisitos.**
- **Para los casos no cubiertos por este procedimiento, el texto remite al lector al apartado específico del CTE.**

ÍNDICE

HE 1	Limitación de demanda energética Cuestiones generales Ámbito de aplicación Definición y cuantificación de exigencias Métodos de comprobación relativos a la transmisión térmica Métodos de comprobación relativos a la condensación Documentación y construcción APLICACIÓN A ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS HABITUALES. <i>(NOTA IMPORTANTE: este apartado recoge una interpretación de las consecuencias de lo prescrito por el Código Técnico para el empleo de los elementos y sistemas constructivos más habituales. Su objetivo es que sirva de ayuda al proyectista en la toma de decisiones de diseño y predimensionado. En todo caso su empleo no exime de comprobar las soluciones por los procedimientos recomendados por el CTE.)</i> Geometría de la envolvente térmica Análisis de los elementos constructivos Solución directa
Anejo HE 1A:	Terminología
Anejo HE 1 V1:	Valores de cálculo de los materiales de construcción
Anejo HE 1 V2:	Fichas justificativas para el proyecto básico
Anejo HE 1 V3:	Fichas de conformidad con la opción simplificada para el proyecto de ejecución
Anejo HE 1E*:	Cálculo de los parámetros característicos de la demanda
Anejo HE 1F*:	Resistencia térmica total de un elemento de edificación constituido por capas homogéneas y heterogéneas
Anejo HE 1G*:	Condensaciones
nota:	los anejos marcados con asterisco son reproducción exacta de los que figuran en el Código original, mientras que las demás han sido elaboradas específicamente para este documento.
HE 3	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación Valor de eficiencia energética de la instalación, VEEI Exigencias de cálculo Sistemas de control Mantenimiento y conservación
Anejo HE 3A	Terminología
HE 4	Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria Cuantificación de exigencias y datos de cálculo Condiciones y características de la instalación
Anejo HE 4A	Terminología



AHORRO DE ENERGÍA

Residencial vivienda

HE 1

Limitación de la demanda energética

CUESTIONES GENERALES

EXIGENCIA BÁSICA HE 1:

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

ÁMBITO DE APLICACIÓN		
ÁMBITO (HE 1 apartado 1.1)	EDIFICIOS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN	En todos los casos, excepto : - edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m ² .
	MODIFICACIONES, REFORMAS Y REHABILITACIONES	En edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m ² donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos , excepto : - edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico, cuando el cumplimiento de las exigencias pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.

DEFINICIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EXIGENCIAS		
DEMANDA ENERGÉTICA (HE 1 apartado 2.1)	CARACTERIZACIÓN DE EXIGENCIAS Los edificios deben proyectarse de tal modo que se cumplan los siguientes objetivos : - Se evitan descompensaciones entre la calidad térmica de los diferentes espacios, limitándose las transmitancias térmicas máximas de cada uno de los elementos de la envolvente térmica. - La demanda energética queda acotada, limitándose los valores promediados de cada categoría de elemento de la envolvente térmica. Siendo la envolvente térmica el conjunto de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior. Y la transmitancia térmica el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.	COMPROBACIÓN DE LA EXIGENCIA Los valores máximos de transmitancia térmica de la envolvente térmica serán inferiores a los establecidos en la tabla 2.1 de la HE 1. Los valores de los parámetros característicos medios de los diferentes categorías de paramentos que definen la envolvente térmica (ponderando las características de cada uno en función de su área en relación con el área total de la categoría a que pertenece), serán inferiores a los valores límite establecidos en la tabla 2.2. de la HE 1.

DEFINICIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EXIGENCIAS		
PERMEABILIDAD AL AIRE (HE 1 apartado 2.3)	CARACTERIZACIÓN DE LA EXIGENCIA	COMPROBACIÓN DE LA EXIGENCIA
	Se limita la permeabilidad al aire de las carpinterías de marco completo de huecos de fachada y lucernarios que limitan los espacios habitables con el ambiente exterior.	Se comprobará que los huecos de fachada y lucernarios tienen una permeabilidad medida con una sobrepresión de 100 Pa, inferiores a: - Zonas climáticas A y B: 50 m³/h m² - Zonas climáticas C, D y E: 27 m³/h m² Donde: m ³ /h m ² = m ³ de aire, por hora y m ² de superficie exterior de hueco.
CONDENSACIONES (HE 1 apartado 2.2)	CARACTERIZACIÓN DE EXIGENCIAS	COMPROBACIÓN DE LA EXIGENCIA
	CONDENSACIONES SUPERFICIALES - Se evitará la formación de condensaciones en la superficie interior de los cerramientos, en las zonas en que puedan absorber agua o sean susceptibles de degradarse. CONDENSACIONES INTERSTICIALES - Se evitarán las condensaciones intersticiales en el interior del cerramiento, pues puede dañar su vida útil y degradar el aislamiento.	Con carácter general, según CTE, HE 1: - La humedad relativa media mensual de cualquiera de sus puntos debe ser inferior al 80%. Lo que se cumple si el factor de temperatura de la superficie interior de cada cerramiento y puente térmico (f_{Rsi}) es superior al factor mínimo de temperatura de la superficie interior ($f_{Rsi,min}$). - Cumplen automáticamente esta exigencia, en el caso de vivienda: - Cerramientos y particiones interiores que cumplan con los valores de transmitancia máxima de la citada tabla 2.1. - Particiones interiores que linden con espacios no habitables donde se prevea escasa producción de vapor de agua. - Cerramientos en contacto con el terreno . - Deben comprobarse expresamente los puentes térmicos . Con carácter general, según CTE, HE 1: - La presión de vapor en la superficie de cada capa será inferior, en las condiciones más crudas, de enero, a la presión de saturación. - Se entiende que cumplen automáticamente : - Cerramientos que dispongan una barrera de vapor en la parte caliente (en invierno) del cerramiento. - Cerramientos en contacto con el terreno .
COMENTARIOS - Esta Sección sustituye a la anterior NBE-CT-79. La diferencia fundamental entre ambos textos consiste en que del tradicional K_G (coeficiente global de transmisión del edificio) se ha pasado a exigir valores (ahora denominado de transmitancia, U): - límite al promedio en cada grupo de elementos tales como fachadas, huecos de fachada, cubiertas, suelos, cerramientos contra el terreno, y otros (como particiones contra espacios no habitables, separación entre viviendas y zonas comunes, y medianería contra otro edificio existente), - límite a elementos locales (primer metro de soleras o muros de sótano), - máximo a cualquiera de los elementos o paños de cada grupo de los citados, - e, indirectamente, un valor límite a cada uno de los puentes térmicos integrados en fachada (contorno de huecos, pilares o vigas embebidos en el cerramiento). - Y todo ello independientemente de la relación de volumen habitable a superficie envolvente de la misma, es decir, sin considerar el factor de forma que definía NBE-CT. - En cualquier caso, que la transmisión se mida desde el interior del edificio, resta relevancia a lo que suceda en el frente del forjado, quedando su carácter de puente térmico reducido a su comportamiento cara a condensaciones, aspecto, que si bien se enuncia en HE, no se encuentra desarrollado, no siendo posible, por ahora su comprobación, hasta que se publiquen Documentos Reconocidos en los que se establezcan las expresiones oportunas.		



AHORRO DE ENERGÍA Residencial vivienda

HE 1

MÉTODOS DE COMPROBACIÓN RELATIVOS A LA TRANSMISIÓN TÉRMICA

CONCEPTO Y OBJETIVOS

En esta sección se hace una lectura de la HE 1, con el objetivo de presentar las instrucciones para la comprobación que se proponen en el texto original del citado documento. Se han reordenado determinados apartados, con el fin de presentar el proceso de un modo más lineal y consecuente que el original. Mediante la lectura de esta sección, el proyectista podrá entender de un modo ordenado el proceso que propone la HE 1 para la comprobación del cumplimiento de las exigencias previstas.

MÉTODOS DE COMPROBACIÓN

La HE 1 define dos métodos posibles. Para el caso de vivienda, es de aplicación válida, en general, el **método simplificado**.

MÉTODO	CARACTERÍSTICAS	APLICABILIDAD
SIMPLIFICADO (HE 1 apartado 3.2)	El objeto de la opción simplificada es: - 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. - Limitar en los edificios de viviendas la transmisión de calor entre las unidades de uso calefactadas y las zonas comunes no calefactadas.	La opción simplificada será aplicable cuando se den todas las condiciones siguientes: a) La fracción de superficie de huecos de las fachadas para cada una de las orientaciones del edificio que tengan más del 10% del total, es inferior al 60% de la superficie total de la fachada respectiva. b) La fracción de superficie de lucernarios es inferior al 5% de la superficie total de la cubierta. c) Los cerramientos del edificio están formados por soluciones constructivas convencionales, estando explícitamente excluidos componentes como muros Trombe, muros parietodinámicos e invernaderos adosados, miradores o galerías acristaladas. Por defecto, es la opción válida para la mayoría de los edificios de viviendas, por lo que es el único método desarrollado en este Documento de Aplicación. En obras de rehabilitación se aplicará esta opción exclusivamente a los nuevos cerramientos.

CÁLCULO DE LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA POR EL MÉTODO SIMPLIFICADO

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	SISTEMA DE COMPROBACIÓN CON LA OPCIÓN SIMPLIFICADA
(HE 1 apartado 3.2.1.4)	El procedimiento de la opción simplificada es el siguiente: a) Determinación de la zona climática que corresponde al edificio. b) Clasificación de los espacios del edificio. c) Definición de la envolvente térmica objeto de comprobación. d) Cálculo de la transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente térmica. e) Comprobación de cumplimiento de la limitación de demanda energética mediante: - 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. (en la tabla reproducida se ha incluido la condición específica para vivienda relativa a las particiones interiores que separan unidades de uso de zonas comunes del edificio). - Cálculo de la media de los parámetros característicos y comprobación de que son inferiores a los valores límite de las tablas 2.2. f) Comprobación del cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire. g) Control de las condensaciones intersticiales y superficiales.
	DOCUMENTACIÓN JUSTIFICATIVA En la memoria del proyecto básico se declarará el nivel de exigencia de cada una de las definidas en HE 1. En el proyecto de ejecución se justificará el cumplimiento de las condiciones mediante las fichas justificativas del cálculo de los parámetros característicos medios y los formularios que figuran en el apéndice H de la HE 1, y que se reproducen al término de la presente sección de este Documento de Aplicación.
	MÉTODOS DE DETERMINACIÓN Y CÁLCULO En los siguientes apartados se reproducen las tablas y los métodos precisos para asegurar la conformidad del edificio con los requisitos de la HE 1.

DATOS PREVIOS

(HE 1 apartado 3.1.1.)

ZONA CLIMÁTICA

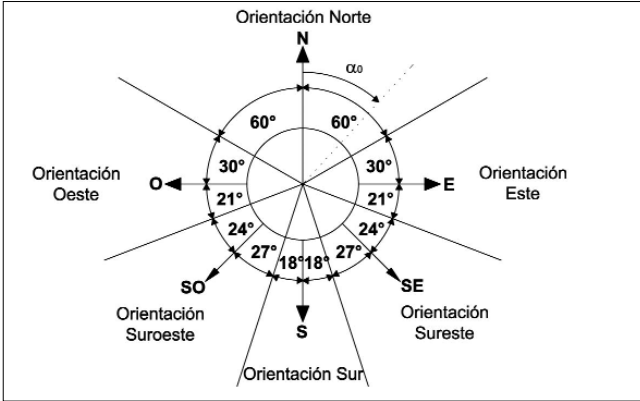
La HE 1 establece la zona climática del edificio, que viene definida por una letra y un número:

- La letra hace referencia a la severidad climática en invierno: la "A" corresponde a la mínima severidad y la "E" a la de máxima severidad).
- El número hace referencia a la severidad climática en verano: el "1" para la mínima severidad y el "4" para la máxima severidad.

La zona climática se obtiene de la tabla siguiente (tabla D.1 del Anexo D de la HE 1) en función de la diferencia de altitud que exista entre dicha localidad y la de la capital de su provincia. Si esa diferencia de altitud es menor de 200 m o la localidad se encuentra a una altitud inferior que la de la capital, se tomará la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

Capitales de provincia y ciudades autónomas	Capital	Altitud de la capital (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	19	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad Real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de Gran Canaria, Las	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa Cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

En localidades que no sean capitales de provincia y que dispongan de registros climáticos se podrá adoptar la zona climática que resulte del procedimiento de determinación que se recoge en el Anexo D del Documento Básico HE 1.

DATOS PREVIOS (HE 1 apartado 3.1.2.)	CLASIFICACIÓN DE LOS ESPACIOS Los espacios interiores de los edificios se clasifican en habitables y no habitables. - Espacios habitables: en edificios residenciales, lo son las viviendas y las zonas comunes en el interior de los edificios. - Espacios no habitables: son los recintos interiores no destinados 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 respectivas zonas comunes. A efectos del tipo de carga interna los espacios habitables se clasifican en espacios con baja carga interna y espacios con alta carga interna, en función de que la actividad desarrollada en su interior suponga o no una gran cantidad de disipación de calor. Todos los espacios destinados a viviendas y sus zonas comunes tienen consideración de espacios de baja carga interna.												
(HE 1 apartado 3.1.3)	DETERMINACIÓN DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA La envolvente térmica se compone de: - los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior (aire, o terreno); - las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior. Se debe identificar la envolvente térmica y clasificar adecuadamente cada uno de sus componentes: - según su situación: a) muros de fachada (M): comprende los cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya pendiente sea superior a 60°. Se agrupan en hasta 6 orientaciones según los sectores angulares contenidos en la figura siguiente. La orientación de una fachada se caracteriza mediante el ángulo formado por el norte geográfico y la traza de la normal exterior de la fachada, medido en sentido horario.  <table border="1" data-bbox="1093 1014 1457 1413"> <tbody> <tr> <td>Norte</td><td>$\alpha < 60; \alpha_0 \geq 300;$</td></tr> <tr> <td>Este</td><td>$60 \leq \alpha_0 < 111$</td></tr> <tr> <td>Sureste</td><td>$111 \leq \alpha_0 < 162$</td></tr> <tr> <td>Sur</td><td>$162 \leq \alpha_0 < 198$</td></tr> <tr> <td>Suroeste</td><td>$198 \leq \alpha_0 < 249$</td></tr> <tr> <td>Oeste</td><td>$249 \leq \alpha_0 < 300$</td></tr> </tbody> </table> b) cubiertas (C): comprenden aquellos cerramientos superiores en contacto con el aire cuya inclinación sea inferior a 60° respecto a la horizontal; c) suelos (S): comprenden aquellos cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados que estén en contacto con el aire, con el terreno, o con un espacio no habitable; d) medianerías (M): comprenden aquellos cerramientos que lindan con otros edificios ya construidos. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada; e) cerramientos en contacto con el terreno (T): comprenden aquellos cerramientos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno; f) particiones interiores (P): comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan, en el interior del edificio, los recintos habitables de los no habitables. Puentes térmicos: además, es preciso identificar los puentes térmicos que existan en fachada, cubierta o suelos. Se consideran puentes térmicos las zonas en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto. Para una relación más exhaustiva, consultar el Anexo A de Terminología.	Norte	$\alpha < 60; \alpha_0 \geq 300;$	Este	$60 \leq \alpha_0 < 111$	Sureste	$111 \leq \alpha_0 < 162$	Sur	$162 \leq \alpha_0 < 198$	Suroeste	$198 \leq \alpha_0 < 249$	Oeste	$249 \leq \alpha_0 < 300$
Norte	$\alpha < 60; \alpha_0 \geq 300;$												
Este	$60 \leq \alpha_0 < 111$												
Sureste	$111 \leq \alpha_0 < 162$												
Sur	$162 \leq \alpha_0 < 198$												
Suroeste	$198 \leq \alpha_0 < 249$												
Oeste	$249 \leq \alpha_0 < 300$												

CÁLCULO (HE 1 apartado 3.2.2)	CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS ELEMENTOS Se calcularán los parámetros característicos de los paramentos que definen la envolvente térmica. El método de cálculo es similar en gran parte al antiguo de la NBE CT 79, y en cualquier caso se puede usar el Apéndice E de la HE 1. como guía detallada de procedimientos. FACHADAS: - Transmitancia térmica de muros de fachada U_M, por cada orientación. - Puentes térmicos de fachadas U_{PF}; a efectos de transmisión se considerarán solamente los puentes térmicos cuya superficie sea superior a $0,5m^2$ e integrados en fachadas (pilares, vigas, contorno de huecos y cajas de persiana). A efectos de condensación se consideran todos. El cálculo se subdividirá por tanto en: - De contornos de huecos o cajas de persiana $> 0,5m^2$, U_{PF1} - De pilares en fachada $> 0,5m^2$, U_{PF2} - Transmitancia térmica de huecos U_H, de marcos y de acristalados. - En su caso, factor solar modificado de huecos F_H CUBIERTAS: - Transmitancia térmica de cubiertas U_C, que se subdividirá en: - Cubiertas en contacto con el aire, U_{C1} - Cubiertas en contacto con un espacio no habitable, U_{C2} - Transmitancia térmica de lucernarios U_L, de marcos y de acristalados. - Factor solar modificado de lucernarios F_L - Puentes térmicos de cubiertas U_{PC}; se considerarán solamente los puentes térmicos cuya superficie sea superior a $0,5m^2$, correspondientes a vigas o lucernarios integrados en cubiertas. SUELOS - Transmitancia térmica de suelos U_S, que se subdividirá en: - Suelos apoyados sobre el terreno, U_{S1} - Suelos en contacto con espacios no habitables, U_{S2} - Suelos en contacto con el aire exterior, U_{S3} - Suelos a una profundidad mayor que $0,5m$, U_{T3} MEDIANERÍAS - Transmitancia térmica de la medianería, U CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO - Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno U_T, que se subdividirá en: - Muros en contacto con el terreno, U_{T1} - Cubiertas enterradas, U_{T2} PARTICIONES INTERIORES - Muros en contacto con un espacio no habitable, U_{M2} - Cubiertas en contacto con un espacio no habitable, U_{C2}
COMPROBACIÓN (HE 1 apartado 3.2.1.4)	COMPARACIÓN CON LA TABLA 2.1. La comprobación consiste en verificar cada uno de los valores de muros de fachada, cubiertas, suelos, medianerías, cerramientos contra el terreno, particiones interiores, y separaciones entre viviendas y zonas comunes así como vidrios y marcos, si no sobrepasan los valores de la tabla 2.1.
CÁLCULO	CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS MEDIOS Para cada categoría de elementos se determinará la media de los parámetros característicos U y F, que se obtendrá ponderando los parámetros correspondientes a cada elemento según su área en relación con el área total de la categoría a que pertenece. Las áreas de los cerramientos se considerarán a partir de las dimensiones tomadas desde el interior del edificio. Se obtendrán de esta manera los siguientes valores: - Transmitancia media de muros de fachada para cada orientación, incluyendo en el promedio los puentes térmicos integrados en la fachada (contornos de huecos, pilares en fachada y cajas de persianas) de más de $0,5 m^2$. - Transmitancia media de huecos de fachadas para cada orientación. - Transmitancia media de cubiertas, incluyendo en el promedio la transmitancia de los lucernarios y los puentes térmicos integrados en cubierta. - Transmitancia media de suelos. - Transmitancia media de cerramientos en contacto con el terreno. - En su caso factor solar modificado medio de huecos de fachadas para cada orientación. - Factor solar modificado medio de lucernarios de cubiertas.

COMPROBACIÓN	SÍNTESIS DEL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO			
	En el siguiente cuadro se recoge de modo sintético el procedimiento para la comprobación de los parámetros característicos medios con los valores límite de la tabla 2.2. Corresponde con la tabla 3.1. del apartado 3.2.2.2. del CTE HE, 1:			
	Tabla 3.1 Síntesis del procedimiento de comparación con los valores límite			
Cerramientos y particiones interiores	Componentes	Parámetros característicos	Parámetros característicos medios	Comparación con los valores límites
CUBIERTAS	C ₁ En contacto con el aire	U _{C1}	$U_{Cm} = \frac{\sum A_c \cdot U_c + \sum A_{pc} \cdot U_{pc} + \sum A_L \cdot U_L}{\sum A_c + \sum A_{pc} + \sum A_L}$	U _{Cm} ≤ U _{CLim}
	P _C Puente térmico (Contorno de lucernario>0,5 m²)	U _{PC}		
	L Lucernarios	U _L		
		F _L	$F_{Lm} = \frac{\sum A_f \cdot F_L}{\sum A_f}$	F _{Lm} ≤ F _{Llim}
FACHADAS	M ₁ Muro en contacto con el aire	U _{M1}	$U_{Mm} = \frac{\sum A_M \cdot U_M + \sum A_{pf} \cdot U_{pf}}{\sum A_M + \sum A_{pf}}$	U _{Mm} ≤ U _{Mlim}
	M ₂ Muro en contacto con espacios no habitables	U _{M2}		
	P _{F1} Puente térmico (contorno de huecos > 0,5 m²)	U _{PF1}		
	P _{F2} Puente térmico (pilares en fachada > 0,5 m²)	U _{PF2}		
	P _{F3} Puente térmico (caja de persianas > 0,5 m²)	U _{PF3}		
	H Huecos	U _H	$U_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot U_H}{\sum A_H}$	U _{Hm} ≤ U _{Hlim}
		F _H	$F_{Hm} = \frac{\sum A_H \cdot F_H}{\sum A_H}$	F _{Hm} ≤ F _{Hlim}
SUELOS	S ₁ Apoyados sobre el terreno	U _{S1}	$U_{Sm} = \frac{\sum A_s \cdot U_s}{\sum A_s}$	U _{Sm} ≤ U _{Slim}
	S ₂ En contacto con espacios no habitables	U _{S2}		
	S ₃ En contacto con el aire exterior	U _{S3}		
CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO	T ₁ Muros en contacto con el terreno	U _{T1}	$U_{Tm} = \frac{\sum A_T \cdot U_T}{\sum A_T}$	U _{Tm} ≤ U _{Mlim}
	T ₂ Cubiertas enterradas	U _{T2}		
NOTA: La tabla no es exhaustiva en cuanto a los componentes de los cerramientos y particiones interiores.				

ZONA CLIMÁTICA A													
U _{Mlim} W/m ² K	U _{Slim} W/m ² K	U _{Clim} W/m ² K	F _{Hlim}	%	U _{Hlim} ⁽¹⁾ W/m ² K			F _{Hlim} ⁽²⁾					
								ZONA A3			ZONA A4		
				de huecos	N	E/O	S/SE/ SO	E/O	S	SE/ SO	E/O	S	SE/ SO
0,94	0,53	0,50	0,29	de 0 a 10	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
				de 11 a 20	4,7 (5,6)			-	-	-	-	-	-
				de 21 a 30	4,1 (4,6)	5,5(5,7)		-	-	-	-	-	-
				de 31 a 40	3,8 (4,1)	5,2 (5,5)		-	-	-	0,57	-	0,58
				de 41 a 50	3,5 (3,8)	5,0 (5,2)		0,57	-	0,60	0,47	-	0,48
				de 51 a 60	3,4 (3,6)	4,8 (4,9)		0,50	-	0,54	0,40	0,55	0,42

(1) En los casos en que U_{Mlim} sea inferior a 0,67 W/m²K se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para esta zona.

(2) Sólo se reflejan los datos para espacios de baja carga interna, que son los que hay en edificios residenciales.

ZONA CLIMÁTICA B													
U _{Mlim} W/m ² K	U _{Slim} W/m ² K	U _{Clim} W/m ² K	F _{Hlim}	%	U _{Hlim} ⁽¹⁾ W/m ² K			F _{Hlim} ⁽²⁾					
								ZONA B3			ZONA B4		
				de huecos	N	E/O	S/SE/ SO	E/O	S	SE/ SO	E/O	S	SE/ SO
0,82	0,52	0,45	0,30	de 0 a 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7						
				de 11 a 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)		-	-	-	-	-	-
				de 21 a 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)		-	-	-	-	-	-
				de 31 a 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	-	-	-	0,55	-	0,58
				de 41 a 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,59	0,45	-	0,48
				de 51 a 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,52	0,39	0,55	0,41

(1) En los casos en que U_{Mlim} sea inferior a 0,58 W/m²K se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para esta zona.

(2) Sólo se reflejan los datos para espacios de baja carga interna, que son los que hay en edificios residenciales.

ZONA CLIMÁTICA C

U_{Mlim} W/m ² K	U_{Slim} W/m ² K	U_{Clim} W/m ² K	F_{Hlim}	% superficie de huecos	$U_{Hlim}^{(1)}$ W/m ² K			$F_{Hlim}^{(2)}$											
					N	E/O	S/SE/ SO	ZONA C1			ZONA C2			ZONA C3			ZONA C4		
								E/O	S	SE/ SO	E/O	S	SE/ SO	E/O	S	SE/ SO	E/O	S	SE/ SO
0,73	0,50	0,41	0,37	de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,54	-	0,56
				de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)		-	-	-	0,59	-	-	0,51	-	0,54	0,47	-	0,46
				de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)		-	-	-	-0,51	-	0,55	0,43	-	0,47	0,38	0,53	0,39

(1) En los casos en que U_{Mm} sea inferior a 0,52 W/m²K se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para esta zona.

(2) Sólo se reflejan los datos para espacios de baja carga interna, que son los que hay en edificios residenciales.

ZONA CLIMÁTICA D

U_{Mlim} W/m ² K	U_{Slim} W/m ² K	U_{Clim} W/m ² K	F_{Hlim}	% superficie de huecos	$U_{Hlim}^{(1)}$ W/m ² K			$F_{Hlim}^{(2)}$								
					N	E/O	S/SE/ SO	ZONA D1			ZONA D2			ZONA D3		
								E/O	S	SE/ SO	E/O	S	SE/ SO	E/O	S	SE/ SO
0,66	0,49	0,38	0,36	de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				de 11 a 20	3,0 (3,5)			-	-	-	-	-	-	-	-	-
				de 21 a 30	2,5 (2,9)			-	-	-	-	-	-	-	-	-
				de 31 a 40	2,2 (2,5)			-	-	-	-	-	-	-	-	-
				de 41 a 50	2,1 (2,2)			-	-	-	-	-	0,61	0,50	-	0,53
				de 51 a 60	1,9 (2,1)			-	-	-	0,49	-	0,53	0,42	0,61	0,46

(1) En los casos en que U_{Mm} sea inferior a 0,47 W/m²K se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para esta zona.

(2) Sólo se reflejan los datos para espacios de baja carga interna, que son los que hay en edificios residenciales.

ZONA CLIMÁTICA E

U_{Mlim} W/m ² K	U_{Slim} W/m ² K	U_{Clim} W/m ² K	F_{Hlim}	% superficie de huecos	$U_{Hlim}^{(1)}$ W/m ² K			$F_{Hlim}^{(2)}$ ZONA E1		
					N	E/O	S/SE/ SO	E/O	S	SE/ SO
0,57	0,48	0,35	0,36	de 0 a 10	3,1	3,1	3,1	-	-	-
				de 11 a 20				-	-	-
				de 21 a 30				-	-	-
				de 31 a 40				-	-	-
				de 41 a 50				-	-	-
				de 51 a 60				-	-	-

(1) En los casos en que U_{Mm} sea inferior a 0,43 W/m²K se podrá tomar el valor de U_{Hlim} indicado entre paréntesis para esta zona.

(2) Sólo se reflejan los datos para espacios de baja carga interna, que son los que hay en edificios residenciales.



AHORRO DE ENERGÍA

Residencial vivienda

HE 1

MÉTODOS DE CÁLCULO RELATIVOS A LA CONDENSACIÓN

CONCEPTO Y OBJETIVOS

En esta sección se presentan los medios de comprobación de la no existencia de riesgo de condensación superficial en los puentes térmicos, puesto que han de ser comprobados en todo caso, incluso cuando se hallen integrados en paramentos que cumplan con la condición general de transmitancia térmica máxima.

CÁLCULO

Deben contemplarse de modo diferenciado los puentes integrados en cerramientos y los no integrados, pero solamente aquellos que sean susceptibles de enmohecimiento (esto excluye, por ejemplo, los elementos metálicos o plásticos, pero no los de barro, madera, yesos y similares).

CONDENSACIÓN SUPERFICIAL

- **Cerramientos en general:**
 - El cumplimiento de los valores de transmitancia máxima de la tabla 2.1 asegura, para los cerramientos y particiones interiores de los espacios de clase de higrometría 4 o inferior (según apartado 3.1.2 del HE 1 del CTE), como son las viviendas, la verificación de la condición.
- **Puentes térmicos integrados en los cerramientos:**
 - En los puentes térmicos susceptibles de enmohecerse, para garantizar que no existan condensaciones superficiales, la transmisión no debe superar el siguiente valor:

Zona climática	A	B	C	D	E	
Transmisión puntual (puente)	2,00	1,90	1,70	1,50	1,40	(W/m ² K)
 - Para el cálculo de la transmisión de un puente térmico, (**ventanas, lucernarios, alféizares...**) se puede aplicar la misma expresión que la de las fachadas, aplicada a la composición del alzado en esa zona.
- **Puentes térmicos en encuentros entre cerramientos:**
 - Para los puentes formados por encuentros entre cerramientos, tales como los de forjados con fachada, debe esperarse a la publicación de Documentos Reconocidos en los que se establezcan las expresiones de comprobación.
 - En todo caso, **pueden evitarse mediante un diseño de los encuentros que asegure la continuidad de aislamiento, con un grosor similar al del resto del cerramiento**, lo cual redundará en la simplificación del proceso de comprobación, al desaparecer estas anomalías. En la unión de vuelos, balcones o terrazas con fachadas es casi imposible evitarlos.

CONDENSACIÓN INTERSTICIAL

- Con carácter **general**: es preciso dirigirse a los métodos especificados en el Anexo G, apartado G.2.2., del CTE HE, 1.
- Con carácter **particular**:
 - Las composiciones constructivas que prevean una **barrera de vapor en la cara caliente** del cerramiento (en enero) **cumplen automáticamente** por el mero hecho de esa disposición, por lo que no es preciso cálculo alguno.
 - También cumplen todos los cerramientos que se encuentren **en contacto con el terreno**.



AHORRO DE ENERGÍA

Residencial vivienda

HE 1

DOCUMENTACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

CONCEPTO Y OBJETIVOS

En el articulado de la HE 1 se disponen instrucciones acerca de la documentación que se debe incluir en proyecto, así como acerca del control de recepción y de ejecución en obra. A continuación se reproducen para su consideración por parte del proyectista y de la dirección facultativa.

DOCUMENTACIÓN	
	- En la memoria del proyecto básico se debe declarar el nivel de cada exigencia, es decir, la colección de valores y condiciones que habrán de ser cumplidas por la construcción, conforme a lo indicado en el HE 1. - En la memoria del proyecto de ejecución se debe documentar el cumplimiento de los niveles declarados en el básico pudiendo hacerlo por referencia a soluciones publicadas o mediante las fichas adjuntas justificativas del cálculo de los valores medios y máximos. - En el pliego de condiciones del proyecto de ejecución debe expresarse los requisitos de los productos a utilizar en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio. A efecto de este DB: - Los productos y elementos para los muros y la parte ciega de las cubiertas se definen mediante la conductividad térmica (W/mK); - Los productos para huecos y lucernarios se caracterizan mediante los siguientes parámetros: - parte acristalada del hueco por, la transmitancia térmica (W/m^2K) y el factor solar; - marcos y partes ciegas de huecos, puertas y ventanas y lucernarios, por la transmitancia térmica (W/m^2K) y la absortividad. - Los valores a utilizar en los cálculos del proyecto de ejecución deben corresponder o a los reflejados en este documento u otros Documentos Reconocidos, o procedentes de ensayos según la norma UNE EN ISO 10 456:2001, para una temperatura de 10 °C y un contenido de humedad correspondiente al equilibrio con un ambiente a 23 °C y 50 % de humedad relativa.
CONSTRUCCIÓN	
RECEPCIÓN EN OBRA:	- Para su recepción en obra, los valores de cálculo de las propiedades se obtendrán de los definidos en este DB, de los declarados para cada producto, según su marcado CE, o de Documentos Reconocidos. - El pliego de condiciones del proyecto de ejecución puede establecer ensayos de recepción, y el director de ejecución de la obra puede en cualquier caso ordenarlos, justificadamente, informando al director de obra.
EJECUCIÓN:	- Se debe prestar especial cuidado en la ejecución de los puentes térmicos integrados en los cerramientos tales como pilares, contornos de huecos y cajas de persiana, y a los no integrados, como frentes de forjado y encuentro entre cerramientos. - Se debe controlar que la puesta en obra de los aislantes térmicos se ajusta a lo indicado en el proyecto de ejecución, en cuanto a su colocación, posición, dimensiones y tratamiento de puntos singulares. - Si está prevista la interposición de una barrera de vapor, ésta se debe disponer al interior de la capa aislante, controlando que, durante su ejecución, no se produzcan roturas o deterioros en la misma. - Se debe comprobar que el recibido y la fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, se realiza de tal manera que quede garantizada la estanquidad al aire entre marco y cerramiento.

HE 1

APLICACIÓN A ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS HABITUALES

CONCEPTO Y OBJETIVOS

En esta sección se presentan de un modo muy conciso las premisas del HE 1 y una serie de conclusiones derivadas de su aplicación a casos reales de construcción. Se pretende con esta sección que el proyectista encuentre un apoyo al diseño aun sin profundizar en la lectura y análisis de lo prescrito en el código; este documento presenta directamente conclusiones de orden práctico que le permitan tomar decisiones de proyecto que le encaminen hacia un cumplimiento efectivo de las condiciones exigidas.

Este documento ha de emplearse con las siguientes advertencias:

*Las tablas hacen referencia a **clases de soluciones constructivas** que representan el abanico de las **posibles**, dando al menos un ejemplo de cada clase. Los valores son aplicables a cualquier otra solución que tenga una resistencia básica (la de la parte maciza, excluyendo el aislamiento) no inferior a la señalada.*

*Las tablas hacen referencia a **clases de materiales aislantes** que representan el abanico de los posibles, dando al menos un ejemplo de cada clase. Para otro material diferente basta adoptar espesores proporcionales a su conductividad.*

Los valores y detalles constructivos de este apartado se refieren únicamente al comportamiento térmico desde el punto de vista de la demanda energética, sin considerar otros comportamientos como el de resistencia a incendio o la afectación del aislamiento por el agua o la disposición de la lámina impermeabilizante en su caso.

En tanto este documento no tenga carácter de "documento reconocido", para la justificación del cumplimiento de la exigencia mediante las fichas del CTE podrán usarse los valores de transmitancia presentados a continuación.

Este documento no es aplicable a viviendas que tengan huecos en más de un 50% de superficie de la fachada, o dispongan de lucernarios sin protección solar en más de un 3% de la superficie de la cubierta, o de cerramientos no convencionales (muros Trombe o paretodinámicos).

GEOMETRÍA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

A efectos de la definición de envolvente térmica en edificios de viviendas, **deben** considerarse espacios habitables las propias viviendas, las zonas comunes, como escaleras, pasillos o portales, que no estén dispuestas al aire libre, y las reservadas para locales de oficinas o comerciales, si existen. Como zonas no habitables **pueden** considerarse los trasteros, garajes, cuartos de instalaciones, y cámaras tanto sanitarias como de bajo cubierta. Las zonas no habitables **pueden** anexionarse al conjunto de las habitables, si ello da lugar a una envolvente menor o una mayor racionalización de la solución constructiva.

La siguiente figura es una interpretación para un caso concreto de las denominaciones empleadas en el HE 1 para los diferentes elementos y orientaciones de la envolvente térmica de un edificio:

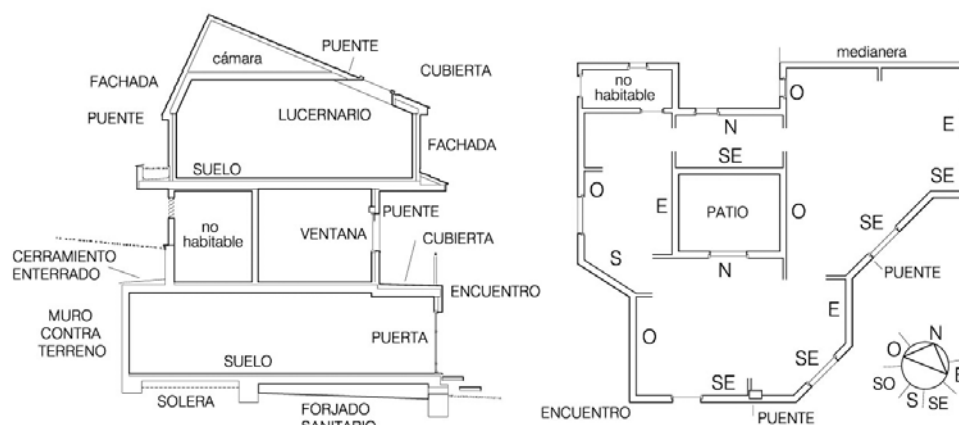


Figura 1. Elementos de la envolvente térmica de un edificio

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Se presentan a continuación cada una de las categorías de elementos constructivos que deben ser tenidos en consideración. Cada apartado va precedido de una breve introducción donde se concentran los requisitos y principios de cálculo y, a continuación, se presentan conclusiones de orden tipológico, a través de soluciones ejemplo y tablas de conclusiones.

1. FACHADAS

1.1. PARTE CIEGA DE LAS FACHADAS

REQUISITOS	En cada fachada, existe un límite al promedio de transmisión en toda su superficie, medida por el interior del espacio habitable, y por tanto excluyendo los encuentros entre paños, y entre éstos y los forjados o separaciones interiores. En ese promedio deben computarse la transmisión, localmente más elevada, correspondiente a los puentes térmicos integrados en la fachada, tales como cajas de persiana, jambas o alféizares de huecos, o pilares embebidos, que tengan más de 0,5 m² cada uno. Independientemente de lo anterior, si la composición de la fachada no es uniforme, ninguna zona, excepto la de puentes, debe tener una transmisión superior al valor establecido como máximo local. Los valores límite son: <table><tr><td>Zona climática</td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td></td></tr><tr><td>Promedio (parte ciega)</td><td>0,94</td><td>0,82</td><td>0,73</td><td>0,66</td><td>0,57</td><td>(W/m² K)</td></tr><tr><td>Máximo local (cualquier zona)</td><td>1,22</td><td>1,07</td><td>0,95</td><td>0,86</td><td>0,74</td><td>(W/m² K)</td></tr></table>	Zona climática	A	B	C	D	E		Promedio (parte ciega)	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57	(W/m ² K)	Máximo local (cualquier zona)	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74	(W/m ² K)																																																												
Zona climática	A	B	C	D	E																																																																													
Promedio (parte ciega)	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57	(W/m ² K)																																																																												
Máximo local (cualquier zona)	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74	(W/m ² K)																																																																												
CÁLCULO	La transmisión por unidad de superficie, respecto al aire, de un paño de fachada constituido por capas paralelas homogéneas se define por el coeficiente de transmitancia, de valor: $U = 1 / (R_{se} + \sum e_i / \lambda_i + R_{si})$ donde: R_{se} es la resistencia térmica superficial del aire exterior, de valor 0,04 m²K/W; e / λ es la resistencia de cada capa homogénea que constituye el cerramiento, cociente de su espesor, e y la conductividad térmica de cálculo del material de la capa considerada, λ; en el anexo V1 aparece la de los más usuales. En algunos casos, como cámaras de aire, el valor ofrecido en dicho anejo es directamente el de la resistencia. R_{si} es la resistencia térmica superficial del aire interior, de valor 0,13 m²K/W.																																																																																	
SOLUCIONES Y EJEMPLOS	En la tabla siguiente se ofrecen los valores de transmitancia de distintas composiciones de fachada, clasificadas por la resistencia básica (de la parte masiva; todo menos el aislante), en combinación con diferentes gruesos de capas aislantes de diversas conductividades. <table><tr><th colspan="9">Transmisión por fachadas</th></tr><tr><th>Parte masiva: resistencia: (m²K/W)</th><th>Ejemplo</th><th colspan="7">Transmitancia (W/m² K)</th></tr><tr><td>Leve (≥ 0,30)</td><td>Figura 2.2 a</td><td>1,02</td><td>0,90</td><td>0,80</td><td>0,72</td><td>0,61</td><td>0,52</td><td></td></tr><tr><td>Moderada (≥ 0,40)</td><td>Figura 2.2 b</td><td>0,88</td><td>0,79</td><td>0,71</td><td>0,65</td><td>0,56</td><td>0,48</td><td></td></tr><tr><td>Elevada (≥ 0,60)</td><td>Figura 2.2 c</td><td>0,78</td><td>0,71</td><td>0,65</td><td>0,60</td><td>0,51</td><td>0,45</td><td></td></tr><tr><td>Baja (≤ 0,028)</td><td>Poliuretano in situ</td><td>1,6</td><td>2,0</td><td>2,2</td><td>2,5</td><td>3,1</td><td>3,7</td><td></td></tr><tr><td>Media (≤ 0,037)</td><td>Poliestireno expandido 22 kg/m³</td><td>2,5</td><td>3,0</td><td>3,5</td><td>4,0</td><td>5,0</td><td>6,0</td><td></td></tr><tr><td>Alta (≤ 0,046)</td><td>Poliestireno expandido 10 kg/m³</td><td>3,0</td><td>3,6</td><td>4,2</td><td>4,8</td><td>6,0</td><td>7,1</td><td></td></tr><tr><th>Aislamiento: conductividad (W/mK)</th><th>Ejemplo</th><th colspan="7">Grueso (cm)</th></tr></table> Las figuras siguientes corresponden a ejemplos constructivos de cada una de las categorías empleadas en la tabla: a: LEVE Resistencia básica 0,32 b: MODERADA 0,43 c: ELEVADA 0,54 0,64 m²K/W Figura 2. Resistencia básica de soluciones de fachada	Transmisión por fachadas									Parte masiva: resistencia: (m ² K/W)	Ejemplo	Transmitancia (W/m ² K)							Leve (≥ 0,30)	Figura 2.2 a	1,02	0,90	0,80	0,72	0,61	0,52		Moderada (≥ 0,40)	Figura 2.2 b	0,88	0,79	0,71	0,65	0,56	0,48		Elevada (≥ 0,60)	Figura 2.2 c	0,78	0,71	0,65	0,60	0,51	0,45		Baja (≤ 0,028)	Poliuretano in situ	1,6	2,0	2,2	2,5	3,1	3,7		Media (≤ 0,037)	Poliestireno expandido 22 kg/m ³	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0		Alta (≤ 0,046)	Poliestireno expandido 10 kg/m ³	3,0	3,6	4,2	4,8	6,0	7,1		Aislamiento: conductividad (W/mK)	Ejemplo	Grueso (cm)						
Transmisión por fachadas																																																																																		
Parte masiva: resistencia: (m ² K/W)	Ejemplo	Transmitancia (W/m ² K)																																																																																
Leve (≥ 0,30)	Figura 2.2 a	1,02	0,90	0,80	0,72	0,61	0,52																																																																											
Moderada (≥ 0,40)	Figura 2.2 b	0,88	0,79	0,71	0,65	0,56	0,48																																																																											
Elevada (≥ 0,60)	Figura 2.2 c	0,78	0,71	0,65	0,60	0,51	0,45																																																																											
Baja (≤ 0,028)	Poliuretano in situ	1,6	2,0	2,2	2,5	3,1	3,7																																																																											
Media (≤ 0,037)	Poliestireno expandido 22 kg/m ³	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0																																																																											
Alta (≤ 0,046)	Poliestireno expandido 10 kg/m ³	3,0	3,6	4,2	4,8	6,0	7,1																																																																											
Aislamiento: conductividad (W/mK)	Ejemplo	Grueso (cm)																																																																																

1.2. PUENTES TÉRMICOS INTEGRADOS EN LA FACHADA

REQUISITOS Y CÁLCULO

Para el cálculo de la transmisión de un puente térmico que ocupe parte de la superficie del cerramiento, como los casos señalados de la figura 3, se puede aplicar la misma expresión que la de las fachadas, aplicada a la composición del alzado en esa zona.

En los casos, como el c de la figura 3, en los que el puente no suponga superficie en alzado, se debe considerar la transmisión total medida en la superficie significativa, y repercutirla en la del paño de la parte ciega al que corresponda.

En los puentes térmicos susceptibles de enmohecerse, como en los casos a, c, e, g, h, j, y k de la figura 3, la transmisión no debe superar el siguiente valor:

Zona climática	A	B	C	D	E	(W/m ² K)
Transmisión puntual (puente)	2,00	1,90	1,70	1,50	1,40	

EJEMPLOS

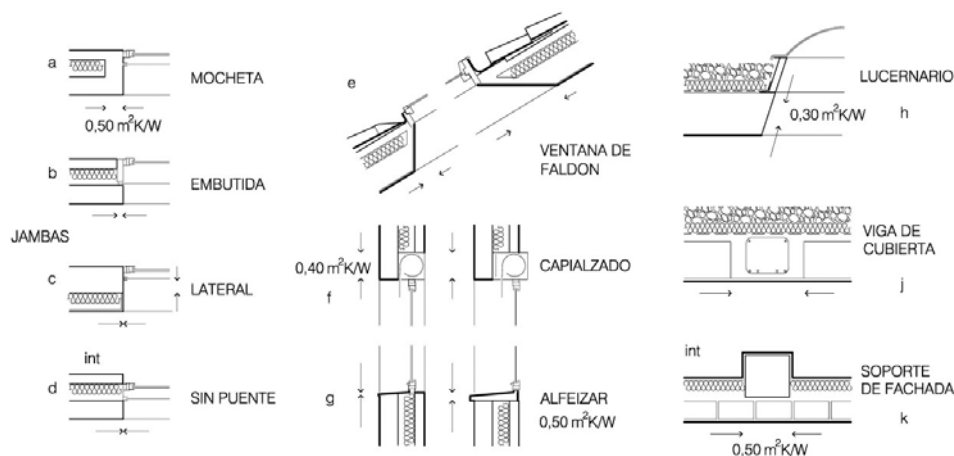


Figura 3. Puentes térmicos integrados

1.3. CARPINTERÍAS DE FACHADA

REQUISITOS

El límite de transmisión de huecos acristalados es el indicado en la tabla siguiente, por separado para cada una de las orientaciones establecidas, en función del porcentaje de su superficie en relación al de la fachada respectiva. Si un paño tiene menos del 10% de la superficie total de las fachadas del edificio, puede anexionarse a la orientación inmediata más exigente.

Tabla 1.3.1. Límite de la transmitancia térmica de huecos acristalados (W / m²K)

Huecos (%)	Zona climática del edificio y orientación ⁽¹⁾ del paño											
	Zona A			Zona B			Zona C			Zona D		
	S	E+O	N	S	E+O	N	S	E+O	N	S	E+O	N
< 10	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,4	4,4	4,4	4,4	3,5	3,5	3,5
11 a 20	5,7	5,7	4,7	5,7	4,9	3,8	4,4	3,9	3,4	3,5	3,5	3,0
21 a 30	5,7	5,5	4,1	5,7	4,3	3,3	4,3	3,3	2,9	3,5	2,9	2,5
31 a 40	5,7	5,2	3,8	5,6	4,0	3,0	3,9	3,0	2,6	3,4	2,6	2,2
41 a 50	5,7	5,0	3,5	5,4	3,7	2,8	3,6	2,8	2,4	3,2	2,5	2,1
< 10 *	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	4,4	4,4	4,4	3,5	3,5	3,5
11 a 20*	5,7	5,7	5,6	5,7	5,7	4,7	4,4	4,4	4,2	3,5	3,5	3,5
21 a 30*	5,7	5,7	4,6	5,7	4,7	3,8	4,4	3,8	3,3	3,5	3,3	2,9
31 a 40*	5,7	5,5	4,1	5,5	4,2	3,3	4,1	3,3	2,9	3,5	2,9	2,5
41 a 50*	5,7	5,2	3,8	5,3	3,9	3,0	3,8	3,0	2,6	3,4	2,6	2,2

(1) Los valores de la columna S se refieren a las orientaciones S, SE y SO por separado.

* Los valores en cursiva corresponden al caso en el que la transmitancia térmica media de los cerramientos sea menor que el 70% del límite establecido en el apartado 1.1 de esta sección.

En el caso de un hueco saliente o mirador, todas sus componentes deben asignarse a la orientación de la fachada donde se ubica, considerando la superficie total del desarrollo del conjunto, medido por el interior.

El límite de transmisión de cada uno de los huecos es el máximo, indicado en negrilla, de cada zona de la tabla 2.4, por separado para acristalado y marco.

En las zonas A4, B4 y C4, los huecos que supongan más del 30% de superficie de la fachada correspondiente a las orientaciones S, SE, SO, E y O, deben llevar oscurecimiento total por el exterior, y en las zonas A3, B3, C3 y D3 los que supongan más del 40%.

CÁLCULO

El cálculo de la transmisión por marcos o acristalados puede hacerse con la expresión indicada para fachadas. Si existe una persiana de oscurecimiento total por el exterior, puede tratarse el espacio intermedio como cámara de aire ventilada, despreciando la colaboración de la persiana y adoptando, para la resistencia del aire exterior el valor de $0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$. En la figura 4 aparecen valores de las soluciones usuales.

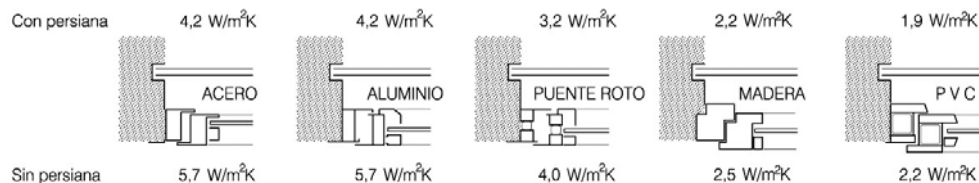


Figura 4. Tipos de marcos usuales

Tabla 1.3.1. Transmisión de huecos de fachada ($\text{W} / \text{m}^2\text{K}$)

Marco			Metálico		Puente roto		Madera		PVC	
Fracción del hueco			0,10	0,20	0,15	0,30	0,20	0,40	0,20	0,40
Persiana y acristalado (W / m ² K)										
Sin persiana	Simple 4 a 10 mm	(5,70)	5,7	5,7	5,5	5,2	5,0	4,2	5,0	4,3
	Doble 4+6+4 a 6+6+6	(3,30)	3,5	3,8	3,4	3,5	3,0	2,8	3,1	2,9
Con persiana	Simple 4 a 10 mm	(4,25)	4,2	4,2	4,1	3,9	3,8	3,4	3,8	3,3
	Doble 4+6+4 a 6+6+6	(2,75)	2,9	3,1	2,8	2,9	2,6	2,5	2,6	2,4

Para el cálculo de la transmisión por puertas de paso, puede usarse la misma expresión establecida para fachadas, a partir de la conductividad y espesor del material; para madera es suficiente considerar $0,20 \text{ W/mK}$.

1.4. COMPROBACIÓN GENERAL DE LA FACHADA

Además de las fachadas que satisfagan por separado las reglas anteriores para parte ciega y carpinterías, puede considerarse que cumple cualquier otra en la que, en cada orientación, la transmisión total entre ambos elementos no es superior, compensando la mayor transmisión de uno con una disminución en el otro. La transmisión se obtendrá como el producto de la transmitancia de cada elemento por su superficie en alzado.

2. CUBIERTAS

REQUISITOS

Por cubierta se entiende el conjunto de cerramientos horizontales o medianamente inclinados que limitan las zonas habitables del edificio del ambiente exterior, incluyendo la cubierta del edificio propiamente dicha y los suelos de áticos u otras plantas con la cara superior a la intemperie. Un faldón de más de 60° de pendiente global se considera paño de fachada con la orientación que tenga la normal a su traza horizontal. El carácter del faldón incluye a los cerramientos de elementos incluidos, tales como mansardas, independientemente de la pendiente local que posean.

En el conjunto de todos los elementos considerados como cubierta se establecen límites como los indicados para las fachadas, pero en este caso el límite promedio incluye, además de los puentes, la transmisión por huecos y lucernarios. Los valores del coeficiente de transmitancia límite son ahora:

Zona climática	A	B	C	D	E	
Transmisión promedio (cubierta)	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35	($\text{W/m}^2 \text{K}$)
Transmisión local (zona)	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46	($\text{W/m}^2 \text{K}$)

CÁLCULO

Para el cálculo de la transmisión puede usarse la expresión establecida para fachadas, adoptando como resistencia del aire interior, R_{si} , el valor $0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$. En el caso de forjado y cubierta sobrepuesta a una cámara como las realizadas con tabiquillos, se puede despreciar la colaboración de los elementos del tablero del faldón de cubierta, computando sólo los del forjado, adoptando como resistencia al exterior del mismo, la correspondiente a aire en calma, de valor $0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$.

SOLUCIONES

En la tabla siguiente se ofrecen los valores de transmitancia de las soluciones indicadas en la figura 5 en función del tipo y grueso de la capa aislante.

Transmisión por cubierta

Parte masiva: resistencia: ($\text{m}^2\text{K/W}$)	Ejemplo	Transmitancia ($\text{W/m}^2 \text{ K}$)					
Leve (tablero o losa) ($\geq 0,25$)	Figura 5	0,63	0,53	0,47	0,41	0,37	0,34
Moderada (forjado) ($\geq 0,40$)	Figura 5	0,57	0,50	0,45	0,39	0,36	0,33
Baja ($\leq 0,028$)	Poliuretano <i>in situ</i>	3,1	3,7	4,5	5,0	5,6	6,1
Media ($\leq 0,037$)	Poliestireno expandido 22 kg/m^3	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
Alta ($\leq 0,046$)	Poliestireno expandido 10 kg/m^3	6,0	7,1	8,7	10,0	11,0	12,4
Aislamiento: conductividad (W/mK)	Ejemplo	Grueso (cm)					

Para el cálculo de la transmisión por lucernarios pueden usarse las reglas de las carpinterías de fachadas, considerando que la resistencia de aire interior se reduce a $0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$.

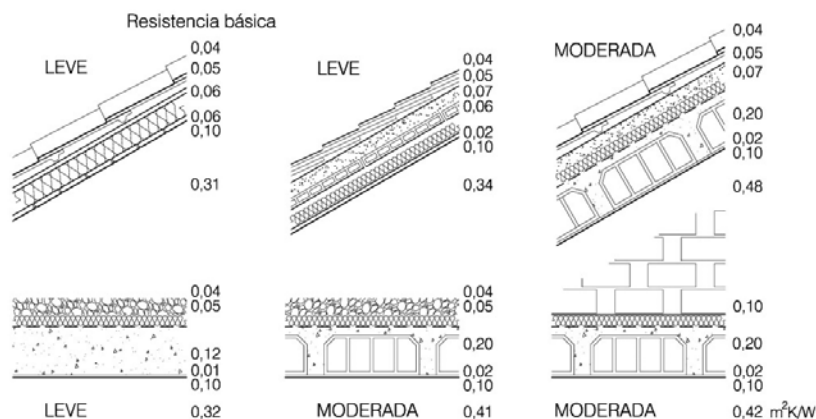


Figura 5. Resistencia básica de soluciones de cubierta

3. SUELOS**REQUISITOS**

Por suelos se entiende el conjunto de cerramientos que limitan inferiormente espacios habitables del aire, de un espacio no habitable o del terreno, tales como forjados de cuerpos salientes o sobre porches diáfanos, forjados sanitarios o soleras, así como los de piso sobre garajes o trasteros. En suelos se limita el promedio de transmisión en el conjunto de todos ellos y el máximo de cada tipo, a los siguientes valores:

Zona climática	A	B	C	D	E	
Promedio	0,53	0,52	0,50	0,49	0,48	($\text{W/m}^2 \text{ K}$)
Máximo	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62	($\text{W/m}^2 \text{ K}$)

CÁLCULO

Para el cálculo de la transmisión de forjados de cuerpos salientes o sobre porches diáfanos, se puede usar la expresión establecida para fachadas, adoptando, como resistencia del aire interior, el valor $0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$.

SOLUCIONES

En la **tabla siguiente** se indican valores de soluciones usuales. En el CTE se encuentran las expresiones y tablas para el cálculo de la transmisión en otros casos.

Transmisión de forjados sobre espacio exterior

Parte masiva: resistencia: ($\text{m}^2\text{K/W}$)	Ejemplo	Transmitancia ($\text{W/m}^2 \text{ K}$)					
Losa, ($\geq 0,40$)	Figura 6	0,83	0,68	0,57	0,50	0,45	0,45
Forjado ($\geq 0,50$)	Figura 6	0,76	0,63	0,54	0,47	0,42	0,42
	Resistencia	0,81	1,08	1,35	1,62	1,89	1,89
Baja ($\geq 0,023$)	Poliuretano <i>in situ</i>	1,8	2,5	3,1	3,7	4,5	4,5
Media ($\geq 0,037$)	Poliestireno expandido 22 kg/m^3	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	7,0
Alta ($\geq 0,046$)	Poliestireno expandido 10 kg/m^3	3,7	5,0	6,0	7,1	8,7	8,7
Aislamiento: conductividad (W/mK)	Ejemplo	Grueso (cm)					

SOLUCIONES

Las figuras siguientes corresponden a ejemplos constructivos de cada una de las categorías empleadas en la tabla anterior:

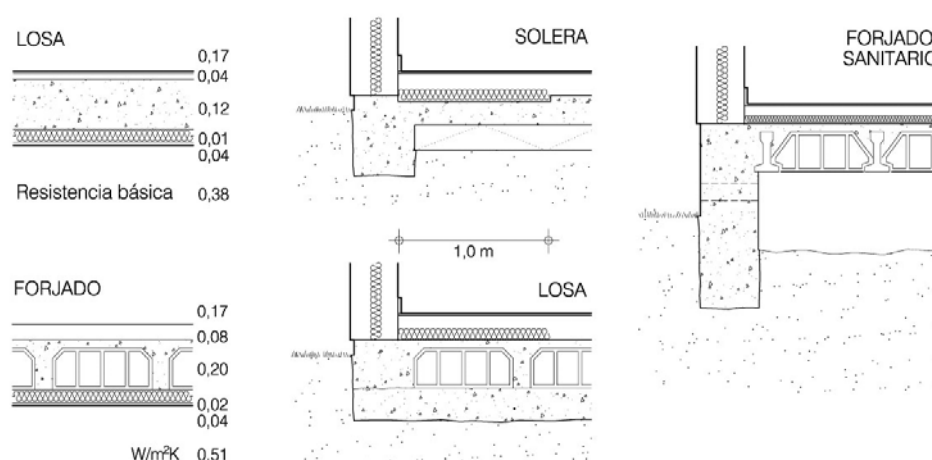


Figura 6. Soluciones de suelos

En el caso de **forjados sanitarios**, es suficiente disponer una capa de aislamiento en toda su superficie, con el espesor indicado en la tabla siguiente en función de la relación de superficie total del forjado de la parte habitable, al perímetro en contacto con el exterior.

Forjado	Espesor de aislamiento suficiente en forjados ⁽¹⁾ sanitarios (cm)					
	Capa de aislamiento (conductividad W/mK)	Relación de superficie a perímetro (m)				
		≤ 3	4	6	8	≥ 10
Forjado de bovedillas	Poliuretano in situ (≤ 0,028)	3	3	2	2	2
	Poliestireno expandido 22 kg/m ³ (≤ 0,037)	5	4	4	3	3
	Poliestireno expandido 10 kg/m ³ (≤ 0,046)	6	6	5	4	3

(1) A menos de 1 m de altura sobre el terreno exterior, con terreno interior a menos de 0,50 m de profundidad respecto al exterior, realizados con forjado de viguetas autoportante y bovedillas, y solado pétreo, o solución equivalente que sume entre la resistencia de las dos capas citadas, al menos 0,30 m²K/W.

En suelos sobre **solera de planta baja** debe disponerse una banda de aislamiento en el perímetro exterior, con el espesor indicado en la tabla siguiente:

Banda de aislamiento de 1 m de ancho ⁽²⁾	Espesor de aislamiento suficiente en soleras ⁽¹⁾ de planta baja (cm)					
	Capa de aislamiento (conductividad W/mK)	Zona climática				
		A	B	C	D	E
Banda de aislamiento de 1 m de ancho ⁽²⁾	Poliuretano in situ (≤ 0,028)	2	2	3	3	4
	Poliestireno expandido 22 kg/m ³ (≤ 0,037)	3	4	4	5	5
	Poliestireno expandido 10 kg/m ³ (≤ 0,046)	3	4	5	6	7

(1) Suelos cuyo nivel de acabado esté por encima o a menos de 0,5 m de profundidad de la rasante exterior.

(2) Si el cociente de superficie de solera de la zona habitable a perímetro exterior (B) es inferior a 3 m, el aislamiento se prolongará a toda la superficie.

En **soleras de semisótano**, si el nivel de acabado del solado del local habitable se sitúa a menos de 1 m de profundidad de la rasante exterior, bastará disponer, cuando la relación de superficie a perímetro no supera 3 m, un aislamiento de grueso mitad del indicado en la tabla anterior en toda su superficie. Si la profundidad es mayor aún, no se precisan medidas especiales de aislamiento en soleras convencionales.

En **forjados de piso sobre trasteros o sótano destinado a garaje**, para el cálculo de la transmisión puede usarse la expresión establecida para fachadas, adoptando para ambas resistencias del aire, exterior e interior, el valor 0,17 m²K/W. El valor obtenido puede reducirse debido a la consideración de una temperatura exterior atemperada, pudiendo adoptar para garajes una tasa de renovación de aire de 5 h⁻¹ y para trasteros 1 h⁻¹. En ausencia de cálculos según CTE, puede tomarse, como coeficiente reductor de la transmisión el valor 0,85 para forjados sobre garaje de una planta, y 0,75 para forjados sobre trasteros.

4. PARTICIONES INTERIORES						
REQUISITOS	En las particiones interiores formadas por un cerramiento vertical que limita una zona habitable de una no habitable, o un forjado que separa una zona habitable inferior de un local no habitable superior, la transmisión térmica máxima debe ser inferior a:					
	Zona climática Máximo	A 1,22	B 1,07	C 0,95	D 0,86	E 0,74 (W/m ² K)
CÁLCULO	Para el cálculo de la transmisión de las particiones interiores puede usarse la expresión establecida para fachadas, adoptando para ambas resistencias del aire, exterior e interior, el valor 0,13 m ² K/W en paredes y 0,10 m ² K/W en forjados. El valor de transmisión obtenido con esta regla puede reducirse debido a la consideración de una temperatura exterior atemperada, según se indica en CTE.					
SOLUCIONES	SEPARACIONES INTERIORES 0.13 0.02 0.17 0.06 0.02 0.13 0.53 0.13 0.02 0.23 0.06 0.02 0.13 0.59 0.13 0.02 0.18 0.18 0.02 0.13 0.66 MEDIANERAS 0.13 0.17 0.02 0.13 0.45 0.13 0.18 0.02 0.13 0.46 0.13 0.23 0.02 0.13 0.51 Resistencia básica 0,45 0,46 0,51 m²K/W					
Figura 7. Soluciones de elementos de separación Los elementos de separación verticales u horizontales entre zonas comunes y viviendas previstas en proyecto de instalación de calefacción, deben tener una transmisión no superior a 1,2 W/m²K, considerando para la resistencia del aire de ambos lados la correspondiente a aire interior.						
5. MEDIANERAS						
REQUISITOS	Los cerramientos que se dispongan en medianeras contra otros edificios existentes deben tener una transmisión limitada; para ello considerando la separación entre edificios como aire interior es suficiente con 1 W/m ² K. Las medianeras que se dejen a la intemperie deben considerarse a todos los efectos como fachadas.					
6. CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO						
REQUISITOS Y CÁLCULO	El primer metro de altura de muros de zonas habitables en contacto con el terreno, debe tener una transmisión no superior al valor establecido para particiones interiores. El total del muro debe tener una transmisión media no superior al valor establecido para fachadas. El cálculo de la transmisión de este tipo de elementos está resuelto en el anejo HE 1E del CTE. Los forjados enterrados sobre espacios habitables deben tener una transmisión no superior al valor establecido para fachadas. El cálculo de la transmisión puede hacerse como se ha descrito en el caso de cubierta, adoptando para la capa de tierra una conductividad de 2 W/mK.					

SOLUCIÓN DIRECTA

Las tablas de este apartado se han confeccionado a partir de las del apartado anterior de Análisis de los Elementos Constructivos. Si los elementos satisfacen las condiciones de las tablas de este apartado, puede concluirse que cumplen las limitaciones del CTE en cuanto a transmisión térmica. En otro caso, se podrán obtener los parámetros de su comportamiento térmico en el apartado anterior. **Las soluciones constructivas referidas son sólo referencias representativas del abanico de las posibles, que en ningún caso limitan las opciones de diseño. Véase nota al inicio de esta sección.**

1. ESPESOR DE AISLAMIENTO SUFICIENTE EN FACHADAS ⁽¹⁾ (cm)

Por fachada se entiende el conjunto de paños de cerramiento que tenga la misma orientación de entre las definidas en la figura 0.1 (para más detalles, ver el primer apartado de esta sección), y que limiten espacios habitables del aire exterior.

Tipo de fachada (resistencia m^2K/W)	Capa de aislamiento (conductividad W/mK)	Zona climática del edificio				
		A	B	C	D	E
Dos hojas de hormigón con espesor total $\geq 0,14$ m ($\geq 0,30$)	Poliuretano in situ ($\leq 0,028$)	2	2	3	3	4
	Poliestireno expandido 22 kg/m^3 ($\leq 0,037$)	3	4	4	5	6
	Poliestireno expandido 10 kg/m^3 ($\leq 0,046$)	4	5	5	6	7
Medio pie, enfoscado y una hoja de ladrillo hueco sencillo cartón yeso ($\geq 0,40$)	Poliuretano in situ ($\leq 0,028$)	2	2	2	3	3
	Poliestireno expandido 22 kg/m^3 ($\leq 0,037$)	3	3	4	4	5
	Poliestireno expandido 10 kg/m^3 ($\leq 0,046$)	3	4	5	6	7
Bloque de cerámica aligerada y hoja interior de hueco sencillo o cartón yeso ($\geq 0,60$)	Poliuretano in situ ($\leq 0,028$)	1	2	2	2	3
	Poliestireno expandido 22 kg/m^3 ($\leq 0,037$)	2	3	3	4	5
	Poliestireno expandido 10 kg/m^3 ($\leq 0,046$)	2	3	4	5	6

(1) Viviendas ordinarias con no más de un 5% de superficie en puentes térmicos integrados

2. PORCENTAJE MÁXIMO DE SUPERFICIE DE HUECOS EN CADA FACHADA ⁽¹⁾

Carpintería: Vidrio ⁽³⁾ , persiana y marco ⁽⁴⁾			Zona climática del edificio y orientación ⁽²⁾ del paño														
			Zona A			Zona B			Zona C			Zona D			Zona E		
			S	E,O	N	S	E,O	N	S	E,O	N	S	E,O	N	S	E,O	N
Simple	Sin	Metálico	50	20	10	30	10	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		puente roto	50	30	13	50	15	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Madera	50	50	20	50	23	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		P V C	50	50	25	50	26	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Con	Metálico	50	50	25	50	30	15	30	15	12	-	-	-	-	-	-
		puente roto	50	30	30	50	35	18	35	18	15	-	-	-	-	-	-
		Madera	50	50	40	50	45	20	40	20	18	-	-	-	-	-	-
		P V C	50	50	50	50	50	30	50	28	20	-	-	-	-	-	-
Doble	Sin	Metálico	50	50	50	50	50	28	50	28	20	-	-	-	-	-	-
		puente roto	50	50	50	50	50	33	50	33	25	-	-	-	-	-	-
		Madera	50	50	50	50	50	45	50	45	30	50	30	22	50	33	24
		P V C	50	50	50	50	50	50	50	50	33	50	33	24	50	36	26
	Con	Metálico	50	50	50	50	50	40	50	40	30	50*	30*	20*	50*	30*	20*
		puente roto	50	50	50	50	50	50	50	50	32	50	32	22	50*	35*	25*
		Madera	50	50	50	50	50	50	50	50	36	50	36	26	50	40	28
		P V C	50	50	50	50	50	50	50	50	40	50	40	30	50	45	30

- Se supera la transmisión máxima de marco o de vidrio.

* Sólo si la persiana es aislante.

(1) En las zonas A4, B4 y C4, los huecos que supongan más del 30% de superficie de la fachada correspondiente a las orientaciones S, SE, SO, E y O, deben llevar oscurecimiento total por el exterior, y en las zonas A3, B3, C3 y D3 los que supongan más del 40%.

(2) Los valores de la columna S se refieren a las orientaciones S, SE y SO por separado.

(3) Vidrio ordinario.

(4) En la recepción de los de puente roto debe confirmarse que tiene no más de 4,0 m^2K/W .

3. ESPESOR DE AISLAMIENTO SUFICIENTE EN CUBIERTAS SIN LUCERNARIOS (cm)

Por cubierta se entiende el conjunto de cerramientos horizontales o medianamente inclinados que limitan las zonas habitables del edificio del ambiente exterior.

Tipo de forjado (resistencia m^2K/W)	Capa de aislamiento (conductividad W/mK)	Zona climática del edificio				
		A	B	C	D	E
Forjado ordinario con bovedillas ($\geq 0,40$)	Poliuretano in situ ($\leq 0,028$)	4	4	5	5	6
	Poliestireno expandido 22 kg/m^3 ($\leq 0,037$)	6	7	8	8	9
	Poliestireno expandido 10 kg/m^3 ($\leq 0,046$)	7	8	9	10	11
Tablero o losa ($\geq 0,25$)	Poliuretano in situ ($\leq 0,028$)	4	5	5	6	6
	Poliestireno expandido 22 kg/m^3 ($\leq 0,037$)	6	7	8	9	10
	Poliestireno expandido 10 kg/m^3 ($\leq 0,046$)	8	9	10	11	12

4. ESPESOR DE AISLAMIENTO SUFICIENTE ⁽¹⁾ EN LAS ZONAS DE PUENTES TÉRMICOS ⁽²⁾ INTEGRADOS (cm)

Se entiende por puente térmico integrado la zona de posible mayor transmisión local en el contorno de huecos, incluido el capialzado, soportes embebidos en fachada, y, en su caso, vigas o macizados en el forjado.

Tipo de puente (resistencia en $m^2 K/W$; ver figura 3)	Zona climática				
	A	B	C	D	E
Mocheta en jambas de ventana, alféizar pasante ($\geq 0,54$)	-	-	0,2	0,5	0,8
Soporte de hormigón armado ($\geq 0,51$)	-	-	0,4	0,7	0,9
Capialzado, ventana embutida en jamba ($\geq 0,37$)	0,6	0,7	1,0	1,4	1,6
Ventana lateral a la jamba, lucernario ($\geq 0,32$)	0,8	1,0	1,2	1,6	1,8

- No es preciso romper el puente, pudiéndolo dejar exento de capa aislante.

(1) Realizado con un material de una conductividad no mayor de 0,046 W/mK , tal como puede ser el poliestireno expandido de 10 kg/m^3 .

(2) Para cubrir la condición de evitar condensaciones, incluso en caso de acabados inmohecibles.

5. ESPESOR DE AISLAMIENTO SUFICIENTE EN FORJADOS SANITARIOS (cm)

Por forjado sanitario se entiende el dispuesto a menos de 1 m de altura sobre el terreno exterior, con terreno interior a menos de 0,50 m de profundidad respecto al exterior, y con cámara ventilada.

Tipo de forjado	Capa de aislamiento (conductividad W/mK)	Relación de superficie a perímetro (m)				
		≤ 3	4	6	8	≥ 10
Forjado sanitario ⁽¹⁾	Poliuretano in situ ($\leq 0,028$)	3	3	2	2	2
	Poliestireno expandido 22 kg/m^3 ($\leq 0,037$)	5	4	4	3	3
	Poliestireno expandido 10 kg/m^3 ($\leq 0,046$)	6		6	4	

(1) Realizados con forjado de viguetas autoportante y bovedillas, y solado pétreo, o solución equivalente que sume entre la resistencia de las dos capas citadas, al menos 0,30 m^2K/W .

6. ESPESOR DE AISLAMIENTO SUFICIENTE EN SOLERAS O LOSAS DE CIMENTACIÓN (cm)

	Banda de aislamiento (1) (conductividad W/mK)	Zona climática				
		A	B	C	D	E
Soleras de planta baja (2)	Poliuretano in situ ($\leq 0,028$)	2	2	3	3	4
	Poliestireno expandido 22 kg/m ³ ($\leq 0,037$)	3	4	4	5	5
	Poliestireno expandido 10 kg/m ³ ($\leq 0,046$)	3	4	5	6	7

- (1) Banda de 1 m de ancho, en el perímetro exterior. Si el cociente de superficie de solera de la zona habitable a perímetro exterior es inferior a 3 m, el aislamiento se prolongará a toda la superficie.
- (2) Suelos cuyo nivel de acabado esté por encima o a menos de 0,5 m de profundidad de la rasante exterior. Entre 0,5 m y 1 m, si la relación de superficie a perímetro es inferior a 3 m, basta disponer un aislamiento mitad del indicado, en la totalidad de la superficie.

7. ESPESOR DE AISLAMIENTO SUFICIENTE EN PARTICIONES INTERIORES CONTRA LOCALES NO HABITABLES (cm)

Se entiende por partición interior el cerramiento vertical que limita una zona habitable de una no habitable, o un forjado que separa una zona habitable inferior, de un local habitable superior,

Tipo de partición	Capa de aislamiento (conductividad W/mK)	Zona climática				
		A	B	C	D	E
1/2 pie de hueco doble o perforado y hoja de sencillo; losa ($\geq 0,50$)	Poliuretano in situ ($\leq 0,028$)	1	1	1	2	2
	Poliestireno expandido 22 kg/m ³ ($\leq 0,037$)	1	2	2	2	3
	Poliestireno expandido 10 kg/m ³ ($\leq 0,046$)	1	2	3	3	4
Dos tabicones, o bloque de arcilla aligerada y hueco sencillo; forjado (1) ($\geq 0,60$)	Poliuretano in situ ($\leq 0,028$)	1	1	1	1	2
	Poliestireno expandido 22 kg/m ³ ($\leq 0,037$)	1	1	1	2	3
	Poliestireno expandido 10 kg/m ³ ($\leq 0,046$)	1	1	2	2	3

- (1) Con bovedillas ordinarias.

8. ESPESOR DE AISLAMIENTO SUFICIENTE EN OTROS ELEMENTOS (cm)

Elementos perimetrales de locales habitables	Capa de aislamiento (conductividad W/mK)		
	Poliuretano in situ ($\leq 0,028$)	Poliestireno expandido 22 kg/m ³ ($\leq 0,037$)	Poliestireno expandido 10 kg/m ³ ($\leq 0,046$)
Forjados sobre porche diáfano (1)	4	6	8
Forjados sobre garaje de un sótano (1)	3	4	5
Forjados sobre trasteros (1)	2	3	4
Separación con zonas comunes (2)	1	2	3
Medianeras contra otro edificio (3)	1	2	3
Muros en semisótano o primer sótano (4)	1	2	3

- (1) Forjado con bovedilla ordinaria, solado pétreo.
- (2) Para viviendas dotadas de calefacción en proyecto. Paredes formadas por dos hojas, bien de medio pie de hueco o macizo y hueco sencillo, o dos tabicones. Forjados con bovedillas ordinarias.
- (3) Paños de una hoja de tabicón, medio pie hueco o perforado. Si la medianera queda a la intemperie se debe de tratar como fachada.
- (4) Muros de hormigón con una hoja interior de cartón yeso o hueco sencillo.



AHORRO DE ENERGÍA

Residencial vivienda

Anejo HE 1A:

TERMINOLOGÍA

ABSORTIVIDAD

Fracción de la radiación solar incidente a una superficie que es absorbida por la misma. La absorptividad va de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

BIENESTAR TÉRMICO

Condiciones interiores de temperatura, humedad y velocidad del aire establecidas reglamentariamente que se considera que producen una sensación de bienestar adecuada y suficiente a sus ocupantes.

CERRAMIENTO

Elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios.

COMPONENTES DEL EDIFICIO

Se entienden por componentes del edificio los que aparecen en su *envolvente edificatoria*: *cerramientos*, *huecos* y *puentes térmicos*.

CONDICIONES HIGROTÉRMICAS

Son las condiciones de temperatura seca y humedad relativa que prevalecen en los ambientes exterior e interior para el cálculo de las condensaciones intersticiales.

DEMANDA ENERGÉTICA

Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción, correspondientes a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

EDIFICIO OBJETO

Edificio del que se quiere verificar el cumplimiento del CTE.

EMISIVIDAD

Capacidad relativa de una superficie para radiar calor. Los factores de emisividad van de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

ENVOLVENTE TÉRMICA

Se compone de los *cerramientos* del edificio que separan los recintos *habitables* del ambiente exterior y las *particiones interiores* que separan los *recintos habitables* de los *no habitables* que a su vez están en contacto con el ambiente exterior.

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 HABITABLE DE BAJA CARGA INTERNA

Espacio donde se disipa poco calor. Comprende principalmente los recintos destinados 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.

En el caso de espacios no destinados a viviendas, el proyectista estimará si el calor disipado por las fuentes internas en el interior del espacio se puede asimilar a la que se podría producir si fuera un espacio de vivienda, por ejemplo, una pequeña sala de estar de una residencia de ancianos podría tener las mismas fuentes internas que un salón de una vivienda.

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 de los habitables.

EXCESO DE HUMEDAD INTERIOR

Cociente entre la cantidad media de producción de humedad producida en el interior de un espacio (kg/h) y el producto de la tasa de renovación de aire por el volumen del mismo (m³/h). El exceso de humedad interior se expresa en kg/m³.

LUCERNARIO

Cualquier hueco situado en una cubierta, por tanto su pendiente será menor de 60°.

FACTOR DE SOMBRA

Es la fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada tales como retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales u otros.

FACTOR DE TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE INTERIOR

Es el cociente entre la diferencia de temperatura superficial interior y la del ambiente exterior y la diferencia de temperatura del ambiente interior y exterior.

FACTOR SOLAR

Es el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

FACTOR SOLAR MODIFICADO

Producto del factor solar por el factor de sombra.

GRADOS-DÍA

Grados-día de un período determinado de tiempo es la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija, o base de los grados-día, y la temperatura media del día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior o superior a la temperatura base.

HUECO

Es cualquier elemento semitransparente de la *envolvente del edificio*. Comprende las ventanas y puertas acristaladas y no acristaladas.

HUMEDAD RELATIVA

Es la fracción de la presión de saturación que representa la presión parcial del vapor de agua en el espacio o ambiente exterior en estudio. Se tiene en cuenta en el cálculo de las condensaciones, superficiales e intersticiales en los cerramientos.

INVERNADERO ADOSADO

Recinto no acondicionado formado por un cerramiento exterior con un porcentaje alto de superficie acristalada que se coloca adyacente a las fachadas de un edificio. El elemento de fachada que actúa de separación entre el invernadero y las zonas interiores del edificio puede incluir también acristalamientos. Es posible la existencia de una circulación de aire generalmente forzada a través de dicho recinto, bien en forma de recirculación del aire interior o de precalentamiento de aire exterior que se usa para ventilación. A esta misma categoría pertenecen las galerías acristaladas y los balcones acristalados.

MURO PARIETODINÁMICO

Componente de un captador solar cuya función es absorber la energía radiante y transferirla en forma de calor a un fluido.

Cerramiento que aprovecha la energía solar para el precalentamiento del aire exterior de ventilación. Generalmente está formado por una hoja interior de fábrica, una cámara de aire y una hoja exterior acristalada o metálica que absorbe la radiación solar. La circulación del aire puede ser natural (termosifón) o forzada.

MURO TROMBE

Cerramiento que aprovecha la energía solar para el calentamiento por recirculación del aire interior del edificio. Generalmente está formado por una hoja interior de fábrica, una cámara de aire y un acristalamiento exterior. La circulación del aire puede ser natural (termosifón) o forzada. También se denomina muro solar ventilado.

PARÁMETRO CARACTERÍSTICO

Los parámetros característicos son las magnitudes que se obtienen como resultado de los cálculos para proceder a la cumplimentación por el método simplificado.

PARTICIÓN INTERIOR

Elemento constructivo del edificio que separa recintos habitables de los no habitables. Pueden ser verticales u horizontales (suelos y techos).

PERMEABILIDAD AL AIRE

Es la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m^3/h , en función de la diferencia de presiones.

PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA

Es la cantidad de vapor que pasa a través de la unidad de superficie de material de espesor unidad cuando la diferencia de presión de vapor entre sus caras es la unidad.

PORCENTAJE DE HUECOS

Fracción del área total de la fachada ocupada por los huecos de la misma, expresada en porcentaje.

PUENTE TÉRMICO

Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente térmica del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

Los puentes térmicos más comunes en la edificación se clasifican en:

- a) puentes térmicos integrados en los *cerramientos*:
 - i) pilares integrados en los *cerramientos* de las fachadas;
 - ii) contorno de huecos y lucernarios, incluyendo como tales la caja de persiana;
 - iii) vigas embebidas en el forjado como pueden ser las metálicas.
- b) puentes térmicos formados por encuentro de *cerramientos*:
 - i) frentes de forjado en las fachadas;
 - ii) uniones de cubiertas con fachadas;
 - iii) uniones de fachadas con *cerramientos* en contacto con el terreno;
 - _ unión de fachada con losa o solera;
 - _ unión de fachada con muro enterrado o pantalla;
 - iv) esquinas o encuentros de fachadas, dependiendo de la posición del ambiente exterior, a ese respecto se subdividen en:
 - _ esquinas entrantes;
 - _ esquinas salientes;
- c) encuentros de voladizos con fachadas;
- d) encuentros de tabiquería y separaciones interiores con fachadas.

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;
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;

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.

SEVERIDAD CLIMÁTICA

La severidad climática de una localidad es el cociente entre la demanda energética de un edificio cualquiera en dicha localidad y la correspondiente al mismo edificio en una localidad de referencia. En este código se ha tomado Madrid como localidad de referencia, siendo, por tanto, su severidad climática la unidad. Se define una severidad climática para verano y otra para invierno.

TRANSMITANCIA TÉRMICA

Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

UNIDAD DE USO

Edificio o parte de él destinada a un uso específico, en la que sus usuarios están vinculados entre sí bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación; o bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. Se consideran unidades de uso diferentes entre otras, las siguientes:

En edificios de vivienda, cada una de las viviendas.

En hospitales, hoteles, residencias, etc., cada habitación incluidos sus anexos.

En edificios docentes, cada aula, laboratorio, etc.

ZONA CLIMÁTICA

Conjunto del territorio en el que puede considerarse una misma condición climática para el cálculo de la limitación de la demanda energética. Se definen 12 zonas climáticas en función de las severidades climáticas de invierno (A, B, C, D, E) y verano (1, 2, 3, 4) de la localidad en cuestión. Se excluyen las combinaciones imposibles para el clima español.



AHORRO DE ENERGÍA

Residencial vivienda

Anejo HE 1 V1: Valores de cálculo de los materiales de construcción

VALORES DE CÁLCULO

Al contrario que la antigua NBE CT 79, el CTE no incluye una lista de conductividades de materiales y sistemas de construcción; además, han cambiado las normas de ensayo para su obtención, por lo que tampoco pueden aceptarse directamente los valores recogidos en aquella, aunque las diferencias no afectan sensiblemente al resultado final. Para salvar este escollo, se entiende que sí es posible ampararse en los valores empleados por el programa informático LIDER, en tanto éste es un Documento Reconocido, por lo que cabe entender que los valores que emplea para el cálculo han de tener validez en el ámbito de aplicación de la HE 1. En las listas reproducida a continuación se recogen los valores de características físicas necesarias para los cálculos estipulados por el código, los cuales se han tomado de la biblioteca de datos del programa LIDER.

RESISTENCIA TÉRMICA DE LOS ELEMENTOS MÁS USUALES

Componente constructivo (1)	Resistencia térmica (espesor m) m ² K/W		Componente constructivo (1)	Resistencia térmica (espesor m) m ² K/W	
Aislantes (2)			Marcos de carpinterías (3)		
Poliestireno expandido de 22 kg/m ³	(0,04)	1,08	Ordinario de acero o aluminio	-	0,005
Poliestireno expandido de 10 kg/m ³	(0,04)	0,87	Metálico, puente roto de 4 a 12 mm	-	0,08
Poliestireno extrusionado	(0,04)	1,10	Metálico, puente roto, más de 12 mm	-	0,14
Poliuretano in situ (espuma)	(0,04)	1,70	Madera densa	-	0,23
Lana de roca (manta)	(0,04)	1,00	Madera ligera	-	0,33
Vidrio celular (panel)	(0,04)	0,80	PVC de dos cámaras	-	0,28
			PVC de tres cámaras	-	0,39
Aire			Acristalados (4)		
Superficie exterior	-	0,04	Sencillo, de 4 a 6 mm	-	0,004
Superficie interior, vertical	-	0,13	Sencillo, de 8 a 12 mm	-	0,008
Superficie interior horizontal, inferior	-	0,10	Doble, de 4+6+4 a 6+6+6 mm	-	0,13
Superficie interior horizontal, superior	-	0,17	Doble, de 4+12+4 a 6+12+6 mm	-	0,18
Cámara de aire sin ventilar	(≥0,01)	0,15			
Cámara de aire ligeramente ventilada	(≥0,01)	0,07			
Acabados			Fábricas		
Enfoscado de cemento	(0,01)	0,01	Ladrillo hueco sencillo	(0,04)	0,09
Enlucido de yeso	(0,01)	0,02	Tabicón hueco doble	(0,07)	0,19
Tablero de cartón yeso	(0,01)	0,04	Medio pie hueco doble	(0,11)	0,24
Tablero de madera	(0,01)	0,06	Medio pie de ladrillo perforado	(0,11)	0,17
Piedra ligera	(0,02)	0,02	Un pie de ladrillo perforado	(0,23)	0,35
Piedra densa	(0,02)	0,01	Bloque de hormigón normal	(0,20)	0,22
			Bloque de arcilla aligerada	(0,14)	0,32
Solados			Bloque de arcilla aligerada	(0,19)	0,44
Terrazo sobre recrecido	(0,07)	0,10	Muro de hormigón	(0,24)	0,12
Cerámico o gres pegado	(0,02)	0,02			
Parquet de madera pegado	(0,01)	0,06	Forjados		
Recrecido de mortero	(0,05)	0,13	Losa de hormigón, vigas planas	(0,20)	0,10
Parquet de madera machihembrada	(0,03)	0,18	Unidireccional, bovedilla cerámica	(0,25)	0,28
			Unidireccional, bovedilla de hormigón	(0,30)	0,21
Cubierta			Bidireccional, bovedillas cerámicas	(0,30)	0,18
Teja o pizarra	-	0,05	Bidireccional, bovedillas de hormigón	(0,30)	0,15
Tablero de rasillón	(0,04)	0,08	Bidireccional, sin bovedillas	(0,30)	0,07
Renchido de mortero	(0,04)	0,10	Losas alveolares, con losa superior	(0,30)	0,19
Pendienteado de mortero ligero	(0,08)	0,20			
Acabado de grava	(0,06)	0,03			

(1) Los componentes críticos son los aislantes por un lado y los acristalados y marcos por otro. Los demás influyen poco en el resultado, por lo que basta una aproximación grosera. En componentes homogéneos, para otro espesor diferente, la resistencia es directamente proporcional al espesor.

(2) De la mayoría de los aislantes existen variantes de las que el suministrador puede facilitar la conductividad.

(3) De marcos de madera, PVC y de rotura de puente, existen variantes de las que el suministrador suele facilitar la transmitancia completa para el caso de ventana sin persiana en fachadas. En ese caso, como resistencia puede tomarse el inverso de la transmitancia, en W/m²K, menos 0,17.

(4) Vidrio ordinario. Existen variantes de vidrio de baja emisividad, que tienen más resistencia.

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN					
FAMILIA	MATERIAL O SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (kg/m ²)	CALOR ESPECÍFICO	FACTOR DE RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA
Pétreos y suelos	Basalto [2700 < d < 3000]	3,500	2850	1000	10000
	Granito [2500 < d < 2700]	2,800	2600	1000	10000
	Piedra pómez natural [d < 400]	0,120	390	1000	6
	Roca natural porosa [por ejem, Lava] d < 1600	0,550	1500	1000	15
	Traquita, andesita [2000 < d < 2700]	1,100	2350	1000	15
	Arcilla o limo [1200 < d < 1800]	1,500	1500	2100	50
	Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1450	1050	50
	Arenisca [2200 < d < 2600]	3,000	2400	1000	50
	Asperón [1900 < d < 2500]	1,800	2200	1000	40
	Asperón [1300 < d < 1900]	0,900	1600	1000	20
	Caliza, muy dura [2200 < d < 2590]	2,300	2395	1000	200
	Caliza, dura [2000 < d < 2190]	1,700	2095	1000	150
	Caliza, dureza media [1800 < d < 1990]	1,400	1895	1000	40
	Caliza, blanda [1600 < d < 1790]	1,100	1695	1000	25
	Caliza, muy blanda [d < 1590]	0,850	1500	1000	20
	Silex [2600 < d < 2800]	2,600	2700	1000	10000
	Gneis, Pórfido [2300 < d < 2900]	3,500	2600	1000	10000
	Esquisto, Pizarra [2000 < d < 2800]	2,200	2400	1000	800
	Mármol [2600 < d < 2800]	3,500	2700	1000	10000
	Tierra vegetal [d < 2050]	0,520	2000	1840	1
	Piedra artificial	1,300	1700	1000	40
	Tierra apisonada, adobe, bloques de tierra comprimida [1770 < d < 2000]	1,100	1885	1000	1
Metales	Acero	50,000	7800	450	1,00E+30
	Acero Inoxidable	17,000	7900	460	1,00E+30
	Aluminio	230,000	2700	880	1,00E+30
	Aluminio, aleaciones de	160,000	2800	880	1,00E+30
	Bronce	65,000	8700	380	1,00E+30
	Cobre	380,000	8900	380	1,00E+30
	Cromo	93,700	7160	449	1,00E+30
	Estaño	66,600	7310	227	1,00E+30
	Hierro	72,000	7870	450	1,00E+30
	Hierro, fundición	50,000	7500	450	1,00E+30
	Latón	120,000	8400	380	1,00E+30
	Níquel	90,700	8900	444	1,00E+30
	Plomo	35,000	11300	130	1,00E+30
	Titanio	21,900	4500	522	1,00E+30
	Zinc	110,000	7200	380	1,00E+30
Maderas	Frondosa, muy pesada [d > 870]	0,290	900	1600	50
	Frondosa, pesada 750 < d < 870	0,230	775	1600	50
	Frondosa, de peso medio 565 < d < 750	0,180	660	1600	50
	Frondosa, ligera 435 < d < 565	0,150	500	1600	50
	Frondosa, muy ligera 200 < d < 435	0,130	320	1600	50
	Conífera, muy pesada d > 610	0,230	620	1600	20
	Conífera, pesada 520 < d < 610	0,180	570	1600	20
	Conífera, de peso medio 435 < d < 520	0,150	480	1600	20
	Conífera, ligera d < 435	0,130	430	1600	20
	Balsa d < 200	0,057	180	1600	20
	Tablero contrachapado 700 < d < 900	0,240	800	1600	110
	Tablero contrachapado 600 < d < 750	0,210	675	1600	110
	Tablero contrachapado 500 < d < 600	0,170	550	1600	90
	Tablero contrachapado 450 < d < 500	0,150	475	1600	70
	Tablero contrachapado 350 < d < 450	0,130	400	1600	70
	Tablero contrachapado 250 < d < 350	0,110	300	1600	50
	Tablero contrachapado d < 250	0,090	200	1600	50
	Tablero de partículas 640 < d < 820	0,180	730	1700	20
	Tablero de partículas 450 < d < 640	0,150	545	1700	20

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN					
FAMILIA	MATERIAL O SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (kg/m ²)	CALOR ESPECÍFICO	FACTOR DE RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA
Maderas	Tablero de partículas 270 < d < 450	0,130	360	1700	20
	Tablero de partículas 180 < d < 270	0,100	225	1700	20
	Tablero de partículas con cemento d < 1200	0,230	1200	1500	30
	Tableros de fibras, incluyendo MDF 750 < d < 1000	0,200	875	1700	20
	Tableros de fibras, incluyendo MDF 550 < d < 750	0,180	650	1700	20
	Tableros de fibras, incluyendo MDF 350 < d < 550	0,140	450	1700	12
	Tableros de fibras, incluyendo MDF 200 < d < 350	0,100	275	1700	6
	Tableros de fibras, incluyendo MDF d < 200	0,070	180	1700	2
	Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 450 < d < 550	0,150	500	1700	12
	Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 350 < d < 450	0,120	400	1700	5
	Paneles de fibras con conglomerante hidráulico 250 < d < 350	0,100	300	1700	5
	Tablero de virutas orientadas [OSB] d < 650	0,130	600	1700	30
	Corcho Comprimido	0,100	450	1560	5
	Corcho Expandido puro 100 < d < 150	0,049	125	1560	5
	Corcho Expandido con resinas sintéticas 150 < d < 250	0,055	200	1560	5
	Corcho Expandido con resinas sintéticas 100 < d < 150	0,049	125	1560	5
	Placas de corcho	0,065	450	1500	20
Hormigón	Hormigón con armado transversal al espesor d > 2500	2,500	2600	1000	80
	Hormigón con armado transversal al espesor 2300 < d < 2500	2,300	2400	1000	80
	Hormigón en masa, o sin armado transversal 2300 < d < 2600	2,000	2450	1000	80
	Hormigón en masa o sin armado transversal 2000 < d < 2300	1,650	2150	1000	70
	Hormigón con áridos ligeros 1800 < d < 2000	1,350	1900	1000	60
	Hormigón con áridos ligeros 1600 < d < 1800	1,150	1700	1000	60
	Teja de hormigón	1,500	2100	1000	60
Morteros	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d > 2000	1,800	2100	1000	10
	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	1,300	1900	1000	10
	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1600 < d < 1800	1,000	1525	1000	10
	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	0,800	1525	1000	10
	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1250 < d < 1450	0,700	1350	1000	10
	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0,550	1125	1000	10
	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 750 < d < 1000	0,400	875	1000	10
	Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 500 < d < 750	0,300	625	1000	10
	Mortero de áridos ligeros [vermiculita, perlita]	0,410	900	1000	10
	Mortero de yeso	0,800	1500	1000	6
Yesos	Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	0,250	825	1000	4
	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	825	1000	4
	Placas de yeso armado con fibras minerales 800 < d < 1000	0,250	900	1000	4
Enlucidos	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150	1000	6
	Enlucido de yeso d < 1000	0,400	900	1000	6
	Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900	0,300	750	1000	6
	Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600	0,180	550	1000	6
Plásticos	Acrílicos	0,200	1050	1500	10000
	Cloruro de polivinilo [PVC]	0,170	1390	900	50000
	Linóleo	0,170	1200	1400	800
	Poliacetato	0,300	1410	1400	100000
	Poliamida [nylon] [PA]	0,250	1150	1600	50000
	Poliamida 6,6 [PA6,6] 25%fibra vidrio	0,300	1450	1600	50000
	Policarbonatos [PC]	0,200	1200	1200	5000
	Poliestireno [PS]	0,160	1050	1300	100000
	Poliétileno alta DENSIDAD (Kg/m2) [HDPE]	0,500	980	1800	100000
	Poliétileno baja DENSIDAD (Kg/m2) [LDPE]	0,330	920	2200	100000
	Polimetilmetacrilato [PMMA]	0,180	1180	1500	50000
	Polipropileno [PP]	0,220	910	1800	10000

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN					
FAMILIA	MATERIAL O SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (kg/m ²)	CALOR ESPECÍFICO	FACTOR DE RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA
Plásticos	Polipropileno 25%fibra vidrio	0,250	1200	1800	10000
	Poliuretano [PU]	0,250	1200	1800	6000
	Resina epoxi	0,200	1200	1400	10000
	Resina fenólica	0,300	1300	1700	100000
	Resina poliéster no saturado [UP]	0,190	1400	1200	10000
	Teja plástico	0,200	1000	1000	10000
Cauchos	Butadieno	0,250	980	1000	100000
	Butilo, [isobuteno], compacto/colado en caliente	0,240	1200	1400	200000
	Caucho celular	0,060	70	1500	7000
	Caucho natural	0,130	910	1100	10000
	Caucho rígido [ebonita], sólido	0,170	1200	1400	1,00E+30
	Etileno propileno dieno monómero [EPDM]	0,250	1150	1000	6000
	Neopreno [policloropreno]	0,230	1240	2140	10000
	Poliisobutileno	0,200	930	1100	10000
	Polisulfuro	0,400	1700	1000	10000
Sellantes	Cloruro de polivinilo [PVC] + 40% plastificante	0,140	1200	1000	100000
	Espuma de polietileno	0,050	70	2300	100
	Espuma de poliuretano [PU]	0,050	70	1500	60
	Espuma de silicona	0,120	750	1000	10000
	Espuma elastomérica- flexible	0,050	70	1500	10000
	Sílica gel [desecante]	0,130	720	1000	1,00E+30
	Silicona masilla	0,500	1450	1000	5000
	Silicona pura	0,350	1200	1000	5000
	Uretano o poliuretano [rotura de puente térmico]	0,210	1300	1800	60
Bituminosos	Asfalto	0,700	2100	1000	50000
	Asfalto arenoso	0,150	2100	1000	50000
	Betún puro	0,170	1050	1000	50000
	Betún fieltro o lámina	0,230	1100	1000	50000
Textiles	Subcapa, fieltro	0,050	120	1300	15
	Subcapa, lana	0,060	200	1300	15
	Moquetas, revestimientos textiles	0,060	200	1300	5
Cerámicos	Azulejo cerámico	1,300	2300	840	1,00E+30
	Plaqueta o baldosa cerámica	1,000	2000	800	30
	Plaqueta o baldosa de gres	2,300	2500	1000	30
	Teja de arcilla cocida	1,000	2000	800	30
	Teja cerámica- porcelana	1,300	2300	840	30
Vidrios	Sodocálcico [inc, Vidrio flotado]	1,000	2500	750	1,00E+30
	Cuarzo	1,400	2200	750	1,00E+30
	Vidrio prensado	1,200	2000	750	1,00E+30
Aislantes	EPS Poliestireno Expandido [0,029 W/[mK]]	0,029	30	1000	20
	EPS Poliestireno Expandido [0,037 W/[mK]]	0,038	22	1000	20
	EPS Poliestireno Expandido [0,046 W/[mK]]	0,046	10	1000	20
	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0,034	37,5	1000	100
	XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC	0,025	37,5	1000	100
	MW Lana mineral [0,031 W/[mK]]	0,031	40	1000	1
	MW Lana mineral [0,04 W/[mK]]	0,041	40	1000	1
	MW Lana mineral [0,05 W/[mK]]	0,050	40	1000	1
	PUR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [0,028 W/[mK]]	0,028	45	1000	60
	PUR Proyección con CO2 celda cerrada [0,032 W/[mK]]	0,032	50	1000	100
	PUR Proyección con CO2 celda cerrada [0,035 W/[mK]]	0,035	50	1000	100
	PUR Plancha con HFC o Pentano y rev, permeable gases [0,027 W/[mK]]	0,027	45	1000	60
	PUR Plancha con HFC o Pentano y rev, permeable a gases [0,03 W/[mK]]	0,030	45	1000	60
	PUR Plancha con HFC o Pentano y rev, impermeable a gases [0,025 W/[mK]]	0,025	45	1000	1,00E+30
	PUR Inyección en tabiquería con dióxido de carbono CO2	0,040	17,5	1000	20
	Arcilla Expandida [árido suelto]	0,148	537,5	1000	1
	Panel de perlita expandida [EPB] [>80%]	0,062	190	1000	5
	Panel de vidrio celular [CG]	0,050	125	1000	1,00E+30

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN					
FAMILIA	MATERIAL O SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (kg/m ²)	CALOR ESPECÍFICO	FACTOR DE RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA
Fábricas de ladrillo	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60 mm]	0,444	1000	1000	10
	Tabicón de LH doble, tabicón [60 mm < E < 90 mm]	0,375	930	1000	10
	Tabicón de LH triple, medio pie, [100 mm < E < 110 mm]	0,434	920	1000	10
	Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 mm < E < 60 mm]	0,222	670	1000	10
	Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E < 90 mm	0,182	630	1000	10
	Tabicón de LH triple Gran Formato 100 mm < E < 110 mm	0,208	620	1000	10
	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60 mm	0,694	1140	1000	10
	1/2 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm	0,595	1020	1000	10
	1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm< G < 100 mm	0,543	900	1000	10
	1 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60 mm	0,743	1220	1000	10
	1 pie LP métrico o catalán 60 mm< G < 80 mm	0,634	1150	1000	10
	1 pie LP métrico o catalán 80 mm< G < 100 mm	0,553	1000	1000	10
	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50 mm	1,042	2170	1000	10
	1 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50 mm	1,529	2140	1000	10
Fábricas de bloque cerámico de arcilla aligerada	BC con mortero convencional espesor 140 mm	0,438	1170	1000	10
	BC con mortero convencional espesor 190 mm	0,432	1080	1000	10
	BC con mortero convencional espesor 240 mm	0,421	1090	1000	10
	BC con mortero convencional espesor 290 mm	0,426	1080	1000	10
	BC con mortero aislante espesor 140 mm	0,318	1020	1000	10
	BC con mortero aislante espesor 190 mm	0,302	910	1000	10
	BC con mortero aislante espesor 240 mm	0,296	920	1000	10
	BC con mortero aislante espesor 290 mm	0,296	910	1000	10
Fábricas de bloque de hormigón convencional	BH convencional espesor 100 mm	0,625	1210	1000	10
	BH convencional espesor 150 mm	0,789	1040	1000	10
	BH convencional espesor 200 mm	0,909	860	1000	10
	BH convencional espesor 250 mm	1,000	685	1000	10
	BH convencional espesor 300 mm	1,154	585	1000	10
Fábricas de bloque de hormigón aligerado	BH aligerado macizo espesor 200 mm	0,286	840	1000	6
	BH aligerado macizo espesor 250 mm	0,301	850	1000	6
	BH aligerado macizo espesor 300 mm	0,316	860	1000	6
	BH aligerado macizo - muro de carga- espesor 300 mm	0,309	940	1000	6
	BH aligerado hueco espesor 250 mm	0,472	760	1000	6
	BH aligerado hueco espesor 300 mm	0,455	1050	1000	6
	BH aligerado hueco - muro de carga- espesor 300 mm	0,448	1130	1000	6
Forjados unidireccionales	FU Entrevigado cerámico - Canto 250 mm	0,893	1220	1000	10
	FU Entrevigado cerámico - Canto 300 mm	0,938	1110	1000	10
	FU Entrevigado cerámico - Canto 350 mm	1,000	1030	1000	10
	FU Entrevigado de hormigón - Canto 250 mm	1,316	1330	1000	80
	FU Entrevigado de hormigón - Canto 300 mm	1,429	1240	1000	80
	FU Entrevigado de hormigón - Canto 350 mm	1,522	1180	1000	80
	FU Entrevigado de hormigón aligerado - Canto 250 mm	1,064	1180	1000	6
	FU Entrevigado de hormigón aligerado - Canto 300 mm	1,154	1090	1000	7
	FU Entrevigado de hormigón aligerado - Canto 350 mm	1,207	1035	1000	8
	FU Entrevigado de hormigón aligerado - Canto 400 mm	1,356	985	1000	9
	FU Entrevigado de EPS mecanizado enrasado - Canto 250 mm	0,266	800	1000	60
	FU Entrevigado de EPS mecanizado enrasado - Canto 300 mm	0,256	750	1000	60
	FU Entrevigado de EPS mecanizado enrasado - Canto 350 mm	0,255	700	1000	60
	FU Entrevigado de EPS moldeado enrasado - Canto 250 mm	0,313	790	1000	60
	FU Entrevigado de EPS moldeado enrasado - Canto 300 mm	0,341	740	1000	60
	FU Entrevigado de EPS moldeado enrasado - Canto 350 mm	0,368	690	1000	60
	FU Entrevigado de EPS moldeado descolgado - Canto 250 mm	0,176	710	1000	60
	FU Entrevigado de EPS moldeado descolgado - Canto 300 mm	0,200	670	1000	60
	FU Entrevigado de EPS moldeado descolgado - Canto 350 mm	0,223	640	1000	60
Forjados reticulares	FR FR Entrevigado cerámico - Canto 250 mm	1,667	1660	1000	10
	FR Entrevigado cerámico - Canto 300 mm	1,667	1580	1000	10
	FR Entrevigado cerámico - Canto 350 mm	1,750	1520	1000	10
	FR Entrevigado de hormigón - Canto 250 mm	1,923	1740	1000	10
	FR Entrevigado de hormigón - Canto 300 mm	2,000	1670	1000	10
	FR Entrevigado de hormigón - Canto 350 mm	1,944	1610	1000	10
	FR Entrevigado de hormigón - Canto 400 mm	2,000	1570	1000	10
	FR Entrevigado de hormigón - Canto 450 mm	2,045	1540	1000	10

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN					
FAMILIA	MATERIAL O SISTEMA CONSTRUCTIVO	CONDUCTIVIDAD (W/mK)	DENSIDAD (kg/m ²)	CALOR ESPECÍFICO	FACTOR DE RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA
Forjados reticulares	FR Entrevigado de hormigón aligerado - Canto 250 mm	1,786	1645	1000	6
	FR Entrevigado de hormigón aligerado - Canto 300 mm	1,875	1570	1000	6
	FR Entrevigado de hormigón aligerado - Canto 350 mm	1,842	1515	1000	6
	FR Entrevigado de hormigón aligerado - Canto 400 mm	1,905	1480	1000	6
	FR Entrevigado de hormigón aligerado - Canto 450 mm	1,957	1455	1000	6
	FR Entrevigado de EPS mecanizado enrasado - Canto 300 mm	1,304	1470	1000	60
	FR Entrevigado de EPS mecanizado enrasado - Canto 350 mm	1,296	1420	1000	60
	FR Entrevigado de EPS mecanizado enrasado - Canto 400 mm	1,333	1390	1000	60
	FR Entrevigado de EPS mecanizado enrasado - Canto 450 mm	1,324	1360	1000	60
	FR Entrevigado de EPS moldeado enrasado - Canto 300 mm	1,364	1460	1000	60
	FR Entrevigado de EPS moldeado enrasado - Canto 350 mm	1,400	1420	1000	60
	FR Entrevigado de EPS moldeado enrasado - Canto 400 mm	1,379	1380	1000	60
	FR Entrevigado de EPS moldeado enrasado - Canto 450 mm	1,406	1360	1000	60
	FR Entrevigado de EPS moldeado descolgado - Canto 300 mm	0,357	1330	1000	60
	FR Entrevigado de EPS moldeado descolgado - Canto 350 mm	0,402	1310	1000	60
	FR Entrevigado de EPS moldeado descolgado - Canto 400 mm	0,440	1290	1000	60
	FR Entrevigado de EPS moldeado descolgado - Canto 450 mm	0,479	1280	1000	60
	FR Sin Entrevigado - Canto 250 mm	4,167	2350	1000	80
	FR Sin Entrevigado - Canto 300 mm	4,286	2350	1000	80
	FR Sin Entrevigado - Canto 350 mm	4,375	2350	1000	80
Losas alveolares	Sin capa de compresión - Canto 400 mm	1,818	1180	1000	80
	Sin capa de compresión - Canto 500 mm	2,000	1120	1000	80
	Con capa de compresión - Canto 200 mm	1,429	1810	1000	80
	Sin capa de compresión - Canto 200 mm	1,429	1410	1000	80
	Sin capa de compresión - Canto 250 mm	1,563	1380	1000	80
	Sin capa de compresión - Canto 300 mm	1,579	1290	1000	80
	Sin capa de compresión - Canto 350 mm	1,667	1180	1000	80
Losas alveolares	Con capa de compresión - Canto 250 mm	1,563	1580	1000	80
	Con capa de compresión - Canto 300 mm	1,579	1530	1000	80
	Con capa de compresión - Canto 350 mm	1,667	1440	1000	80
	Con capa de compresión - Canto 400 mm	1,818	1320	1000	80
	Con capa de compresión - Canto 500 mm	2,000	1300	1000	80

CÁMARAS DE AIRE			
TIPO	ESPESOR	RESISTENCIA m ² K/W	FACTOR DE RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA
sin ventilar horizontal	1 cm	0,15	1
	2 cm	0,16	1
	5 cm	0,16	1
	10 cm	0,18	1
sin ventilar vertical	1 cm	0,15	1
	2 cm	0,17	1
	5 cm	0,18	1
	10 cm	0,19	1
ligeramente ventilada horizontal	1 cm	0,075	1
	2 cm	0,08	1
	5 cm	0,08	1
	10 cm	0,09	1
ligeramente ventilada vertical	1 cm	0,075	1
	2 cm	0,085	1
	5 cm	0,09	1
	10 cm	0,095	1

ACRISTALAMIENTOS

Nomenclatura: los acristalados simples se notan por su espesor en mm; los dobles, por el espesor de ambas hojas de vidrio, intercalando el espesor de la cámara de aire, también en mm; los vidrios de seguridad formados por dos hojas unidas por butiral se nombran con dos dígitos indicativos de los espesores de las hojas, seguidos de una notación (1 ó 1a), según su espesor (1 sólo rige para los de 3+3 mm).

Así:

4-6-4: dos hojas de 4mm con cámara de aire de 6 mm.

4-6-33.1: una hoja de 4mm y una de seguridad formada a su vez por dos hojas de 3 mm, más una cámara de 6 mm.

TIPO	ESPESOR (mm)	TRANSMITANCIA (W/m ² K)	
		según posición	
		horizontal	vertical
Monolíticos	"33,1"	6,8	5,6
	"33,1a"	6,8	5,6
	"4"	6,9	5,7
	"44,1a"	6,7	5,6
	"55,1a"	6,6	5,5
	"6"	6,8	5,7
	"66,1a"	6,5	5,4
Dobles	"4-6-33,1"	3,6	3,2
	"4-6-4"	3,6	3,3
	"4-6-44,1a"	3,6	3,2
	"4-6-55,1a"	3,5	3,2
	"4-6-6"	3,6	3,3
	"4-6-66,1a"	3,5	3,2
	"4-9-33,1"	3,4	3
	"4-9-4"	3,4	3
	"4-9-44,1a"	3,4	3
	"4-9-55,1a"	3,4	2,9
	"4-9-6"	3,4	3
	"4-9-66,1a"	3,3	2,9
	"4-12-33,1"	3,4	2,8
	"4-12-4"	3,4	2,8
	"4-12-44,1a"	3,3	2,8
	"4-12-55,1a"	3,3	2,8
	"4-12-6"	3,4	2,8
	"4-12-66,1a"	3,3	2,8
	"4-15-33,1"	3,3	2,7
	"4-15-4"	3,4	2,7
	"4-15-44,1a"	3,3	2,7
	"4-15-55,1a"	3,3	2,7
	"4-15-6"	3,4	2,7
	"4-15-66,1a"	3,3	2,7
	"4-20-33,1"	3,3	2,7
	"4-20-4"	3,3	2,7
	"4-20-44,1a"	3,3	2,7
	"4-20-55,1a"	3,3	2,7
	"4-20-6"	3,3	2,7
	"4-20-66,1a"	3,2	2,7
Dobles bajo emisivos 0,1-0,2	"4-6-33,1"	2,9	2,7
	"4-6-4"	3	2,7
	"4-6-44,1a"	2,9	2,7
	"4-6-55,1a"	2,9	2,7
	"4-6-6"	2,9	2,7
	"4-6-66,1a"	2,9	2,6
	"4-9-33,1"	2,6	2,3
	"4-9-4"	2,7	2,3
	"4-9-44,1a"	2,6	2,3
	"4-9-55,1a"	2,6	2,2
	"4-9-6"	2,7	2,3
	"4-9-66,1a"	2,6	2,2
	"4-12-33,1"	2,6	2

TIPO	ESPESOR (mm)	TRANSMITANCIA (W/m ² K)	
		según posición	
		horizontal	vertical
Dobles bajo emisivos 0,1-0,2	"4-12-4"	2,6	2
	"4-12-44,1a"	2,6	2
	"4-12-55,1a"	2,6	2
	"4-12-6"	2,6	2
	"4-12-66,1a"	2,5	2
	"4-15-33,1"	2,5	1,8
	"4-15-4"	2,6	1,8
	"4-15-44,1a"	2,5	1,8
	"4-15-55,1a"	2,5	1,8
	"4-15-6"	2,6	1,8
	"4-15-66,1a"	2,5	1,8
	"4-20-33,1"	2,5	1,8
	"4-20-4"	2,5	1,8
	"4-20-44,1a"	2,5	1,8
	"4-20-55,1a"	2,5	1,8
	"4-20-6"	2,5	1,8
	"4-20-66,1a"	2,5	1,8
Dobles bajo emisivos 0,03-0,1	"4-6-33,1"	2,8	2,5
	"4-6-4"	2,8	2,6
	"4-6-44,1a"	2,7	2,5
	"4-6-55,1a"	2,7	2,5
	"4-6-6"	2,8	2,6
	"4-6-66,1a"	2,7	2,5
	"4-9-33,1"	2,4	2,1
	"4-9-4"	2,5	2,1
	"4-9-44,1a"	2,4	2,1
	"4-9-55,1a"	2,4	2,1
	"4-9-6"	2,5	2,1
	"4-9-66,1a"	2,4	2,1
	"4-12-33,1"	2,4	1,8
	"4-12-4"	2,4	1,8
	"4-12-44,1a"	2,4	1,8
	"4-12-55,1a"	2,4	1,8
	"4-12-6"	2,4	1,8
	"4-12-66,1a"	2,4	1,8
	"4-15-33,1"	2,3	1,6
	"4-15-4"	2,4	1,6
	"4-15-44,1a"	2,3	1,6
	"4-15-55,1a"	2,3	1,6
	"4-15-6"	2,4	1,6
	"4-15-66,1a"	2,3	1,6
	"4-20-33,1"	2,3	1,6
	"4-20-4"	2,3	1,6
	"4-20-44,1a"	2,3	1,6
	"4-20-55,1a"	2,3	1,6
	"4-20-6"	2,3	1,6
	"4-20-66,1a"	2,3	1,6
Dobles bajo emisivos <0,03	"4-6-33,1"	2,6	2,4
	"4-6-4"	2,6	2,5
	"4-6-44,1a"	2,6	2,4
	"4-6-55,1a"	2,6	2,4
	"4-6-6"	2,6	2,4
	"4-6-66,1a"	2,6	2,4
	"4-9-33,1"	2,3	1,9
	"4-9-4"	2,3	1,9
	"4-9-44,1a"	2,3	1,9
	"4-9-55,1a"	2,3	1,9
	"4-9-6"	2,3	1,9
	"4-9-66,1a"	2,3	1,9
	"4-12-33,1"	2,2	1,6

TIPO	ESPESOR (mm)	TRANSMITANCIA (W/m ² K)	
		según posición	
		horizontal	vertical
Dobles bajo emisivos <0,03	"4-12-4"	2,2	1,6
	"4-12-44,1a"	2,2	1,6
	"4-12-55,1a"	2,2	1,6
	"4-12-6"	2,2	1,6
	"4-12-66,1a"	2,2	1,6
	"4-15-33,1"	2,2	1,4
	"4-15-4"	2,2	1,4
	"4-15-44,1a"	2,2	1,4
	"4-15-55,1a"	2,2	1,4
	"4-15-6"	2,2	1,4
	"4-15-66,1a"	2,1	1,4
	"4-20-33,1"	2,1	1,4
	"4-20-4"	2,1	1,4
	"4-20-44,1a"	2,1	1,4
	"4-20-55,1a"	2,1	1,4
	"4-20-6"	2,1	1,4
	"4-20-66,1a"	2,1	1,4

MARCOS					
MATERIAL	TIPO	ANCHURA (m) (W/m ² K)	TRANSMITANCIA		ABSORTIVIDAD
			vertical	horizontal	
PVC	dos cámaras tres cámaras	0,1	2,2 1,8	2,4 1,9	0,7
Madera	madera de densidad media alta madera de densidad media baja		2,2 2	2,4 2,1	
Metálicos	normal sin rotura de puente térmico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm con rotura de puente térmico mayor de 12 mm		5,7 4 3,2	7,2 4,5 3,5	



AHORRO DE ENERGÍA

Residencial vivienda

Anejo HE 1 V2:

Fichas justificativas para incluir en el proyecto básico

En las páginas siguientes se ofrecen modelos de fichas, que el proyectista deberá ajustar a su caso concreto, para incorporar en el proyecto básico. Se ha preparado un modelo para cada Zona Climática.

Ficha justificativa de los niveles de exigencia

PROYECTO BÁSICO
Zona Climática
A3

1. Fachadas *	Límite W/m²K
1.1 Para cada orientación por separado	
Transmitancia media (entre parte ciega y puentes integrados)	
Orientación <i>Sur</i>	0,94
Orientación <i>Este</i>	0,94
Orientación <i>Oeste</i>	0,94
Orientación <i>Norte</i>	0,94
Transmitancia máxima (en cualquier zona de parte ciega):	1,22
Huecos de fachadas	
Transmitancia media (entre cerco y acristalado): % de superficie	
Orientación <i>Sur</i>	25%...5,70
Orientación <i>Este</i>	25%...5,50
Orientación <i>Oeste</i>	25%...5,50
Orientación <i>Norte</i>	25%...4,10
Transmitancia máxima (de un cerco o de un acristalado)	...5,70
2. Cubiertas	
Transmitancia media (parte ciega, lucernarios y puentes integrados):...	...0,50
Transmitancia máxima (en parte ciega):	...0,65
3. Suelos (soleras y forjados sanitarios)	
Transmitancia media (parte ciega, y puentes integrados):	0,53
Transmitancia máxima (en cualquier zona de parte ciega):	0,69
Transmitancia local (primer metro de solera de planta baja):	1,22
4. Otros	
Particiones contra espacios no habitables:	1,22
Separación entre viviendas y zonas comunes:	1,20
Medianería contra otro edificio existente:	1,00
Primer metro de muros en contacto con el terreno:	1,22
Cerramientos en contacto con el terreno (promedio)	1,22

Condensaciones

superficiales: transmitancia máxima en puentes integrados	2,00
intersticiales:	membrana de vapor

Permeabilidad al aire de carpinterías: 50 m³/h m², clase 1UNE 1026

* o cualquier otra solución que, en cada orientación, de lugar a una transmisión no superior.

NOTAS: Los textos y valores en cursiva deben sustituirse por los adecuados al caso, o eliminarse por no procedentes.

En general los paños de fachada suelen poderse clasificar en cuatro orientaciones. Si es preciso deben considerarse hasta seis.

En zona A, el límite de los huecos, según el porcentaje de superficie de fachada de cada orientación, es:

% de superficie	<i>S, SE, SO</i>	<i>E, O</i>	<i>N</i>
< 10	5,7	5,7	5,7
11 a 20	5,7	5,7	4,7
21 a 30	5,7	5,5	4,1
31 a 40	5,7*	5,2*	3,8
41 a 50	5,7**	5,0**	3,5

* En la zona A4, debe añadirse la nota de que los huecos llevan oscurecimiento por el exterior.

** En la zona A3, debe añadirse la misma nota.

Ficha justificativa de los niveles de exigencia

PROYECTO BÁSICO
Zona Climática
B3

1. Fachadas *

Límite W/m²K

1.1 Para cada orientación por separado

Transmitancia media (entre parte ciega y puentes integrados)

Orientación	<i>Sur</i>	0,82
Orientación	<i>Este</i>	0,82
Orientación	<i>Oeste</i>	0,82
Orientación	<i>Norte</i>	0,82

Transmitancia máxima (en cualquier zona de parte ciega):1,07

Huecos de fachadas

Transmitancia media (entre cerco y acristalado): % de superficie

Orientación	<i>Sur</i>	25%...5,70
Orientación	<i>Este</i>	25%...4,30
Orientación	<i>Oeste</i>	25%...4,30
Orientación	<i>Norte</i>	25%...3,30

Transmitancia máxima (de un cerco o de un acristalado) ...5,70

2. Cubiertas

Transmitancia media (parte ciega, lucernarios y puentes integrados):0,45

Transmitancia máxima (en parte ciega):0,59

3. Suelos (soleras y forjados sanitarios)

Transmitancia media (parte ciega, y puentes integrados):0,52

Transmitancia máxima (en cualquier zona de parte ciega):0,68

Transmitancia local (primer metro de solera de planta baja):1,07

4. Otros

Particiones contra espacios no habitables:1,07

Separación entre viviendas y zonas comunes:1,20

Medianería contra otro edificio existente:1,00

Primer metro de muros en contacto con el terreno:1,07

Cerramientos en contacto con el terreno (promedio)1,07

Condensaciones

superficiales: transmitancia máxima en puentes integrados1,90

intersticiales:membrana de vapor

Permeabilidad al aire de carpinterías:

 50 m³/h m², clase 1UNE 1026

* o cualquier otra solución que, en cada orientación, de lugar a una transmisión no superior.

NOTAS: Los textos y valores en cursiva deben sustituirse por los adecuados al caso, o eliminarse por no procedentes.

En general los paños de fachada suelen poderse clasificar en cuatro orientaciones. Si es preciso deben considerarse hasta seis.

En zona B, el límite de los huecos, según el porcentaje de superficie de fachada de cada orientación, es:

% de superficie	<i>S, SE, SO</i>	<i>E, O</i>	<i>N</i>
< 10	5,7	5,7	5,4
11 a 20	5,7	4,9	3,8
21 a 30	5,7	4,3	3,3
31 a 40	5,6*	4,0*	3,0
41 a 50	5,4**	3,7**	2,8

* En la zona B4, debe añadirse la nota de que los huecos llevan oscurecimiento por el exterior.

** En la zona B3, debe añadirse la misma nota.

Ficha justificativa de los niveles de exigencia

PROYECTO BÁSICO
Zona Climática
C3

1. Fachadas *	Límite W/m²K
1.1 Para cada orientación por separado	
Transmitancia media (entre parte ciega y puentes integrados)	
Orientación <i>Sur</i>	0,73
Orientación <i>Este</i>	0,73
Orientación <i>Oeste</i>	0,73
Orientación <i>Norte</i>	0,73
Transmitancia máxima (en cualquier zona de parte ciega):	0,95
Huecos de fachadas	
Transmitancia media (entre cerco y acristalado): % de superficie	
Orientación <i>Sur</i>	25%...4,30
Orientación <i>Este</i>	25%...3,30
Orientación <i>Oeste</i>	25%...3,30
Orientación <i>Norte</i>	25%...2,90
Transmitancia máxima (de un cerco o de un acristalado)	...4,40
2. Cubiertas	
Transmitancia media (parte ciega, lucernarios y puentes integrados):	0,41
Transmitancia máxima (en parte ciega):	0,53
3. Suelos (soleras y forjados sanitarios)	
Transmitancia media (parte ciega, y puentes integrados):	0,50
Transmitancia máxima (en cualquier zona de parte ciega):	0,65
<i>Transmitancia local (primer metro de solera de planta baja):</i>	0,95
4. Otros	
Particiones contra espacios no habitables:	0,95
Separación entre viviendas y zonas comunes:	1,20
<i>Medianería contra otro edificio existente:</i>	1,00
<i>Primer metro de muros en contacto con el terreno:</i>	0,95
<i>Cerramientos en contacto con el terreno (promedio)</i>	0,95

Condensaciones

superficiales: transmitancia máxima en puentes integrados	1,70
intersticiales:	membrana de vapor

Permeabilidad al aire de carpinterías: 27 m³/h m², clase 1UNE 1026

* o cualquier otra solución que, en cada orientación, de lugar a una transmisión no superior.

NOTAS: Los textos y valores en cursiva deben sustituirse por los adecuados al caso, o eliminarse por no procedentes.

En general los paños de fachada suelen poderse clasificar en cuatro orientaciones. Si es preciso deben considerarse hasta seis.

En zona C, el límite de los huecos, según el porcentaje de superficie de fachada de cada orientación, es:

% de superficie	<i>S, SE, SO</i>	<i>E, O</i>	<i>N</i>
< 10	4,4	4,4	4,4
11 a 20	4,4	3,9	3,4
21 a 30	4,3	3,3	2,9
31 a 40	3,9*	3,0*	2,6
41 a 50	3,6**	2,8**	2,4

* En la zona C4, debe añadirse la nota de que los huecos llevan oscurecimiento por el exterior.

** En la zona C3, debe añadirse la misma nota.

Ficha justificativa de los niveles de exigencia

PROYECTO BÁSICO
Zona Climática
D3

1. Fachadas *

Límite W/m²K

1.1 Para cada orientación por separado

Transmitancia media (entre parte ciega y puentes integrados)

Orientación	<i>Sur</i>	0,66
Orientación	<i>Este</i>	0,66
Orientación	<i>Oeste</i>	0,66
Orientación	<i>Norte</i>	0,66
Transmitancia máxima (en cualquier zona de parte ciega):		0,86

Huecos de fachadas

Transmitancia media (entre cerco y acristalado): % de superficie

Orientación	<i>Sur</i>	25%...3,50
Orientación	<i>Este</i>	25%...2,90
Orientación	<i>Oeste</i>	25%...2,90
Orientación	<i>Norte</i>	25%...2,50
Transmitancia máxima (de un cerco o de un acristalado)		...3,50

2. Cubiertas

Transmitancia media (parte ciega, lucernarios y puentes integrados):0,38

Transmitancia máxima (en parte ciega):0,49

3. Suelos (soleras y forjados sanitarios)

Transmitancia media (parte ciega, y puentes integrados):0,49

Transmitancia máxima (en cualquier zona de parte ciega):0,64

Transmitancia local (primer metro de solera de planta baja):0,86

4. Otros

Particiones contra espacios no habitables:0,86

Separación entre viviendas y zonas comunes:1,20

Medianería contra otro edificio existente:1,00

Primer metro de muros en contacto con el terreno:0,86

Cerramientos en contacto con el terreno (promedio)0,86

Condensaciones

superficiales: transmitancia máxima en puentes integrados1,50

intersticiales:membrana de vapor

Permeabilidad al aire de carpinterías:

 27 m³/h m², clase 1UNE 1026

* o cualquier otra solución que, en cada orientación, de lugar a una transmisión no superior.

NOTAS: Los textos y valores en cursiva deben sustituirse por los adecuados al caso, o eliminarse por no procedentes.

En general los paños de fachada suelen poderse clasificar en cuatro orientaciones. Si es preciso deben considerarse hasta seis.

En zona D, el límite de los huecos, según el porcentaje de superficie de fachada de cada orientación, es:

% de superficie	<i>S, SE, SO</i>	<i>E, O</i>	<i>N</i>
< 10	3,5	3,5	3,5
11 a 20	3,5	3,5	3,0
21 a 30	3,5	2,9	2,5
31 a 40	3,4	2,6	2,2
41 a 50	3,2 *	2,5 *	2,1

* En la zona D3, debe añadirse la nota de que los huecos llevan oscurecimiento por el exterior.

Ficha justificativa de los niveles de exigencia

PROYECTO BÁSICO
Zona Climática
E1

1. Fachadas *	Límite W/m²K
1.1 Para cada orientación por separado	
Transmitancia media (entre parte ciega y puentes integrados)	
Orientación <i>Sur</i>	0,57
Orientación <i>Este</i>	0,57
Orientación <i>Oeste</i>	0,57
Orientación <i>Norte</i>	0,57
Transmitancia máxima (en cualquier zona de parte ciega):	0,74
Huecos de fachadas	
Transmitancia media (entre cerco y acristalado): % de superficie	
Orientación <i>Sur</i>	25%...3,10
Orientación <i>Este</i>	25%...3,00
Orientación <i>Oeste</i>	25%...3,00
Orientación <i>Norte</i>	25%...2,60
Transmitancia máxima (de un cerco o de un acristalado)	...3,10
2. Cubiertas	
Transmitancia media (parte ciega, lucernarios y puentes integrados):	0,35
Transmitancia máxima (en parte ciega):	0,46
3. Suelos (soleras y forjados sanitarios)	
Transmitancia media (parte ciega, y puentes integrados):	0,48
Transmitancia máxima (en cualquier zona de parte ciega):	0,62
<i>Transmitancia local (primer metro de solera de planta baja):</i>	0,74
4. Otros	
Particiones contra espacios no habitables:	0,74
Separación entre viviendas y zonas comunes:	1,20
<i>Medianería contra otro edificio existente:</i>	1,00
<i>Primer metro de muros en contacto con el terreno:</i>	0,74
<i>Cerramientos en contacto con el terreno (promedio)</i>	0,74
Condensaciones	
superficiales: transmitancia máxima en puentes integrados	1,40
intersticiales:	membrana de vapor

Permeabilidad al aire de carpinterías: 27 m³/h m², clase 1UNE 1026

* o cualquier otra solución que, en cada orientación, de lugar a una transmisión no superior.

NOTAS: Los textos y valores en cursiva deben sustituirse por los adecuados al caso, o eliminarse por no procedentes.

En general los paños de fachada suelen poderse clasificar en cuatro orientaciones. Si es preciso deben considerarse hasta seis.

En zona E, el límite de los huecos, según el porcentaje de superficie de fachada de cada orientación, es:

% de superficie	<i>S, SE, SO</i>	<i>E, O</i>	<i>N</i>
< 10	3,1	3,1	3,1
11 a 20	3,1	3,1	3,1
21 a 30	3,1	3,0	2,6
31 a 40	3,1	2,7	2,2
41 a 50	3,1	2,4	2,0



AHORRO DE ENERGÍA Residencial vivienda

Anejo HE 1V2: Fichas justificativas de la opción simplificada

NOTA: estas fichas están redactadas tomando como base el anejo HE 1H del Código Técnico, las cuales se han mejorado en su estructura y en la notación, para una mejor calidad de lectura y facilidad de cumplimentación.

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA		Zona de baja carga interna		Zona de alta carga interna	
MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipo de elemento (2)		Superficie (3) A (m ²)	Transmitancia U (W/m ² K)	Transmisión A · U	Resultados por orientación (4)
N (1)					$\sum A =$
					$\sum A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \sum A \cdot U / \sum A =$
E					$\sum A =$
					$\sum A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \sum A \cdot U / \sum A =$
O					$\sum A =$
					$\sum A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \sum A \cdot U / \sum A =$
S					$\sum A =$
					$\sum A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \sum A \cdot U / \sum A =$
SE					$\sum A =$
					$\sum A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \sum A \cdot U / \sum A =$
SO					$\sum A =$
					$\sum A \cdot U =$
					$U_{Mm} = \sum A \cdot U / \sum A =$
C-TER					$\sum A =$
					$\sum A \cdot U =$
					$U_{Tm} = \sum A \cdot U / \sum A =$
SUELOS (U_{Sm})					
Tipo de elemento (5)		Superficie A (m ²)	Transmitancia U (W/m ² K)	Transmisión A · U	Resultado
					$\sum A =$
					$\sum A \cdot U =$
					$U_{Sm} = \sum A \cdot U / \sum A =$
CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm}, F_{Lm})					
Tipos de cubierta		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A · U (W/°K)	Resultados
					$\sum A =$
					$\sum A \cdot U =$
					$U_{Cm} = \sum A \cdot U / \sum A =$
Tipos de lucernario					
Tipos de lucernario		A (m ²)	F	A · F (m ²)	Resultados
					$\sum A =$
					$\sum A \cdot F =$
					$F_{Hm} = \sum A \cdot F / \sum A =$

(1) Se dispondrán las orientaciones que sean necesarias para dar cuenta de todas las fachadas, de entre N, S, E, O, SE y SO. Si hay locales habitables con cerramientos contra el terreno o con techos enterrados, se dispondrá aparte.

(2) Se anotará la denominación de la composición, por ejemplo: *sección tipo*, o *punto de ventana*, usando tantas líneas como sea necesario

(3) La superficie se medirá por el interior, descontando gruesos de piso, separaciones entre locales, etc

(4) La transmitancia media es el cociente de transmisión total a superficie total.

(5) Debe indicarse si se trata de forjados sanitarios, suelos contra el aire, contra terreno o contra locales no habitables, como trasteros o garajes.

(6) Se anotará la denominación del elemento: cubierta, lucernario o puente térmico en cubierta.

ZONA CLIMÁTICA		Zona de baja carga interna	Zona de alta carga interna				
HUECOS (U_{Hm}) y (F_{Hm})							
Tipo de elemento		Superficie A (m^2)	Transmitancia U ($W/m^2 K$)	Transmisión A · U	Resultados por orientación y de factor solar modificado		
N					$\Sigma A =$		
					$\Sigma A \cdot U =$		
					$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$		
Tipos		A (m^2)	U	F	A · U	A · F (m^2)	Resultados
E							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
O							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
S							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
SE							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$
SO							$\Sigma A =$
							$\Sigma A \cdot U =$
							$\Sigma A \cdot F =$
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

(1) Se dispondrán las que sean necesarias para dar cuenta de todas las fachadas, de entre N, S, E, O, SE y SO.

(2) En las orientaciones que no son Norte, si hay requisito de factor solar modificado F se anotarán en líneas adicionales, las correspondientes a este parámetro. Si la ventana dispone un sistema de oscurecimiento al exterior, se podrá anotar directamente que F medio es cero.

NOTA: La transmitancia de las fachadas, cubiertas, huecos de fachada y forjados sobre aire exterior, se puede obtener en las tablas del texto. La de lucernarios se puede obtener a partir de las reglas dadas en ese apartado.

Para la de puentes, forjados sanitarios, soleras y forjados sobre locales no habitables, si poseen el grado de aislamiento definido en las tablas de solución directa se pueden tomar los valores límite exigidos.

FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA

Zona de baja carga interna

Zona de alta carga interna

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\max(\text{proyecto})}^{(1)}$	$U_{\max}^{(2)}$
Muros de fachada		
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno		
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		
Suelos		
Cubiertas		
Vidrios de huecos y lucernarios		
Marcos de huecos y lucernarios		
Medianerías		
Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾		

MUROS DE FACHADA		HUECOS			
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$		$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$
N					
E					
O					
S					
SE					
O					

CERR. CONTACTO TERRENO		SUELOS		CUBIERTAS		LUCERNARIOS	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$	F_{Lm}	F_{Llim}

- (1) $U_{\max(\text{proyecto})}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.
- (2) $U_{\max}$ 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, $U_{\max(\text{proyecto})}$ de particiones interiores que limiten viviendas 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.

FICHA 3 CONFORMIDAD - Condensaciones

CONDENSACIONES SUPERFICIALES EN PUENTES TÉRMICOS INTEGRADOS	Transmitancia de proyecto	Transmitancia máxima ⁽¹⁾
Tipo de puente		

- (1) La transmitancia máxima es la definida en el apartado de puentes.

CONDENSACIONES INTERSTICIALES ⁽¹⁾								
Tipo de cerramiento	$P_n \leq P_{\text{sat},n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
	$P_{\text{sat},n}$							
	P_n							
	$P_{\text{sat},n}$							
	P_n							
	$P_{\text{sat},n}$							
	P_n							

- (1) Sólo en los casos en que no se disponga barrera de vapor.

Anejo HE 1E:

Cálculo de los parámetros característicos de la demanda

E.1 Transmitancia térmica

E.1.1 Cerramientos en contacto con el aire exterior

- Este cálculo es aplicable a la parte opaca de todos los *cerramientos* en contacto con el aire exterior tales como muros de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior. De la misma forma se calcularán los puentes térmicos integrados en los citados cerramientos cuya superficie sea superior a 0,5 m², despreciándose en este caso los efectos multidimensionales del flujo de calor.

- La transmitancia térmica U (W/m²K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (E.1)$$

siendo

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo [m² K / W].

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

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad (E.2)$$

siendo

$R_1, R_2 \dots R_n$ las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión (E.3) [m² K/W];

R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m² K/W].

- En caso de un componente constituido por capas homogéneas y heterogéneas la resistencia térmica total R_T debe calcularse mediante el procedimiento descrito en el apéndice F.
- La resistencia térmica de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad (E.3)$$

siendo

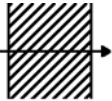
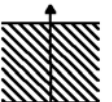
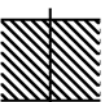
e el espesor de la capa [m].

En caso de una capa de espesor variable se considerará el espesor medio.

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/m K].

Tabla E.1

Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m²K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente		0,04	0,17

- 6 Las cámaras de aire pueden ser consideradas por su resistencia térmica, para ello se considerarán:
- cámara de aire sin ventilar: aquella en la que no existe ningún sistema específico para el flujo del aire a través de ella. Una cámara de aire que no tenga aislamiento entre ella y el ambiente exterior pero con pequeñas aberturas al exterior puede también considerarse como cámara de aire sin ventilar, si esas aberturas no permiten el flujo de aire a través de la cámara y no exceden:
 - 500 mm² por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;
 - 500 mm² por m² de superficie para cámaras de aire horizontales.

La resistencia térmica de las cámaras de aire sin ventilar viene definida en la tabla E.2 en función de su espesor. Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal. Los valores son aplicables cuando la cámara:

- esté limitada por dos superficies paralelas entre sí y perpendiculares a la dirección del flujo de calor y cuyas emisividades sean superiores a 0,8;
- tengan un espesor menor a 0,1 veces cada una de las otras dos dimensiones y no mayor a 0,3 m;
- no tenga intercambio de aire con el ambiente interior.

Tabla E.2 Resistencias térmicas de cámaras de aire en m² K/W

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Para un cálculo más detallado se considera válido el procedimiento descrito en el apartado B.2 de la norma UNE EN ISO 6 946:1997.

- cámara de aire ligeramente ventilada: aquella en la que no existe un dispositivo para el flujo de aire limitado a través de ella desde el ambiente exterior pero con aberturas dentro de los siguientes rangos:
 - 500 mm² < S_{aberturas} ≤ 1500 mm² por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;
 - 500 mm² < S_{aberturas} ≤ 1500 mm² por m² de superficie para cámaras de aire horizontales.

La resistencia térmica de una cámara de aire ligeramente ventilada es la mitad de los valores de la tabla E.2.
 - cámara de aire muy ventilada: aquella en que los valores de las aberturas exceden:
 - 1500 mm² por m de longitud contado horizontalmente para cámaras de aire verticales;
 - 1500 mm² por m² de superficie para cámaras de aire horizontales.
- 7 Para cámaras de aire muy ventiladas, la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y las de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento.
- 8 La transmitancia térmica U_{MD} (W/m²K) de las medianerías se calculará como un cerramiento en contacto con el exterior pero considerando las resistencias superficiales como interiores.

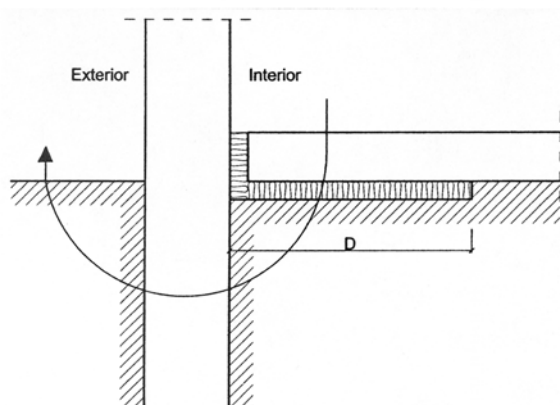
E.1.2 Cerramientos en contacto con el terreno

E.1.2.1 Suelos en contacto con el terreno

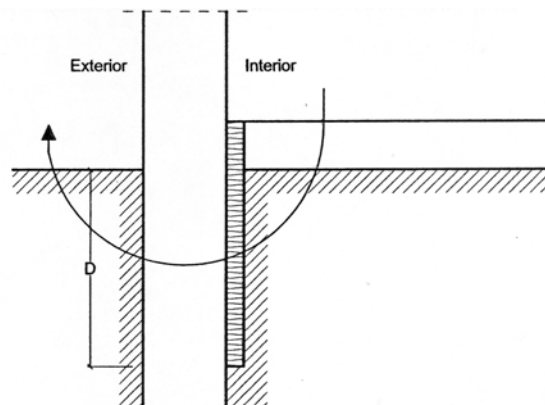
- 1 Para el cálculo de la transmitancia U_S (W/m²K) se consideran en este apartado:
- CASO 1 soleras o losas apoyadas sobre el nivel del terreno o como máximo 0,50 m por debajo de éste;
- CASO 2 soleras o losas a una profundidad superior a 0,5 m respecto al nivel del terreno.

CASO 1

- La transmitancia térmica U_S (W/m²K) se obtendrá de la tabla E.3 en función del ancho D de la banda de aislamiento perimétrico, de la resistencia térmica del aislante R_a calculada mediante la expresión (E.3) y la longitud característica B' de la solera o losa.
- Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.



Banda de aislamiento horizontal



Banda de aislamiento vertical

Figura E.1. Soleras con aislamiento perimetral

- 3 Se define la longitud característica B' como el cociente entre la superficie del suelo y la longitud de su semiperímetro, según la expresión:

$$B' = \frac{A}{\frac{1}{2}P} \quad (E.4)$$

siendo

P la longitud del perímetro de la solera [m];
A el área de la solera [m²].

- 4 Para soleras o losas sin aislamiento térmico, la transmitancia térmica U_s se tomará de la columna $R_a = 0$ m² K/ W en función de su longitud característica B' .
5 Para soleras o losas con aislamiento continuo en toda su superficie se tomarán los valores de la columna $D \geq 1,5$ m.
6 La transmitancia térmica del primer metro de losa o solera se obtendrá de la fila $B' = 1$.

Tabla E.3 Transmitancia térmica U_s en W/m² K

R_a B'	$D = 0.5$ m R_a (m ² K/W)						$D = 1.0$ m R_a (m ² K/W)					$D \geq 1.5$ m R_a (m ² K/W)				
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
1	2,35	1,57	1,30	1,16	1,07	1,01	1,39	1,01	0,80	0,66	0,57	-	-	-	-	-
5	0,85	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,65	0,58	0,54	0,51	0,49	0,64	0,55	0,50	0,47	0,44
6	0,74	0,61	0,57	0,54	0,53	0,52	0,58	0,52	0,48	0,46	0,44	0,57	0,50	0,45	0,43	0,41
7	0,66	0,55	0,51	0,49	0,48	0,47	0,53	0,47	0,44	0,42	0,41	0,51	0,45	0,42	0,39	0,37
8	0,60	0,50	0,47	0,45	0,44	0,43	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,47	0,42	0,38	0,36	0,35
9	0,55	0,46	0,43	0,42	0,41	0,40	0,44	0,40	0,38	0,36	0,35	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33
10	0,51	0,43	0,40	0,39	0,38	0,37	0,41	0,37	0,35	0,34	0,33	0,40	0,36	0,34	0,32	0,31
12	0,44	0,38	0,36	0,34	0,34	0,33	0,36	0,33	0,31	0,30	0,29	0,36	0,32	0,30	0,28	0,27
14	0,39	0,34	0,32	0,31	0,30	0,30	0,32	0,30	0,28	0,27	0,27	0,32	0,29	0,27	0,26	0,25
16	0,35	0,31	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,29	0,26	0,25	0,24	0,23
18	0,32	0,28	0,27	0,26	0,25	0,25	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,24	0,23	0,22	0,21
≥ 20	0,30	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,25	0,23	0,22	0,21	0,21	0,25	0,22	0,21	0,20	0,20

- 6 Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U_s podrá utilizarse la metodología descrita en la norma UNE EN ISO 13 370:1999.

CASO 2

- 1 La transmitancia térmica U_s (W/m^2K) se obtendrá de la tabla E.4 en función de la profundidad z de la solera o losa respecto al nivel del terreno, de su resistencia térmica R_f calculada mediante la expresión (E.2), despreciando las resistencias térmicas superficiales, y la longitud característica B' calculada mediante la expresión (E.4).
- 2 Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

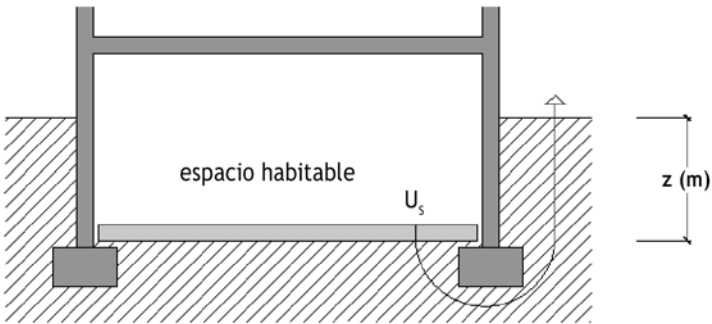


Figura E.2. Solera enterrada

- 3 La transmitancia térmica para el primer metro del muro enterrado se obtendrá de la columna $z=1m$.

Tabla E.4 Transmitancia térmica U_s en $W/ m^2 K$

B'	0.5 m < z ≤ 1.0 m Rf (m² K/W)				1.0 m < z ≤ 2.0 m Rf (m² K/W)				2.0 m < z ≤ 3.0 m Rf (m² K/W)				z > 3.0 m Rf (m² K/W)			
	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50	0,00	0,50	1,00	1,50
5	0,64	0,52	0,44	0,39	0,54	0,45	0,40	0,36	0,42	0,37	0,34	0,31	0,35	0,32	0,29	0,27
6	0,57	0,46	0,40	0,35	0,48	0,41	0,36	0,33	0,38	0,34	0,31	0,28	0,32	0,29	0,27	0,25
7	0,52	0,42	0,37	0,33	0,44	0,38	0,33	0,30	0,35	0,31	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,24
8	0,47	0,39	0,34	0,30	0,40	0,35	0,31	0,28	0,33	0,29	0,27	0,25	0,28	0,26	0,24	0,22
9	0,43	0,36	0,32	0,28	0,37	0,32	0,29	0,26	0,30	0,27	0,25	0,23	0,26	0,24	0,22	0,21
10	0,40	0,34	0,30	0,27	0,35	0,30	0,27	0,25	0,29	0,26	0,24	0,22	0,25	0,23	0,21	0,20
12	0,36	0,30	0,27	0,24	0,31	0,27	0,24	0,22	0,26	0,23	0,21	0,20	0,22	0,21	0,19	0,18
14	0,32	0,27	0,24	0,22	0,28	0,25	0,22	0,20	0,23	0,21	0,20	0,18	0,20	0,19	0,18	0,17
16	0,29	0,25	0,22	0,20	0,25	0,23	0,20	0,19	0,21	0,20	0,18	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16
18	0,26	0,23	0,20	0,19	0,23	0,21	0,19	0,18	0,20	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16	0,15	0,15
≥20	0,24	0,21	0,19	0,17	0,22	0,19	0,18	0,16	0,18	0,17	0,16	0,15	0,16	0,15	0,14	0,14

Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U_s podrá utilizarse la metodología descrita en la norma UNE EN ISO 13 370:1999.

E.1.2.2Muros en contacto con el terreno

- 1 La transmitancia térmica U_T (W/m^2K) de los muros o pantallas en contacto con el terreno se obtendrá de la tabla E.5 en función de su profundidad z , y de la resistencia térmica del muro R_m calculada mediante la expresión (E.2) despreciando las resistencias térmicas superficiales.
- 2 Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

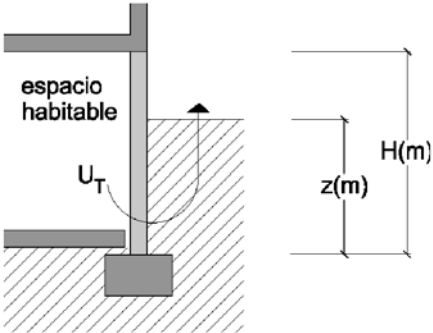


Figura E.3 Muro en contacto con el terreno

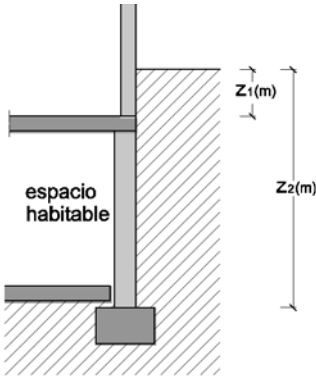


Figura E.4 Muro enterrado

Tabla E.5 Transmitancia térmica de muros enterrados U_T en $W/m^2 K$

R_m ($m^2 K/W$)	Profundidad z de la parte enterrada del muro (m)					
	0,5	1	2	3	4	≥ 6
0,00	3,05	2,20	1,48	1,15	0,95	0,71
0,50	1,17	0,99	0,77	0,64	0,55	0,44
1,00	0,74	0,65	0,54	0,47	0,42	0,34
1,50	0,54	0,49	0,42	0,37	0,34	0,28
2,00	0,42	0,39	0,35	0,31	0,28	0,24

- 3 En el caso de muros cuya composición varíe con la profundidad, como muestra la figura E.4, la transmitancia térmica U_T se obtendrá de la expresión:

$$U_T = \frac{U_1 \cdot z_1 + U_2 \cdot z_2 - U_{12} \cdot z_1}{z_2} \quad (E.5)$$

siendo

z_1 y z_2 la profundidad del primer y el segundo tramo respectivamente [m].

U_1 la transmitancia térmica del primer tramo del muro, obtenida de la tabla E.5 para una profundidad $z = z_1$ y una resistencia térmica $R_m = R_1$ [$W/m^2 K$];

U_2 la transmitancia térmica obtenida de la tabla E.5 de un muro hipotético de profundidad $z = z_2$ y resistencia térmica $R_m = R_2$ [$W/m^2 K$];

U_{12} la transmitancia térmica obtenida de la tabla E.5 de un muro hipotético de profundidad $z = z_1$ y resistencia térmica $R_m = R_2$ [$W/m^2 K$];

- 4 Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U_T podrá utilizarse la metodología descrita en la norma UNE EN ISO 13 370:1999.

E.1.2.3 Cubiertas enterradas

- 1 La transmitancia térmica U_T ($W/m^2 K$) de las cubiertas enterradas se obtendrá mediante procedimiento descrito en el apartado E.1.1, considerando el terreno como otra capa térmicamente homogénea de conductividad $\lambda = 2 W/mK$.

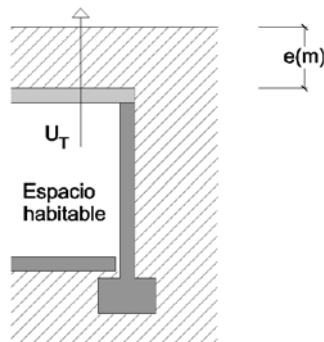


Figura E.5 Cubierta enterrada

E.1.3 Particiones interiores en contacto con espacios no habitables

- 1 Para el cálculo de la transmitancia U ($W/m^2 K$) se consideran en este apartado el caso de cualquier *partición interior* en contacto con un *espacio no habitable* que a su vez esté en contacto con el exterior.

E.1.3.1 Particiones interiores (excepto suelos en contacto con cámaras sanitarias)

- 1 Se excluyen de este apartado los vacíos o cámaras sanitarias.
- 2 La transmitancia térmica U ($W/m^2 K$) viene dada por la siguiente expresión:

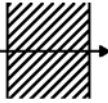
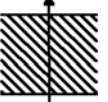
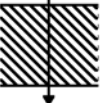
$$U = U_p \cdot b \quad (E.6)$$

siendo

U_p la transmitancia térmica de la *partición interior* en contacto con el *espacio no habitable*, calculada según el apartado E.1.1, tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla E.6. [$W/m^2 K$];

b el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al *espacio no habitable*) obtenido por la tabla E.6 para los casos concretos que se citan o mediante el procedimiento descrito.

Tabla E.6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m²K/W

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor		R _{se}	R _{si}
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente		0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente		0,17	0,17

- 3 El coeficiente de reducción de temperatura *b* para espacios adyacentes *no habitables* (trasteros, despensas, garajes adyacentes...) y espacios no acondicionados bajo cubierta inclinada se podrá obtener de la tabla E.7 en función de la situación del aislamiento térmico (véase figura E.6), del grado de ventilación del espacio y de la relación de áreas entre la *partición interior* y el *cerramiento* (*A_{iu}* / *A_{ue}*). Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.
- 4 Se distinguen dos grados de ventilación en función del nivel de estanqueidad del espacio definido en la tabla E.8:
CASO 1 espacio ligeramente ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 1, 2 ó 3;
CASO 2 espacio muy ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 4 ó 5.

Tabla E.7 Coeficiente de reducción de temperatura *b*

<i>A_{iu}</i> / <i>A_{ue}</i>	No aislado _{ue} - Aislado _{iu}		No aislado _{ue} -No aislado _{iu}		Aislado _{iu} -No aislado _{iu}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0.25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0.25 ≤0.50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0.50 ≤0.75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0.75 ≤1.00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1.00 ≤1.25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1.25 ≤2.00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2.00 ≤2.50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2.50 ≤3.00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3.00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

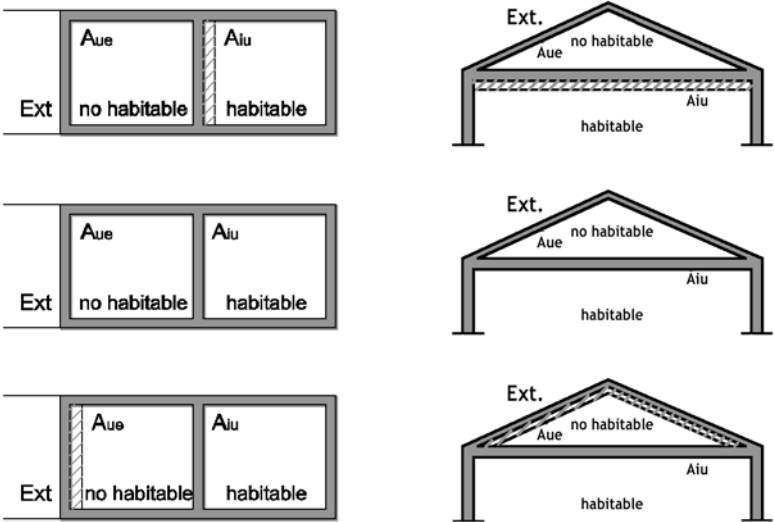


Figura E.6 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

NOTA: El subíndice *ue* se refiere al cerramiento entre el *espacio no habitable* y el exterior;
El subíndice *iu* se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable.

- 5 El coeficiente de reducción de temperatura b , para el resto de *espacios no habitables*, se define mediante la siguiente expresión:

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad (E.7)$$

siendo

H_{ue} es el coeficiente de pérdida del *espacio no habitable* hacia el exterior [W/m];

H_{iu} es el coeficiente de pérdida del *espacio habitable* hacia el *espacio no habitable* [W/m].

- 6 Los coeficientes H_{ue} y H_{iu} incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire. Se calculan mediante las fórmulas siguientes:

$$H_{ue} = \sum U_{ue} A_{ue} + 0,34 Q_{ue} \quad (E.8)$$

$$H_{iu} = \sum U_{iu} A_{iu} + 0,34 Q_{iu} \quad (E.9)$$

siendo

U_{ue} la transmitancia térmica del cerramiento del *espacio no habitable* en contacto con el ambiente exterior, calculado mediante la expresión (E.1) si está en contacto con el aire o mediante la metodología descrita en el apartado E.1.2 si está en contacto con el terreno [W/m²K];

U_{iu} la transmitancia térmica del cerramiento del *espacio habitable* en contacto con el *no habitable* calculado mediante la expresión (E.1) [W/m²K];

A_{ue} el área del cerramiento del *espacio no habitable* en contacto con el ambiente exterior;

A_{iu} el área del cerramiento del *espacio habitable* en contacto con el *no habitable*;

Q_{ue} el caudal de aire entre el exterior y el *espacio no habitable* [m³/h];

Q_{iu} el caudal de aire entre el *espacio no habitable* y el *espacio habitable* [m³/h].

- 7 Para el cálculo del caudal de aire Q_{ue} se utilizarán los valores del apartado 2 de la Sección HS3 del DB "Salubridad". En ausencia de datos podrán utilizar los valores de renovaciones hora (h⁻¹) contenidos en la tabla E.8 multiplicados por el volumen del *espacio no habitable*.

Tabla E.8 Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior (h⁻¹)

	Nivel de estanqueidad	h ⁻¹
1	Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación	0
2	Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación	0,5
3	Todos los componentes bien sellados, pequeñas aberturas de ventilación	1
4	Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes	5
5	Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas	10

- 8 Alternativamente, para un cálculo más detallado de la transmitancia térmica U podrá utilizarse la metodología descrita en la norma UNE EN ISO 13 789:2001.

E.1.3.2 Suelos en contacto con cámaras sanitarias

- 1 Este apartado es aplicable para cámaras de aire ventiladas por el exterior que cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:
- que tengan una altura h inferior o igual a 1 m;
 - que tengan una profundidad z respecto al nivel del terreno inferior o igual a 0,5 m.
- 2 En caso de no cumplirse la condición a), pero sí la b), la transmitancia del cerramiento en contacto con la cámara se calculará mediante el procedimiento descrito en el apartado E.1.1
- 3 En caso de no cumplirse la condición b), la transmitancia del cerramiento se calculará mediante la definición general del coeficiente b descrito en el apartado E.1.3.1.

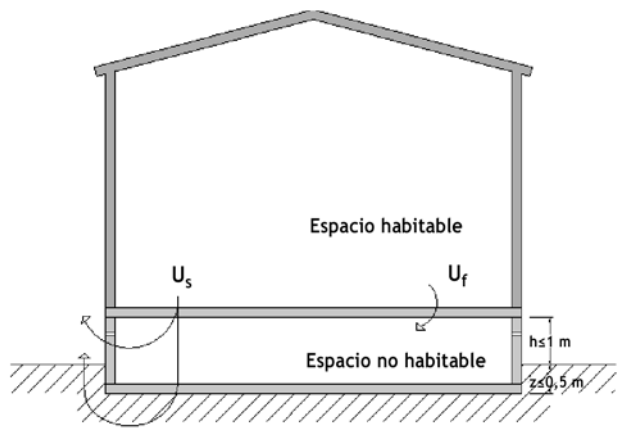


Figura 3.8. Cámaras sanitarias

- 4 La transmitancia térmica del suelo sanitario U_s viene dada por la tabla E.9, en función longitud característica B' del suelo en contacto con la cámara y su resistencia térmica R_f calculada mediante la expresión (E.2) despreciando las resistencias térmicas superficiales.
- 5 Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

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

- 6 Alternativamente, para un cálculo más detallado podrá utilizarse el método descrito en el apartado 10 de la norma UNE EN ISO 13 370.

E.1.4 Huecos y lucernarios

E.1.4.1 Transmitancia térmica de huecos

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

$$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$$
 (E.10)

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, o puerta [$W/m^2 K$];
- FM la fracción del hueco ocupada por el marco.

- 2 En ausencia de datos, la transmitancia térmica de la parte semitransparente $U_{H,v}$ podrá obtenerse según según la norma UNE EN ISO 10 077-1:2001.

E.2 Factor solar modificado de huecos y lucernarios

El factor solar modificado en el hueco F_H o en el lucernario F_L se determinará utilizando la siguiente expresión:

$$F = F_s \cdot \left[(1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha \right] \quad (E.11)$$

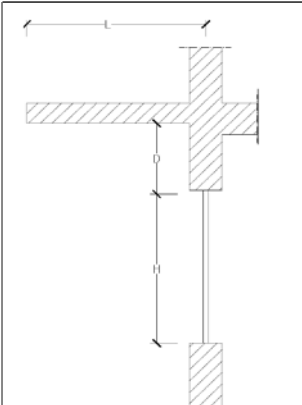
siendo

- F_s el factor de sombra del hueco o lucernario obtenido de las tablas E.11 a E.15 en función del dispositivo de sombra o mediante simulación. En caso de que no se justifique adecuadamente el valor de F_s se debe considerar igual a la unidad;
- FM la fracción del hueco ocupada por el marco en el caso de ventanas o la fracción de parte maciza en el caso de puertas;
- $g_{\perp}$ el factor solar de la parte semitransparente del hueco o lucernario a incidencia normal. El factor solar puede ser obtenido por el método descrito en la norma UNE EN 410:1998;
- U_m la transmitancia térmica del marco del hueco o lucernario [$W / m^2 K$];
- α la absorptividad del marco obtenida de la tabla E.10 en función de su color.

Tabla E.10 Absorptividad 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	---

Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo

	ORIENTACIONES DE FACHADAS		$0,2 < L/H \leq 0,5$	$0,5 < L/H \leq 1$	$1 < L/H \leq 2$	$L/H > 2$
S		$0 < D/H \leq 0,2$	0,82	0,50	0,28	0,16
		$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,87	0,64	0,39	0,22
		$D/H > 0,5$	0,93	0,82	0,60	0,39
SE/SO		$0 < D/H \leq 0,2$	0,90	0,71	0,43	0,16
		$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,94	0,82	0,60	0,27
		$D/H > 0,5$	0,98	0,93	0,84	0,65
E/O		$0 < D/H \leq 0,2$	0,92	0,77	0,55	0,22
		$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,96	0,86	0,70	0,43
		$D/H > 0,5$	0,99	0,96	0,89	0,75

NOTA: En caso de que exista un retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento.

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo

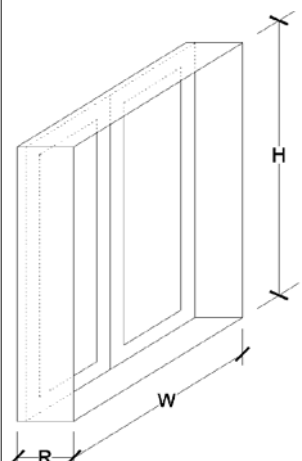
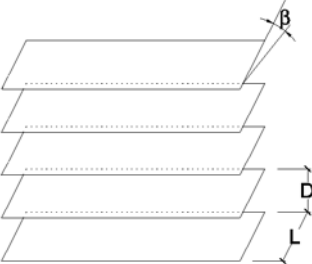
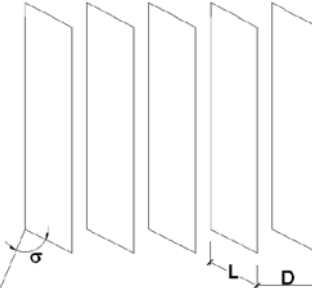
	ORIENTACIONES DE FACHADAS		$0,05 < R/W \leq 0,1$	$0,1 < R/W \leq 0,2$	$0,2 < R/W \leq 0,5$	$R/W > 0,5$
S		$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,82	0,74	0,62	0,39
		$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,76	0,67	0,56	0,35
		$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,56	0,51	0,39	0,27
		$R/H > 0,5$	0,35	0,32	0,27	0,17
SE/SO		$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,86	0,81	0,72	0,51
		$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,79	0,74	0,66	0,47
		$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,59	0,56	0,47	0,36
		$R/H > 0,5$	0,38	0,36	0,32	0,23
E/O		$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,91	0,87	0,81	0,65
		$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,86	0,82	0,76	0,61
		$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,71	0,68	0,61	0,51
		$R/H > 0,5$	0,53	0,51	0,48	0,39

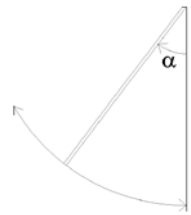
Tabla E.13 Factor de sombra para obstáculos de fachada: lamas

LAMAS HORIZONTALES 			ÁNGULO DE INCLINACIÓN (b)			
			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		

LAMAS VERTICALES 			ANGULO DE INCLINACIÓN (σ)						
			-60	-45	-30	0	30	45	60
	ORIENTACIÓN	SUR	0,37	0,44	0,49	0,53	0,47	0,41	0,32
		SURESTE	0,46	0,53	0,56	0,56	0,47	0,40	0,30
		ESTE	0,39	0,47	0,54	0,63	0,55	0,45	0,32
		OESTE	0,44	0,52	0,58	0,63	0,50	0,41	0,29
SUROESTE		0,38	0,44	0,50	0,56	0,53	0,48	0,38	

NOTAS Los valores de factor de sombra que se indican en estas tablas han sido calculados para una relación D/L igual o inferior a 1. El ángulo σ debe ser medido desde la normal a la fachada hacia el plano de las lamas, considerándose positivo en dirección horaria.

Tabla E.14 Factor de sombra para obstáculos de fachada: toldos

	CASO A	Tejido opacos $\tau=0$		Tejidos translúcidos $\tau=0,2$	
	α	SE/S/SO	E/O	SE/S/SO	E/O
	30	0,02	0,04	0,22	0,24
	45	0,05	0,08	0,25	0,28
	60	0,22	0,28	0,42	0,48

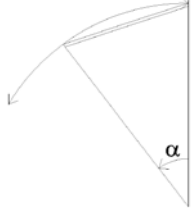
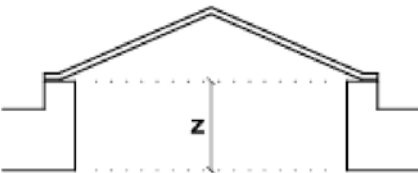
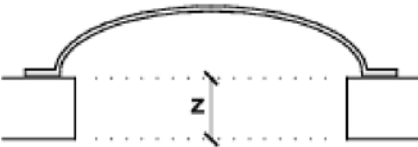
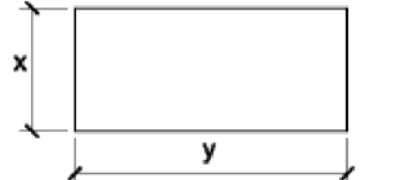
	CASO B	Tejido opacos $\tau=0$			Tejidos translúcidos $\tau=0,2$		
	α	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O
	30	0,43	0,61	0,67	0,63	0,81	0,87
	45	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50	0,60
	60	0,14	0,39	0,28	0,34	0,42	0,48

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	0,44
		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

NOTAS Los valores de factor de sombra que se indican en esta tabla son válidos para lucernarios sensiblemente horizontales. En caso de lucernarios de planta elíptica o circular podrán tomarse como dimensiones características equivalentes los ejes mayor y menor o el diámetro.

Anejo HE 1F:

Resistencia térmica total de un elemento de edificación constituido por capas homogéneas y heterogéneas

- 1 La resistencia térmica total R_T , de un elemento constituido por capas térmicamente homogéneas y heterogéneas paralelas a la superficie, es la media aritmética de los valores límite superior e inferior de la resistencia:

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} \quad (F.1)$$

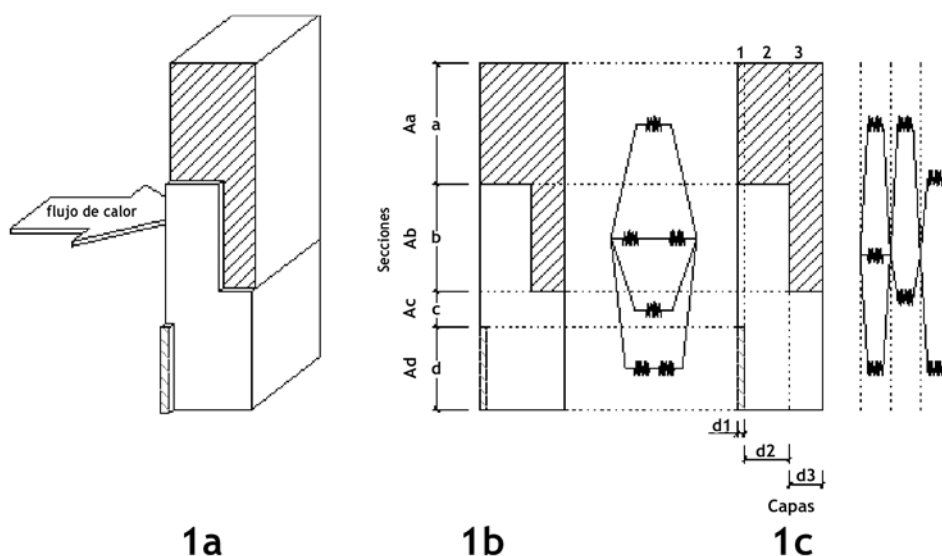
siendo

R'_T el límite superior de la resistencia térmica total calculada mediante el procedimiento descrito en el apartado F.1 [$\text{m}^2 \text{ K/W}$];

R''_T el límite inferior de la resistencia térmica total calculada mediante el procedimiento descrito en el apartado F.2 [$\text{m}^2 \text{ K/W}$].

- 2 Si la proporción entre el límite superior e inferior es mayor de 1,5, se deberán utilizar los métodos descritos en la norma UNE EN ISO 10 211-1: 1995 o UNE EN ISO 10 211-2: 2002.
- 3 Para realizar el cálculo de los valores límite superior e inferior, el elemento se divide en rebanadas horizontales (figura 1b) y verticales (figura 1c) como se muestra en la figura F.1, de tal manera que las capas que se generan sean térmicamente homogéneas.

Figura F.1



- 4 La rebanada horizontal m ($m = a, b, c, \dots, q$) tiene un área fraccional f_m .
- 5 La rebanada vertical j ($j = 1, 2, \dots, n$) tiene un espesor d_j .
- 6 La capa mj tiene una conductividad térmica λ_{mj} , un espesor d_j , un área fraccional f_m y una resistencia térmica R_{mj} .
- 7 El área fraccional de una sección es su proporción del área total. Entonces $f_a + f_b + \dots + f_q = 1$.

F.1 Límite superior de la resistencia térmica total R'_T

- 1 El límite superior de la resistencia térmica total se determina suponiendo que el flujo de calor es unidimensional y perpendicular a las superficies del componente. Viene dado por la siguiente expresión:

$$\frac{1}{R'_T} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{f_q}{R_{Tq}} \quad (F.2)$$

siendo

$R_{Ta}, R_{Tb}, \dots, R_{Tq}$ las resistencias térmicas totales de cada rebanada horizontal, calculada mediante la expresión (E.2) [$\text{m}^2 \text{ K/W}$];

$f_a, f_b, \dots, f_q$ las áreas fraccionales de cada rebanada horizontal.

F.2 Límite inferior de la resistencia térmica total R''_T

- 1 El límite inferior se determina suponiendo que todos los planos paralelos a la superficie del componente son superficies isotermas.
- 2 El cálculo de la resistencia térmica equivalente R_j , para cada rebanada vertical térmicamente heterogénea se realizará utilizando la siguiente expresión:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_q}{R_{qj}} \quad (\text{F.3})$$

siendo

$R_{aj}, R_{bj}, \dots, R_{qj}$ las resistencias térmicas de cada capa de cada rebanada vertical, calculadas mediante la expresión (E.3) [$\text{m}^2 \text{ K/W}$];

$f_a, f_b, \dots, f_q$ las áreas fraccionales de cada rebanada vertical.

- 3 El límite inferior se determina entonces según la siguiente expresión:

$$R''_T = R_{si} + R_{j1} + R_{j2} + \dots + R_{jn} + R_{se} \quad (\text{F.4})$$

siendo

$R_{j1}, R_{j2}, \dots, R_{jn}$ las resistencias térmicas equivalentes de cada rebanada vertical, obtenida de la expresión (F.3) [$\text{m}^2 \text{ K/W}$];

R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento, dirección del flujo de calor [$\text{m}^2 \text{ K/W}$].

- 4 Si una de las capas que constituyen la rebanada heterogénea es una cavidad de aire sin ventilar, se podrá considerar como un material de conductividad térmica equivalente λ_j definida mediante la expresión:

$$\lambda_j = d_j / R_g \quad (\text{F.5})$$

siendo

d_j el espesor de la rebanada vertical [m];

R_g la resistencia térmica de la cavidad de aire sin ventilar calculada mediante el apartado F.3 [$\text{m}^2 \text{ K/W}$].

F.3 Resistencia térmica de cavidades de aire sin ventilar R_g

- 1 Se consideran cavidades de aire sin ventilar los pequeños espacios de aire cuyo largo y ancho es inferior a 10 veces su espesor en dirección al flujo de calor.
- 2 La resistencia térmica R_g de una cavidad de aire sin ventilar se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R_g = \frac{1}{h_a + \frac{1}{\frac{1}{E} - 1 + \frac{1}{\frac{1}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{d^2}{b^2} \right)} - \frac{d}{b} \right)}}} h_{ro} \quad (\text{F.6})$$

siendo

d el espesor del hueco en la dirección del flujo de calor;

b la anchura del hueco;

E el factor de emisividad entre las superficies calculada mediante la expresión (F.7);

h_a el coeficiente de conducción convección cuyo valor viene dado en función de la dirección del flujo de calor:

- para flujo de calor horizontal: el mayor de 1, 25 $\text{W/m}^2\text{K}$ y 0,025/d $\text{W/m}^2\text{K}$;
- para flujo de calor hacia arriba: el mayor de 1, 95 $\text{W/m}^2\text{K}$ y 0,025/d $\text{W/m}^2\text{K}$;
- para flujo de calor hacia abajo: el mayor de 0, 12d^{-0,44} $\text{W/m}^2\text{K}$ y 0,025/d $\text{W/m}^2\text{K}$.

h_{ro} es el coeficiente de radiación para una superficie negra obtenido de la tabla F.1.

3 El factor de emisividad entre las superficies E viene dado por la siguiente expresión:

$$E = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}$$

(F.7)

siendo
 ε_1 y ε_2 las emisividades corregidas de las superficies que rodean el hueco.

Tabla F.1: coeficiente de radiación para una superficie negra

Temperatura	H _{ro} en W/m ² K
-10	4,1
0	4,6
10	5,1
20	5,7
30	6,3



AHORRO DE ENERGÍA **Residencial vivienda**

Anejo HE 1G: Condensaciones

G.1 Condiciones para el cálculo de condensaciones

G.1.1 Condiciones exteriores

- 1 Se tomarán como temperatura exterior y humedad relativa exterior los valores medios mensuales de la localidad donde se ubique el edificio.
- 2 Para las capitales de provincia, los valores que se usarán serán los contenidos en la tabla G.1.
- 3 En el caso de localidades que no sean capitales de provincia y que no dispongan de registros climáticos contrastados, se supondrá que la temperatura exterior es igual a la de la capital de provincia correspondiente minorada en 1 °C por cada 100 m de diferencia de altura entre ambas localidades, cuando está por encima de la capital. La humedad relativa para dichas localidades se calculará suponiendo que su humedad absoluta es igual a la de su capital de provincia.
- 4 El procedimiento a seguir para el cálculo de la humedad relativa de una cierta localidad a partir de los datos de su capital de provincia es el siguiente:

- a) cálculo de la presión de saturación de la capital de provincia P_{sat} en [Pa], a partir de su temperatura exterior para el mes de cálculo en [°C], según el apartado G.3.1.
- b) cálculo de la presión de vapor de la capital de provincia P_e en [Pa], mediante la expresión:

$$P_e = \phi_e \cdot P_{\text{sat}} (\theta_e) \quad (\text{G.1})$$

siendo

ϕ_e la humedad relativa exterior para la capital de provincia y el mes de cálculo [en tanto por 1].

- c) cálculo de la presión de saturación de la localidad $P_{\text{sat,loc}}$ en [Pa], según el apartado G.3.1, siendo ahora θ la temperatura exterior para la localidad y el mes de cálculo en [°C].
- d) cálculo de la humedad relativa para dicha localidad y mes, mediante:

$$\phi_{e,loc} = P_e / P_{\text{sat,loc}} (\theta_{e,loc}) \quad (\text{G.2})$$

- 5 Si la localidad se encuentra a menor altura que la de referencia se tomará para dicha localidad la misma temperatura y humedad que la que corresponde a la capital de provincia.

Tabla G.2 Datos climáticos mensuales de capitales de provincia, T en °C y HR en %

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Albacete	T _{med}	5,0	6,3	8,5	10,9	15,3	20,0	24,0	23,7	20,0	14,1	8,5	5,3
	HR _{med}	78	70	62	60	54	50	44	50	58	70	77	79
Alicante	T _{med}	11,6	12,4	13,8	15,7	18,6	22,2	25,0	25,5	23,2	19,1	15,0	12,1
	HR _{med}	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Almería	T _{med}	12,4	13,0	14,4	16,1	18,7	22,3	25,5	26,0	24,1	20,1	16,2	13,3
	HR _{med}	70	68	66	65	67	65	64	66	66	69	70	69
Avila	T _{med}	3,1	4,0	5,6	7,6	11,5	16,0	19,9	19,4	16,5	11,2	6,0	3,4
	HR _{med}	75	70	62	61	55	50	39	40	50	65	73	77
Badajoz	T _{med}	8,7	10,1	12,0	14,2	17,9	22,3	25,3	25,0	22,6	17,4	12,1	9,0
	HR _{med}	80	76	69	66	60	55	50	50	57	68	77	82
Barcelona	T _{med}	8,8	9,5	11,1	12,8	16,0	19,7	22,9	23,0	21,0	17,1	12,5	9,6
	HR _{med}	73	70	70	70	72	70	69	72	74	74	74	71
Bilbao	T _{med}	8,9	9,6	10,4	11,8	14,6	17,4	19,7	19,8	18,8	16,0	11,8	9,5
	HR _{med}	73	70	70	72	71	72	73	75	74	74	74	74
Burgos	T _{med}	2,6	3,9	5,7	7,6	11,2	15,0	18,4	18,3	15,8	11,1	5,8	3,2
	HR _{med}	86	80	73	72	69	67	61	62	67	76	83	86
Caceres	T _{med}	7,8	9,3	11,7	13,0	16,6	22,3	26,1	25,4	23,6	17,4	12,0	8,8
	HR _{med}	55	53	60	63	65	76	76	76	78	74	65	57
Cádiz	T _{med}	12,8	13,5	14,7	16,2	18,7	21,5	24,0	24,5	23,5	20,1	16,1	13,3
	HR _{med}	77	75	70	71	71	70	69	69	70	73	76	77
Castellón	T _{med}	10,1	11,1	12,7	14,2	17,2	21,3	24,1	24,5	22,3	18,3	13,5	11,2
	HR _{med}	68	66	64	66	67	66	66	69	71	71	73	69
Ceuta	T _{med}	11,5	11,6	12,6	13,9	16,3	18,8	21,7	22,2	20,2	17,7	14,1	12,1
	HR _{med}	87	87	88	87	87	87	87	87	89	89	88	88
Ciudad Real	T _{med}	5,7	7,2	9,6	11,9	16,0	20,8	25,0	24,7	21,0	14,8	9,1	5,9
	HR _{med}	80	74	66	65	59	54	47	48	57	68	78	82
Córdoba	T _{med}	9,5	10,9	13,1	15,2	19,2	23,1	26,9	26,7	23,7	18,4	12,9	9,7
	HR _{med}	80	75	67	65	58	53	46	49	55	67	76	80
A Coruña	T _{med}	10,2	10,5	11,3	12,1	14,1	16,4	18,4	18,9	18,1	15,7	12,7	10,9
	HR _{med}	77	76	74	76	78	79	79	79	79	79	79	78
Cuenca	T _{med}	4,2	5,2	7,4	9,6	13,6	18,2	22,4	22,1	18,6	12,9	7,6	4,8
	HR _{med}	78	73	64	62	58	54	44	46	56	68	76	79
Girona	T _{med}	6,8	7,9	9,8	11,6	15,4	19,4	22,8	22,4	19,9	15,2	10,2	7,7
	HR _{med}	77	73	71	71	70	67	62	68	72	76	77	75
Granada	T _{med}	6,5	8,4	10,5	12,4	16,3	21,1	24,3	24,1	21,1	15,4	10,6	7,4
	HR _{med}	76	71	64	61	56	49	42	42	53	62	73	77
Guadalajara	T _{med}	5,5	6,8	8,8	11,6	15,3	19,8	23,5	22,8	19,5	14,1	9,0	5,9
	HR _{med}	80	76	69	68	67	62	53	54	61	72	79	81
Huelva	T _{med}	12,2	12,8	14,4	16,5	19,2	22,2	25,3	25,7	23,7	20,0	15,4	12,5
	HR _{med}	76	72	66	63	60	59	54	54	60	67	72	75
Huesca	T _{med}	4,7	6,7	9,0	11,3	15,3	19,5	23,3	22,7	19,7	14,6	8,7	5,3
	HR _{med}	80	73	64	63	60	56	48	53	61	70	78	81
Jaén	T _{med}	8,7	9,9	12,0	14,3	18,5	23,1	27,2	27,1	23,6	17,6	12,2	8,7
	HR _{med}	77	72	67	64	59	53	44	45	55	67	75	77
León	T _{med}	3,1	4,4	6,6	8,6	12,1	16,4	19,7	19,1	16,7	11,7	6,8	3,8
	HR _{med}	81	75	66	63	60	57	52	53	60	72	78	81
Lleida	T _{med}	5,5	7,8	10,3	13,0	17,1	21,2	24,6	24,0	21,1	15,7	9,2	5,8
	HR _{med}	81	69	61	56	55	54	47	54	62	70	77	82
Logroño	T _{med}	5,8	7,3	9,4	11,5	15,1	19,0	22,2	21,8	19,2	14,4	9,1	6,3
	HR _{med}	75	68	62	61	59	56	55	56	61	69	73	76
Lugo	T _{med}	5,8	6,5	7,8	9,5	11,7	14,9	17,2	17,5	16,0	12,5	8,6	6,3
	HR _{med}	85	81	77	77	76	76	75	75	77	82	84	85

Localidad		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Madrid	T _{med}	6,2	7,4	9,9	12,2	16,0	20,7	24,4	23,9	20,5	14,7	9,4	6,4
	HR _{med}	71	66	56	55	51	46	37	39	50	63	70	73
Málaga	T _{med}	12,2	12,8	14,0	15,8	18,7	22,1	24,7	25,3	23,1	19,1	15,1	12,6
	HR _{med}	71	70	66	65	61	59	60	63	65	70	72	72
Melilla	T _{med}	13,2	13,8	14,6	15,9	18,3	21,5	24,4	25,3	23,5	20,0	16,6	14,1
	HR _{med}	72	72	71	70	69	68	67	68	72	75	74	73
Murcia	T _{med}	10,6	11,4	12,6	14,5	17,4	21,0	23,9	24,6	22,5	18,7	14,3	11,3
	HR _{med}	72	69	69	68	70	71	72	74	73	73	73	73
Ourense	T _{med}	7,4	9,3	10,7	12,4	15,3	19,3	21,9	21,7	19,8	15,0	10,6	8,2
	HR _{med}	83	75	69	70	67	64	61	62	64	73	83	84
Oviedo	T _{med}	7,5	8,5	9,5	10,3	12,8	15,8	18,0	18,3	17,4	14,0	10,4	8,7
	HR _{med}	77	75	74	77	79	80	80	80	78	78	78	76
Palencia	T _{med}	4,1	5,6	7,5	9,5	13,0	17,2	20,7	20,3	17,9	13,0	7,6	4,4
	HR _{med}	84	77	71	70	67	64	58	59	63	73	80	85
Palma de Mallorca	T _{med}	11,6	11,8	12,9	14,7	17,6	21,8	24,6	25,3	23,5	20,0	15,6	13,0
	HR _{med}	71	69	68	67	69	69	67	71	73	72	72	71
Palmas, Las	T _{med}	17,5	17,6	18,3	18,7	19,9	21,4	23,2	24,0	23,9	22,5	20,4	18,3
	HR _{med}	68	67	65	66	65	67	66	67	69	70	70	68
Pamplona	T _{med}	4,5	6,5	8,0	9,9	13,3	17,3	20,5	20,3	18,2	13,7	8,3	5,7
	HR _{med}	80	73	68	66	66	62	58	61	61	68	76	79
Pontevedra	T _{med}	9,9	10,7	11,9	13,6	15,4	18,8	20,7	20,5	19,1	16,1	12,6	10,3
	HR _{med}	74	73	69	67	68	66	65	65	69	72	73	74
S. Sebastian	T _{med}	7,9	8,5	9,4	10,7	13,5	16,1	18,4	18,7	18,0	15,2	10,9	8,6
	HR _{med}	76	74	74	79	79	82	82	83	79	76	76	76
Salamanca	T _{med}	3,7	5,3	7,3	9,6	13,4	17,8	21,0	20,3	17,5	12,3	7,0	4,1
	HR _{med}	85	78	69	66	62	58	50	53	62	74	82	86
Santa Cruz de Tenerife	T _{med}	17,9	18,0	18,6	19,1	20,5	22,2	24,6	25,1	24,4	22,4	20,7	18,8
	HR _{med}	66	66	62	61	60	59	56	58	63	65	67	66
Santander	T _{med}	9,7	10,3	10,8	11,9	14,3	17,0	19,3	19,5	18,5	16,1	12,5	10,5
	HR _{med}	71	71	71	74	75	77	77	78	77	75	73	72
Segovia	T _{med}	4,1	5,2	7,1	9,1	13,1	17,7	21,6	21,2	17,9	12,6	7,3	4,3
	HR _{med}	75	71	65	65	61	55	47	49	55	65	73	78
Sevilla	T _{med}	10,7	11,9	14,0	16,0	19,6	23,4	26,8	26,8	24,4	19,5	14,3	11,1
	HR _{med}	79	75	68	65	59	56	51	52	58	67	76	79
Soria	T _{med}	2,9	4,0	5,8	8,0	11,8	16,1	19,9	19,5	16,5	11,3	6,1	3,4
	HR _{med}	77	73	68	67	64	60	53	54	60	70	76	78
Tarragona	T _{med}	10,0	11,3	13,1	15,3	18,4	22,2	25,3	25,3	22,7	18,4	13,5	10,7
	HR _{med}	66	63	59	59	61	60	59	62	67	70	68	66
Teruel	T _{med}	3,8	4,8	6,8	9,3	12,6	17,5	21,3	20,6	17,9	12,1	7,0	4,5
	HR _{med}	72	67	60	60	60	55	50	54	59	66	71	76
Toledo	T _{med}	6,1	8,1	10,9	12,8	16,8	22,5	26,5	25,7	22,6	16,2	10,7	7,1
	HR _{med}	78	72	59	62	55	47	43	45	54	68	77	81
Valencia	T _{med}	10,4	11,4	12,6	14,5	17,4	21,1	24,0	24,5	22,3	18,3	13,7	10,9
	HR _{med}	63	61	60	62	64	66	67	69	68	67	66	64
Valladolid	T _{med}	4,1	6,1	8,1	9,9	13,3	18,0	21,5	21,3	18,6	12,9	7,6	4,8
	HR _{med}	82	72	62	61	57	52	44	46	53	67	77	83
Vitoria	T _{med}	4,6	6,0	7,2	9,2	12,4	15,6	18,3	18,5	16,5	12,7	7,5	5,0
	HR _{med}	83	78	72	71	71	71	69	70	70	74	81	83
Zamora	T _{med}	4,3	6,3	8,3	10,5	14,0	18,5	21,8	21,3	18,7	13,4	8,1	4,9
	HR _{med}	83	75	65	63	59	54	47	50	58	70	79	83
Zaragoza	T _{med}	6,2	8,0	10,3	12,8	16,8	21,0	24,3	23,8	20,7	15,4	9,7	6,5
	HR _{med}	76	69	60	59	55	52	48	54	61	70	75	77

G.1.2 Condiciones interiores

G.1.2.1 Para el cálculo de condensaciones superficiales

- 1 Se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C para el mes de enero.
- 2 En caso de conocer el ritmo de producción de la humedad interior, y la tasa de renovación de aire, se podrá calcular la humedad relativa interior del mes de enero mediante el método descrito en el apartado G.3.2.
- 3 Si se dispone del dato de humedad relativa interior y ésta se mantiene constante, debido por ejemplo a un sistema de climatización, se podrá utilizar dicho dato en el cálculo añadiéndole 0,05 como margen de seguridad.

G.1.2.2 Para el cálculo de condensaciones intersticiales

- 1 En ausencia de datos más precisos, se tomará una temperatura del ambiente interior igual a 20 °C para todos los meses del año, y una humedad relativa del ambiente interior en función de la clase de higrometría del espacio:

a)	clase de higrometría 5:	70%
b)	clase de higrometría 4:	62%
c)	clase de higrometría 3 o inferior:	55%
- 2 En caso de conocer el ritmo de producción de la humedad interior, y la tasa de renovación de aire, se podrá calcular la humedad relativa interior para cada mes del año mediante el método descrito en el apartado G.3.2.
- 3 Si se disponen de los datos temperatura interior y de humedad relativa interior, se podrán utilizar dichos datos en el cálculo añadiéndole 0,05 a la humedad relativa como margen de seguridad.

G.2 Comprobación de las condensaciones

G.2.1 Condensaciones superficiales

G.2.1.1 Factor de temperatura de la superficie interior de un cerramiento

- 1 El factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} , para cada *cerramiento*, *partición interior*, o *puentes térmicos* integrados en los *cerramientos*, se calculará a partir de su transmitancia térmica mediante la siguiente ecuación:

$$f_{Rsi} = 1 - U \cdot 0,25$$

siendo

U la transmitancia térmica del *cerramiento*, *partición interior*, o *punto térmico* integrado en el cerramiento calculada por el procedimiento descrito en el apartado E.1 [W/m² K].

- 2 El factor de temperatura de la superficie interior f_{Rsi} para los *puentes térmicos* formados por encuentros de *cerramientos* se calcularán aplicando los métodos descritos en las normas UNE EN ISO 10 211-1:1995 y UNE EN ISO 10 211-2:2002. Se podrán tomar por defecto los valores recogidos en Documentos Reconocidos.

G.2.1.2 Factor de temperatura de la superficie interior mínimo

- 1 El factor de temperatura de la superficie interior mínimo aceptable $f_{Rsi,min}$ de un *punto térmico*, *cerramiento* o *partición interior* se podrá calcular a partir de la siguiente expresión:

$$f_{Rsi,min} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{20 - \theta_e} \quad (G.3)$$

siendo

θ_e la temperatura exterior de la localidad en el mes de enero definida en el apartado G.1.1 [°C];

$\theta_{si,min}$ la temperatura superficial interior mínima aceptable obtenida de la siguiente expresión [°C]:

$$\theta_{si,min} = \frac{237,3 \log_e \left(\frac{P_{sat}}{610,5} \right)}{17,269 - \log_e \left(\frac{P_{sat}}{610,5} \right)} \quad (G.4)$$

donde

P_{sat} es la presión de saturación máxima aceptable en la superficie obtenida de la siguiente expresión [Pa]:

$$P_{sat} = \frac{P_i}{0.8} \quad (G.5)$$

donde

P_i es la presión del vapor interior obtenida de la siguiente expresión [Pa].

$$P_i = \phi_i \cdot 2337 \quad (G.6)$$

donde

ϕ_i es la humedad relativa interior definida en el apartado G.1.2.1 [en tanto por 1].

G.2.2 Condensaciones intersticiales

G.2.2.1 Distribución de temperatura

- 1 La distribución de temperaturas a lo largo del espesor de un cerramiento formado por varias capas depende de las temperaturas del aire a ambos lados de la misma, así como de las resistencias térmicas superficiales interior R_{si} y exterior R_{se} , y de las resistencias térmicas de cada capa ($R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$).
- 2 El procedimiento a seguir para el cálculo de la distribución de temperaturas es el siguiente:
 - a) cálculo de la resistencia térmica total del elemento constructivo mediante la expresión (E.2).
 - b) cálculo de la temperatura superficial exterior θ_{se} :

$$\theta_{se} = \theta_e + \frac{R_{se}}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad (G.7)$$

siendo

θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio según G.1.1 correspondiente a la temperatura media del mes de enero [°C];

θ_i la temperatura interior definida en el apartado G.1.2.2 [°C];

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo obtenido mediante la expresión (E.2) [m² K/ W];

R_{se} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior, tomada de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m² K/W].

- c) cálculo de la temperatura en cada una de las capas que componen el elemento constructivo según las expresiones siguientes:

$$\theta_1 = \theta_{se} + \frac{R_1}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \frac{R_2}{R_T} \cdot (\theta_i - \theta_e)$$

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

(H.8)

siendo

θ_{se} la temperatura superficial exterior [°C];

θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio obtenida del apartado G.1.1 correspondiente a la temperatura media del mes de enero [°C];

θ_i la temperatura interior definida en el apartado G.1.2.2 [°C];

$\theta_1 \dots \theta_{n-1}$ la temperatura en cada capa [°C].

$R_1, R_2 \dots R_n$ las resistencias térmicas de cada capa definidas según la expresión (E.3) [m²K/W];

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo, calculada mediante la expresión (E.2) [m² K/ W];

- d) cálculo de la temperatura superficial interior θ_{si} :

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

(G.9)

siendo

θ_e la temperatura exterior de la localidad en la que se ubica el edificio obtenida del apartado G.1.1 correspondiente a la temperatura media del mes de enero [°C];

θ_i la temperatura interior definida en el apartado G.1.2.2 [°C];

θ_n la temperatura en la capa n [°C];

- R_{si} la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior, tomada de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del elemento constructivo, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [$m^2 K/W$].
- R_T la resistencia térmica total del componente constructivo calculada mediante la expresión (E.2) [$m^2 K/W$].

3 Se considera que la distribución de temperaturas en cada capa es lineal.

G.2.2.2 Distribución de la presión de vapor de saturación

Se determinará la distribución de la presión de vapor de saturación a lo largo de un muro formado por varias capas, a partir de la distribución de temperaturas obtenida anteriormente, mediante las expresiones indicadas en el apartado G.3.1.

G.2.2.3 Distribución de presión de vapor

1 La distribución de presión de vapor a través del cerramiento se calculará mediante las siguientes expresiones:

$$P_1 = P_e + \frac{S_{d1}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

$$P_2 = P_1 + \frac{S_{d2}}{\sum S_{dn}} \cdot (P_i - P_e)$$

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

(G.10)

siendo

- P_i la presión de vapor del aire interior [Pa];
- P_e la presión de vapor del aire exterior [Pa];
- $P_1 \dots P_{n-1}$ la presión de vapor en cada capa n [Pa];
- $S_{d1} \dots S_{d(n-1)}$ el espesor de aire equivalente de cada capa frente a la difusión del vapor de agua, calculado mediante la siguiente expresión [m];

$$S_{dn} = e_n \cdot \mu_n \quad (G.11)$$

donde

- μ_n es el factor de resistencia al vapor de agua de cada capa, calculado a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456: 2001 o tomado de Documentos Reconocidos;
- e_n es el espesor de la capa n [m].

- 2 La distribución de presiones de vapor a través del cerramiento se puede representar gráficamente mediante una línea recta que una el valor de P_i con P_e , dibujado sobre la sección del cerramiento utilizando los espesores de capa equivalentes a la difusión de vapor de agua, S_{dn} (véase figura G.1).
- 3 Para el cálculo analítico de P_i y de P_e , en función de la temperatura y de la humedad relativa, se utilizará la siguiente expresión:

$$P_i = \phi_i \cdot P_{sat}(\theta_i) \quad (G.12)$$

$$P_e = \phi_e \cdot P_{sat}(\theta_e) \quad (G.13)$$

siendo

- ϕ_i la humedad relativa del ambiente interior definida en el apartado G.1.2.2 [en tanto por 1];
- ϕ_e la humedad relativa del ambiente exterior definida en el apartado G.1.1 [en tanto por 1].

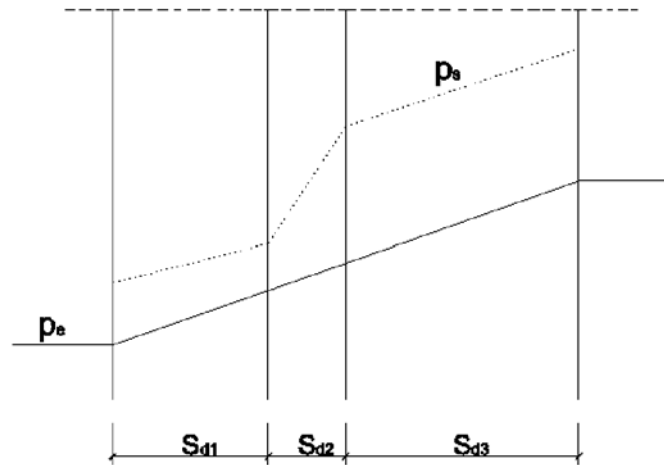


Figura G.1 Distribución de presiones de vapor de saturación y presiones de vapor en un elemento multicapa del edificio dibujada frente a la resistencia a presión de vapor de cada capa.

G.3 Relaciones psicrométricas

G.3.1 Cálculo de la presión de saturación de vapor

1 La presión de vapor de saturación se calculará en función de la temperatura, a partir de las siguientes ecuaciones:

a) Si la temperatura (θ) es mayor o igual a 0 °C: $P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \theta}{237,3 + \theta}}$ (G.14)

V) Si la temperatura (θ) es menor que 0 °C: $P_{sat} = 610,5 \cdot e^{\frac{21,875 \cdot \theta}{265,5 + \theta}}$ (G.15)

G.3.2 Cálculo de la humedad relativa interior

- 1 En caso de conocer el ritmo de producción de la humedad interior G y la tasa de renovación de aire n , se podrá calcular la humedad relativa interior mediante el procedimiento que se describe a continuación.
- 2 La humedad relativa interior ϕ (%) para la localidad donde se ubique el edificio y el mes de cálculo se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\phi_i = \frac{100 \cdot P_i}{P_{sat}(\theta_{si})} \quad (G.16)$$

siendo

$P_{sat}(\theta_{si})$ la presión de saturación correspondiente a la temperatura superficial interior obtenida según la ecuación (H.14) [Pa];

P_i la presión de vapor interior calculada mediante la siguiente expresión [Pa]:

$$P_i = P_e + \Delta p \quad (G.17)$$

donde

P_e es la presión de vapor exterior calculada según la ecuación (H.13) [Pa];

Δp es el exceso de presión de vapor interior del local calculado mediante la siguiente ecuación [Pa]:

$$\Delta p = \frac{\Delta v \cdot R_v \cdot (T_i + T_e)}{2} \quad (G.18)$$

donde:

R_v es la constante de gas para el agua = 462 [Pa m³ / (K kg)];

T_i es la temperatura interior [K];

T_e es la temperatura exterior para la localidad y el mes de cálculo [K];

Δv es el exceso de humedad interior obtenida mediante la siguiente expresión [kg/m³]:

$$\Delta v = \frac{G}{n \cdot V}$$

(G.19)

donde

G es el ritmo de producción de la humedad interior [kg/h];

n es la tasa de renovación de aire [h⁻¹];v es el volumen de aire del local [m³].



AHORRO DE ENERGÍA

Residencial vivienda

HE 3

Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

EXIGENCIA BÁSICA HE 3:

Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de los usuarios y, a la vez, eficientes energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN, VEEI

En zonas comunes de los edificios de uso residencial vivienda y en uso aparcamiento se justificará la eficiencia energética de la instalación mediante la determinación del valor VEEI, la definición de los sistemas de control del alumbrado adoptados y el plan de mantenimiento previsto en el proyecto. Se excluye el interior de viviendas.

EXIGENCIA (HE 3 apartado 2.1)	ZONAS DE ACTIVIDAD DIFERENCIADA - Zonas comunes - Aparcamientos	Valor límite de VEEI W/m2 por cada 100 lux 7,5 5,0	APLICACIÓN Edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios de superficie útil > 1.000 m ² , donde se renueve al menos el 25 % de la superficie iluminada.										
JUSTIFICACIÓN (HE 3 apartado 2.1)	Se determinara el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación, VEEI, en cada zona de actividad diferenciada, expresado en W/m² por cada 100 lux $VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$ P: potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W] S: superficie iluminada [m²] E_m: Iluminancia media mantenida [lux]												
	Valores orientativos de VEEI para zonas iluminadas con distintos tipos de lámparas, para E= 100 lux <table><tr><th>LÁMPARA</th><th>VEEI [W/m²]</th></tr><tr><td>Fluorescente</td><td>3-4</td></tr><tr><td>Mercurio con halogenuros metálicos</td><td>4-5</td></tr><tr><td>Halógenas, cuarzo-iodo</td><td>12 (*)</td></tr><tr><td>Incandescentes</td><td>16 (*)</td></tr></table> (*) Estos valores superan el valor límite de VEEI; por tanto, la iluminación no podrá hacerse exclusivamente con este tipo de lámparas.			LÁMPARA	VEEI [W/m ²]	Fluorescente	3-4	Mercurio con halogenuros metálicos	4-5	Halógenas, cuarzo-iodo	12 (*)	Incandescentes	16 (*)
LÁMPARA	VEEI [W/m ²]												
Fluorescente	3-4												
Mercurio con halogenuros metálicos	4-5												
Halógenas, cuarzo-iodo	12 (*)												
Incandescentes	16 (*)												

EXIGENCIAS DE CÁLCULO

EXIGENCIA (HE 3 apartado 3.2.2.)	Se obtendrán como mínimo los siguientes resultados para cada zona: a) valor de eficiencia energética de la instalación VEEI b) iluminancia media horizontal mantenida E_m en el plano de trabajo; c) índice de deslumbramiento unificado UGR para el observador. Asimismo, se indicarán los valores del índice de rendimiento de color (Ra) y las potencias de los conjuntos lámpara más equipo auxiliar utilizados en el cálculo.																																								
PARÁMETROS LUMINOTÉCNICOS	P: potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W]	POTENCIA MÁXIMA, P, DE LÁMPARAS FLUORESCENTES (RD 838/2002) <table> <tr> <th>P lámpara [W]</th><th colspan="2">P máxima balasto-lámpara [W]</th></tr> <tr> <th></th><th>hasta 5-9-07</th><th>desde 6-9-07</th></tr> <tr><td>10</td><td>18</td><td>16</td></tr> <tr><td>13</td><td>21</td><td>19</td></tr> <tr><td>15/16</td><td>25</td><td>23</td></tr> <tr><td>18</td><td>28</td><td>26</td></tr> <tr><td>21</td><td>31</td><td>29</td></tr> <tr><td>24</td><td>34</td><td>32</td></tr> <tr><td>30</td><td>40</td><td>38</td></tr> <tr><td>36</td><td>45</td><td>43</td></tr> <tr><td>38</td><td>47</td><td>45</td></tr> <tr><td>58</td><td>70</td><td>67</td></tr> <tr><td>70</td><td>83</td><td>80</td></tr> </table>	P lámpara [W]	P máxima balasto-lámpara [W]			hasta 5-9-07	desde 6-9-07	10	18	16	13	21	19	15/16	25	23	18	28	26	21	31	29	24	34	32	30	40	38	36	45	43	38	47	45	58	70	67	70	83	80
P lámpara [W]	P máxima balasto-lámpara [W]																																								
	hasta 5-9-07	desde 6-9-07																																							
10	18	16																																							
13	21	19																																							
15/16	25	23																																							
18	28	26																																							
21	31	29																																							
24	34	32																																							
30	40	38																																							
36	45	43																																							
38	47	45																																							
58	70	67																																							
70	83	80																																							
	Se obtiene de tablas a partir del tipo de lámpara y número de luminarias instaladas, sumando los valores del total de luminarias. Se definirán las luminarias a instalar que se caracterizan por la potencia eléctrica y el flujo luminoso (HE 3 apartado 4.) - ver tabla de flujos luminosos en cuadro de cálculo de E_m, más adelante en esta ficha. En las tablas de la columna derecha se indica la potencia máxima de entrada de los circuitos equipo auxiliar-lámpara, medidos en las condiciones definidas en las normas UNE EN 50294:1999 y UNE EN 60923:1997.																																								

PARÁMETROS LUMINOTÉCNICOS		POTENCIA MÁXIMA, P, DE LÁMPARAS DE DESCARGA. (Tabla 2.1 HE-3) <table><tr><th rowspan="2">P lámpara [W]</th><th colspan="3">P total del conjunto [W]</th></tr><tr><th>Vapor de mercurio</th><th>Vapor de sodio alta presión</th><th>Vapor de halogenuros metálicos</th></tr><tr><td>50</td><td>60</td><td>52</td><td>-</td></tr><tr><td>70</td><td>-</td><td>84</td><td>84</td></tr><tr><td>80</td><td>92</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>100</td><td>-</td><td>116</td><td>116</td></tr><tr><td>125</td><td>139</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>150</td><td>-</td><td>171</td><td>171</td></tr><tr><td>250</td><td>270</td><td>277</td><td>270/277</td></tr><tr><td>400</td><td>425</td><td>435</td><td>425/435</td></tr></table>	P lámpara [W]	P total del conjunto [W]			Vapor de mercurio	Vapor de sodio alta presión	Vapor de halogenuros metálicos	50	60	52	-	70	-	84	84	80	92	-	-	100	-	116	116	125	139	-	-	150	-	171	171	250	270	277	270/277	400	425	435	425/435
P lámpara [W]	P total del conjunto [W]																																								
	Vapor de mercurio	Vapor de sodio alta presión	Vapor de halogenuros metálicos																																						
50	60	52	-																																						
70	-	84	84																																						
80	92	-	-																																						
100	-	116	116																																						
125	139	-	-																																						
150	-	171	171																																						
250	270	277	270/277																																						
400	425	435	425/435																																						
		POTENCIA MÁXIMA, P, DE LÁMPARAS HALÓGENAS DE BAJA TENSIÓN (Tabla 2.2 HE-3) <table><tr><th>P lámpara[W]</th><th>P total del conjunto [W]</th></tr><tr><td>30</td><td>43</td></tr><tr><td>50</td><td>60</td></tr><tr><td>2 x 35</td><td>85</td></tr><tr><td>3 x 25</td><td>125</td></tr><tr><td>2 x 50</td><td>120</td></tr></table>	P lámpara[W]	P total del conjunto [W]	30	43	50	60	2 x 35	85	3 x 25	125	2 x 50	120																											
P lámpara[W]	P total del conjunto [W]																																								
30	43																																								
50	60																																								
2 x 35	85																																								
3 x 25	125																																								
2 x 50	120																																								
• E_m: Iluminancia media mantenida [lux] Valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia media en el área especificada en el periodo en el que debe ser realizado el mantenimiento. Su valor de referencia es función del tipo de actividad. El cálculo de la iluminancia puede hacerse por el método del flujo cuando no se trata de iluminaciones en zonas de representación (las zonas comunes de viviendas no entran en tal categoría). CÁLCULO de E_m . Método del flujo Em = (ϕ x Fu x Fm) / S Siendo, Em: Iluminancia media mantenida [lux] ϕ, flujo luminoso → en función de la lámpara [lm] Fu, factor de utilización → en función del local y tipo de luminaria (se obtiene de los catálogos de los fabricantes) Fm, factor de mantenimiento S, superficie iluminada [m²]	EXIGENCIA (DB SU 4.1) Alumbrado normal en zonas de circulación <table><tr><th colspan="2">Zona</th><th colspan="2">Iluminancia E [lux]</th></tr><tr><td rowspan="3">Exterior</td><td rowspan="2">Exclusiva para personas</td><td>Escaleras</td><td>10</td></tr><tr><td>Resto de zonas</td><td>5</td></tr><tr><td colspan="2">Para vehículos o mixtas</td><td>10</td></tr><tr><td rowspan="3">Interior</td><td rowspan="2">Exclusiva para personas</td><td>Escaleras</td><td>75</td></tr><tr><td>Resto de zonas</td><td>50</td></tr><tr><td colspan="2">Para vehículos o mixtas</td><td>50</td></tr></table> Otras zonas: Parámetros de la norma UNE- EN 12.464-1/2003 <table><tr><th colspan="2">Valores orientativos de flujo luminoso por vatio</th></tr><tr><th>LÁMPARA</th><th>Lm/W</th></tr><tr><td>Incandescente</td><td>15</td></tr><tr><td>Halógena</td><td>22</td></tr><tr><td>Fluorescente</td><td>70-90</td></tr><tr><td>Vapor de mercurio</td><td>45-60</td></tr><tr><td>Mercurio con halogenuros metálicos</td><td>60-70</td></tr><tr><td>Vapor de Sodio a alta presión</td><td>100-120</td></tr><tr><td>Vapor de Sodio a baja presión</td><td>140-170</td></tr></table> F_m: Factor de mantenimiento previsto En función del plan de mantenimiento previsto. Cociente entre la iluminancia media sobre el plano de trabajo después de un periodo de uso y la iluminancia media obtenida de la instalación considerada como nueva. No hay prescripción concreta. Recomendable: Zonas comunes: F_m = 0,80 Aparcamientos: F_m = 0,55	Zona		Iluminancia E [lux]		Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10	Resto de zonas	5	Para vehículos o mixtas		10	Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75	Resto de zonas	50	Para vehículos o mixtas		50	Valores orientativos de flujo luminoso por vatio		LÁMPARA	Lm/W	Incandescente	15	Halógena	22	Fluorescente	70-90	Vapor de mercurio	45-60	Mercurio con halogenuros metálicos	60-70	Vapor de Sodio a alta presión	100-120	Vapor de Sodio a baja presión	140-170
Zona		Iluminancia E [lux]																																							
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10																																						
		Resto de zonas	5																																						
	Para vehículos o mixtas		10																																						
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75																																						
		Resto de zonas	50																																						
	Para vehículos o mixtas		50																																						
Valores orientativos de flujo luminoso por vatio																																									
LÁMPARA	Lm/W																																								
Incandescente	15																																								
Halógena	22																																								
Fluorescente	70-90																																								
Vapor de mercurio	45-60																																								
Mercurio con halogenuros metálicos	60-70																																								
Vapor de Sodio a alta presión	100-120																																								
Vapor de Sodio a baja presión	140-170																																								

PARÁMETROS LUMINOTÉCNICOS	UGR: Índice de deslumbramiento unificado	VALORES DE UGR, admisibles en función del tipo de actividad		
	En función del tipo de luminaria. Índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Alumbrado) nº 117.	Tipo de tarea visual	Nivel de deslumbramiento	Índice UGR máximo
		Difícil	Inaceptable	< 13
		Normal	Bajo	13-16
	Ra: Índice de rendimiento de color de las lámparas	Parámetros de la norma UNE- EN 12.464-1/2003: Ra < 80: no utilizar en interiores con ocupación habitual. Recomendable: Zonas comunes: Ra = 80 Aparcamientos: Ra = 4		
	En función del tipo de lámpara. Define la forma en que la luz de una lámpara reproduce los colores de los objetos iluminados.			
		Poco crítico	Alto	19-22
		Sin requerimientos visuales	Muy alto	> 22

SISTEMAS DE CONTROL

CONDICIONES PARA CADA ZONA DE ACTIVIDAD DIFERENCIADA (HE 3 apartado 2.2)	Cada zona de uso esporádico (pasillos, escaleras, zonas de tránsito, aparcamientos) dispondrá de un sistema de control de encendido y apagado:
	- por detección de presencia: infrarrojos, acústicos por ultrasonido, por microondas o híbrido de los anteriores - o por temporización
	Cada zona de actividad diferenciada tendrá al menos un sistema de encendido y apagado manual , cuando no disponga de otro sistema de control. (No se aceptan los sistemas de encendido y apagado desde cuadros eléctricos como único sistema de control).

MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

CONDICIONES (HE 3 apartado 5)	En proyecto se elaborará un plan de mantenimiento para garantizar en el tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos y la eficiencia energética de la instalación, VEEL, que contemplará: - Operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento - Limpieza de las luminarias con la metodología prevista y frecuencia - Limpieza de la zona iluminada y frecuencia - Sistemas de control
----------------------------------	---



AHORRO DE ENERGÍA

Residencial vivienda

Anejo HE 3A:

TERMINOLOGÍA

ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Instalación de iluminación que, en caso de fallo en el alumbrado normal, suministra la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios y que éstos puedan abandonar el edificio, impida situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN LUMINOSA DEL VIDRIO (T)

Porcentaje de luz natural en su espectro visible que deja pasar un vidrio. Se expresa en tanto por uno o tanto por ciento.

EFICACIA LUMINOSA

Porcentaje entre el flujo luminoso emitido y la potencia eléctrica de la fuente. Se expresa en lm/W (lúmenes/vatio).

EQUIPO AUXILIAR

Equipos eléctricos o electrónicos asociados a la lámpara, diferentes para cada tipo de lámpara. Su función es el encendido y control de las condiciones de funcionamiento de una lámpara. Estos equipos auxiliares, salvo cuando son electrónicos, están formados por combinación de arrancador/cebador, balasto y condensador.

FACTOR DE MANTENIMIENTO (Fm)

Cociente entre la iluminancia media sobre el plano de trabajo después de un cierto periodo de uso de una instalación de alumbrado y la iluminancia media obtenida bajo la misma condición para la instalación considerada como nueva.

ILUMINANCIA

Cociente del flujo luminoso $d\phi$ incidente sobre un elemento de la superficie que contiene el punto, por el área dA de ese elemento, siendo la unidad de medida el lux.

ILUMINACIÓN DE ACENTO

Iluminación diseñada para aumentar considerablemente la iluminancia de un área limitada o de un objeto con relación a la de su entorno, con alumbrado difuso mínimo.

ILUMINACIÓN GENERAL

Iluminación sustancialmente uniforme de un espacio sin tener en cuenta los requisitos locales especiales.

ILUMINACIÓN INICIAL (E_{inicial})

Iluminancia media cuando la instalación es nueva.

ILUMINANCIA MEDIA MEDIDA EN EL PLANO HORIZONTAL (E)

Iluminancia promedio sobre el área especificada.

El número mínimo de puntos a considerar en su cálculo, estará en función del índice del local (K) y de la obtención de un reparto cuadrículado simétrico.

ILUMINANCIA MEDIA HORIZONTAL MANTENIDA (E_M)

Valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia media en el área especificada. Es la iluminancia media en el período en el que debe ser realizado el mantenimiento.

ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR)

Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Alumbrado) n° 117.

ÍNDICE DE RENDIMIENTO DE COLOR (R_a)

Efecto de un iluminante sobre el aspecto cromático de los objetos que ilumina por comparación con su aspecto bajo un iluminante de referencia. La forma en que la luz de una lámpara reproduce los colores de los objetos iluminados se denomina índice de rendimiento de color (R_a). El color que presenta un objeto depende de la distribución de la energía espectral de la luz con que está iluminado y de las características reflexivas selectivas de dicho objeto.

ÍNDICE DEL LOCAL (K)

Es función de:

$$K = \frac{L \times A}{H \times (L + A)}$$

siendo

L, la longitud del local;

A, la anchura del local;

H, la distancia del plano de trabajo a las luminarias.

Número mínimo de puntos a considerar en el cálculo de la iluminancia media (E), en función del índice K

K	Número de puntos
$K < 1$	4
$1 \leq K < 2$	9
$2 \leq K < 3$	16
$K \geq 3$	25

LÁMPARA

Fuente construida para producir una radiación óptica, generalmente visible.

LUMINARIA

Aparato que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que, además de los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito eléctrico de alimentación contiene, en su caso, los equipos auxiliares necesarios para su funcionamiento, definida y regulada en la norma UNE EN 60598-1:1998.

PÉRDIDA DEL EQUIPO AUXILIAR

Potencia máxima de entrada al equipo auxiliar, que será diferente para cada potencia nominal y tipo de lámpara.

POTENCIA NOMINAL DE LÁMPARA

Potencia de funcionamiento de entrada a la lámpara.

POTENCIA TOTAL DEL CONJUNTO LÁMPARA MÁS EQUIPO AUXILIAR

Potencia máxima de entrada de los circuitos equipo auxiliar-lámpara, medidos en las condiciones definidas en las normas UNE EN 50294:1999 y UNE en 60923:1997.

REFLECTANCIAS

Cociente entre el flujo radiante o luminoso reflejado y el flujo incidente en las condiciones dadas. Se expresa en tanto por ciento o en tanto por uno.

SALAS TÉCNICAS

Salas donde se ubican instalaciones que dan servicio al edificio como sala de calderas, sala de bombeo, centros de transformación, sala de cuadros eléctricos, sala de contadores, sala de sistemas de alimentación ininterrumpidas o cualquier sala de máquinas, así como salas de fotocopadoras o reprografía, sala de fax, centralita telefónica, salas de mensajería y empaquetado.

SISTEMA DE CONTROL Y REGULACIÓN

Conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática o manual el encendido y apagado o el flujo luminoso de una instalación de iluminación. Se distinguen 4 tipos fundamentales:

- a) regulación y control bajo demanda del usuario, por interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia;
- b) regulación de iluminación artificial según aporte de luz natural por ventanas, cristaleras, lucernarios o claraboyas;
- c) control del encendido y apagado según presencia en la zona;
- d) regulación y control por sistema centralizado de gestión.

SISTEMA DE DETECCIÓN DE PRESENCIA

Conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática, el encendido y apagado de una instalación de iluminación en función de presencia o no de personas en la zona. Existen 4 tipos fundamentales de detección:

- a) infrarrojos;
- b) acústicos por ultrasonido;
- c) por microondas;
- d) híbrido de los anteriores.

SISTEMA DE TEMPORIZACIÓN

Conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática, el apagado de una instalación de iluminación en función de un tiempo de encendido prefijado.

ZONA DE ACTIVIDAD DIFERENCIADA

Espacio o local con un determinado uso y por tanto, con unos parámetros de iluminación acordes con el mismo.

ZONA DE USO ESPORÁDICO

Espacios donde la ocupación es aleatoria, no controlada y no permanente, como aseos, pasillos, escaleras, zonas de tránsito, aparcamientos, etc.

VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN (VEEI)

Valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m^2) por cada 100 lux.

HE 4**Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria****EXIGENCIA BÁSICA HE 4:**

Los edificios dispondrán de instalaciones de aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento de agua caliente sanitaria. Esta exigencia es aplicable a los edificios de nueva construcción y a la rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

CUANTIFICACIÓN DE EXIGENCIAS Y DATOS DE CÁLCULO

El porcentaje energético anual de contribución solar es función de la demanda del edificio de agua caliente sanitaria en litros por día y de la zona climática donde esté emplazado. La demanda energética anual se obtendrá a partir de los valores mensuales obtenidos para una temperatura de referencia del agua caliente sanitaria de 60°C.

EXIGENCIAS

(HE 4 apartado 2)

CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA

El porcentaje energético anual de contribución solar se obtiene de las tablas siguientes, en función de que la fuente de energética de apoyo sea o no por efecto Joule:

Suponiendo que la fuente energética de apoyo sea gasóleo, propano, gas natural u otras:

	Zona climática (tabla 3.3. HE4)				
Demanda máxima l/día	I	II	III	IV	V
5.000	30	30	50	60	70
6.000			55	65	
7.000		35	61	70	
8.000		45	63		
9.000		52	65		
10.000		55	70		
12.500		65			
15.000		70			
17.500	35				
20.000	45				
>20.000	52				

Suponiendo que la fuente energética de apoyo sea electricidad mediante efecto Joule:

Zona climática (tabla 3.3. HE4)							
Demanda máxima l/día	I	II	III	IV	V		
1.000	50	60	70	70	70		
2.000		63					
2.000		63					
3.000		66					
4.000	51	69					
5.000	58	70					
6.000	62						
>6.000	70						

La contribución solar mínima podrá disminuirse justificadamente en los siguientes casos:

- cuando se cubra ese aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio;
- cuando el cumplimiento de este nivel de producción suponga sobrepasar los criterios de cálculo que marca la legislación de carácter básico aplicable;
- cuando el emplazamiento del edificio no cuente con suficiente acceso al sol por barreras externas al mismo;
- en rehabilitación de edificios, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la configuración previa del edificio existente o de la normativa urbanística aplicable;
- en edificios de nueva planta, cuando existan limitaciones no subsanables derivadas de la normativa urbanística aplicable, que imposibiliten de forma evidente la disposición de la superficie de captación necesaria;
- cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística.

En edificios que se encuentren en los casos b), c), d), y e), en el proyecto, se justificará la inclusión alternativa de medidas o elementos que produzcan un ahorro energético térmico o reducción de emisiones de dióxido de carbono, equivalentes a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar, respecto a los requisitos básicos que fije la normativa vigente, realizando mejoras en el aislamiento térmico y rendimiento energético de los equipos.

EXIGENCIAS

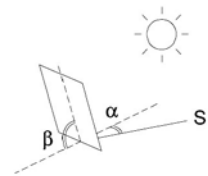
DISPOSICIÓN DE LOS CAPTADORES

Sin excepciones, se deben evaluar las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación. La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla siguiente:

	por orientación e inclinación	por sombras	máximo total
caso general	10%	10%	15%
superposición	20%	15%	30%
integración arquitectónica	40%	20%	50%

- Integración arquitectónica: cuando los módulos cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica.

- Superposición arquitectónica, cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, **no aceptándose en este concepto la disposición horizontal**, con en fin de favorecer la autolimpieza de los módulos.



Se considerarán como orientación e inclinación **óptimos**, respecto a los cuales calcular las pérdidas, los siguientes:

Rendimiento óptimo de los captadores

uso preferente	orientación (α)	inclinación (β)
en verano		° latitud - 10°
todo el año	sur	° latitud
en invierno		° latitud + 10°

DATOS PARA EL CÁLCULO

(HE 4 apartado 3.1.2)

CÁLCULO DE LA DEMANDA

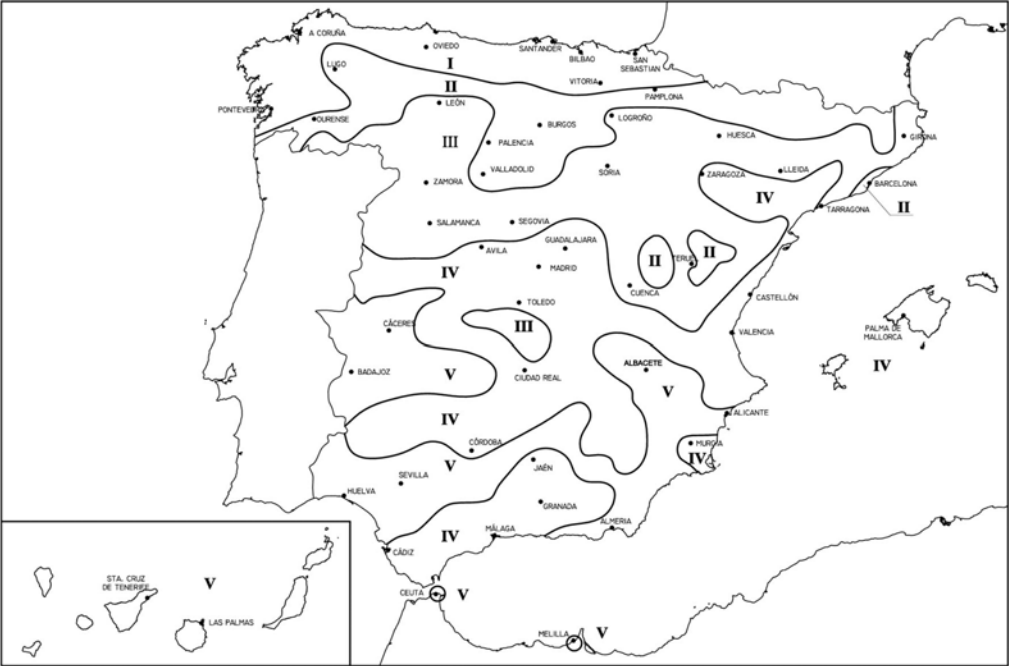
Demanda de referencia de ACS a 60 °C en función del tipo de vivienda y del número de dormitorios:

nº dormitorios (n)	1	2	3	4	5	6	7	>7
nº de personas	1,5	3	4	6	7	8	9	=n
caudal en l/día vivienda unifamiliar	45	90	120	180	210	240	270	30 x n
caudal en l/día vivienda plurifamiliar	33	66	88	132	154	176	198	22 x n

Si la temperatura de diseño, esto es, del agua del acumulador, fuera **distinta de 60°C**, se deberán consultar las fórmulas reflejadas en el punto 3.1.1.2. del DB HE 4. En todo caso, la contribución solar mínima exigida no varía. Para el cálculo de la contribución solar anual se estimarán las demandas mensuales en consideración al número de personas correspondientes a la ocupación plena. En el caso de edificios de varias viviendas se considerará la suma de las demandas de todas ellas.

ZONAS CLIMÁTICAS

Las zonas climáticas se definen por su Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal, resultando cinco zonas según el mapa siguiente:



**DATOS PARA
EL CÁLCULO**

(HE 4 apartado 3.1.2)

Para una consulta más rápida, se dispone de una tabla de localidades por provincias (tabla 3.3. del HE 4), que se reproduce a continuación simplificada, eliminando determinados listados de localidades por ser patente en el plano que se encuentran por entero en una misma zona climática:

A CORUÑA	A Coruña	I	BARCELONA	Ripollet	II	CORDOBA	Montilla	V
							Priego de	
ALAVA	Vitoria-Gasteiz	I		Rubi	II		Córdoba	V
ALBACETE	Albacete	V		Sabadel	III		Puente Genil	V
	Almansa	V		Sant Adria de Besos	II	CUENCA	Cuenca	III
	Hellín	V		Sant Boi de Llobregat	II	GIRONA	Blanes	III
	Villarrobledo	IV		Sant Cugat del Valles	II		Figueres	III
ALICANTE	Alcoy	IV		Sant Feliu de Llobregat	II		Girona	III
	Alicante	V		Sant Joan Despi	II		Olot	III
	Benidorm	IV		Sant Pere de Ribes	II		Salt	III
	Crevillent	V		Sant Vicenç dels Horts	II	GRANADA	Almuñecar	IV
				Santa Coloma de				
	Denia	IV		Gramenet	II		Baza	V
	Elche	V		Terrassa	III		Granada	IV
	Elda	IV		Vic	III		Guadix	IV
	Ibiza	IV		Viladecans	II		Loja	IV
	Javea	IV		Vilafranca del Penedes	II		Motril	V
	Novelda	IV		Vilanova i la Geltru	II	GUADALAJARA	Guadalajara	IV
							Donostia-	
	Orihuela	IV	BURGOS	Aranda de Duero	II	GUIPUZCOA	San Sebastian	I
	Petrer	IV		Burgos	II	HUELVA	Huelva	V
	San Vicente del Raspeig	V		Miranda de Ebro	II	HUESCA	Huesca	III
							Palma de	
	Torre Vieja	V	CACERES	Cáceres	V	BALEARES	Mallorca	IV
	Villajoyosa	IV		Plasencia	V	JAEN	Alcalá la Real	IV
	Villena	IV	CADIZ	Algeciras	IV		Andujar	V
ALMERIA	Adra	V		Arcos de la Frontera	V		Jaén	IV
	Almería	V		Barbate	IV		Linares	V
	El Ejido	V		Cádiz	IV		Martos	IV
	Roquetas de Mar	V		Chiclana de la Frontera	IV		Úbeda	V
ASTURIAS	Oviedo	I		Jerez de la Frontera	V	LA RIOJA	Logroño	II
				La Línea de la			Las Palmas de	
AVILA	Ávila	IV		Concepción	IV	LAS PALMAS	Gran Canaria	V
				El Puerto				
BADAJOS	Almendralejo	V		de Santa Maria	IV	LEON	León	III
	Badajoz	V		Puerto Real	IV		Ponferrada	II
							San Andres del	
	Don Benito	V		Rota	V		Rabanedo	III
	Mérida	V		San Fernando	IV	LUGO	Lugo	II
	Villanueva							
	de la Serena	V		San Roque	IV	LLEIDA	Lleida	III
BARCELONA	Badalona	II		Sanlúcar de Barrameda	V	MADRID	Madrid	IV
	Barbera del valles	II	CANTABRIA	Santander	I	MALAGA	Antequera	IV
	Barcelona	II	CASTELLON	Burriana	IV		Benalmadena	IV
	Castelldefels	II		Castellon de la Plana	IV		Estepona	IV
	Cerdanyola del Valles	II		La Vall d'Uixó	IV		Fuengirola	IV
	Cornella de Llobregat	II		Vila-Real	IV		Malaga	IV
	Gava	II		Vinaroz	IV		Marbella	IV
	Granollers	III	CEUTA	Ceuta	V		Mijas	IV
	L'Hospitalet						Rincón de la	
	de Llobregat	II	CIUDAD REAL	Alcazar de San Juan	IV		Victoria	IV
	Igualada	III		Ciudad Real	IV		Ronda	IV
	Manresa	III		Puertollano	IV		Torremolinos	IV
	El Masnou	II		Tomelloso	IV		Velez-Málaga	IV
	Mataro	II		Valdepeñas	IV	MELILLA	Melilla	V
	Mollet del Valles	II	CORDOBA	Baena	V	MURCIA	Águilas	V
	Montcada i Reixac	II		Cabra	V		Alcantarilla	IV
	El Prat de Llobregat	II		Córdoba	IV		Caravaca de la Cruz	V
	Premia de mar	II		Lucena	V			

DATOS PARA EL CÁLCULO (HE 4 apartado 3.1.2)	MURCIA	Cartagena	IV	PONTEVEDRA	Pontevedral	SEVILLA	San Juan de Aznalfarache	V
		Cieza	V		Redondela	I	Sevilla	V
		Jumilla	V		Vigo	I	Utrera	V
		Lorca	V		Vilagarcía de Arousa	I	SORIA	III
		Molina de Segura	V		Salamanca	III	TARRAGONA	IV
	NAVARRA	Murcia	IV	SALAMANCA	Santa Cruz de Tenerife	V	TARRAGONA	III
		Torre-Pacheco	IV		Segovia	III	Tortosa	IV
		Totana	V		Alcala de Guadaira	V	Valls	IV
		Yecla	V		Camas	V	El Vendrell	III
		Barañain	II		Carmona	V	TERUEL	III
	OURENSE	Pamplona	II	SANTA CRUZ	Coria del Río	V	TOLEDO	IV
		Tudela	III		Dos Hermanas	V	TOLEDO	IV
		Ourense	II		Ecija	V	VALENCIA	IV
		Palencia	II		Lebrija	V	VALLADOLID	III
		Palencia	II		Mairena del Aljarafe	V	VALLADOLID	II
	PALENCIA	Cangas	I	SEGOVIA	Morón de la Frontera	V	VIZCAYA	I
		A Estrada	I		Los Palacios y			
					Villafranca	V	ZAMORA	III
		Lalín	I		La Rinconada	V	ZARAGOZA	IV
		Marín	I					

DATOS PARA EL CÁLCULO
(HE 4 apartado 3.5)

CÁLCULO DE PÉRDIDA POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Para calcular las pérdidas se recurre a la figura que se reproduce a continuación (fig. 3.3 del HE 4):

Sobre la figura anterior se puede determinar cuál es el margen de montaje de los captadores, del siguiente modo:

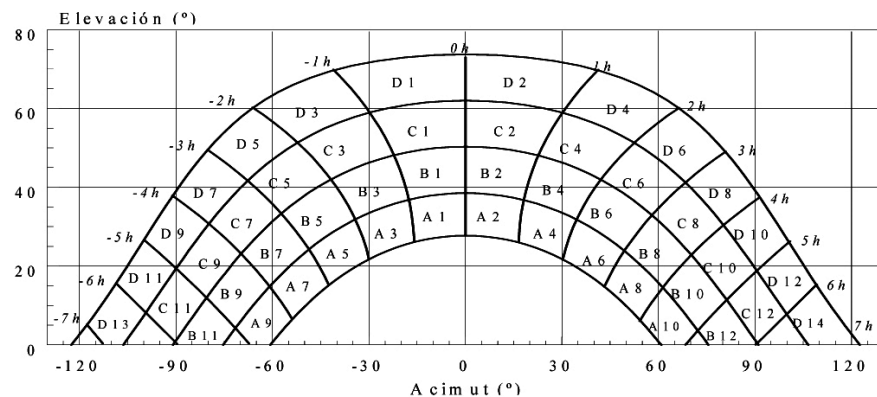
- Determinar cuál es la pérdida máxima permitida según el sistema de colocación elegido (general 10%, superposición 20% o integración arquitectónica 40%).
- Seleccionar la trama de ganancias correspondiente a 100 – pérdidas máximas.
- Localizar el perímetro exterior de la trama anterior.
- Trazar un radio que una el centro del círculo con la marca perimetral del azimuth previsto para los captadores.
- Identificar la intersección entre el radio así trazado y el perímetro exterior de la trama de pérdidas máximas correspondiente y obtener el margen de inclinación mediante la lectura de la línea del ángulo de inclinación.
- Considerar la latitud del emplazamiento del siguiente modo:
 - Si la latitud es **igual a 41°N**, comprobar directamente si la inclinación prevista de los captadores está dentro del margen resultante de la lectura del gráfico.
 - Si la latitud del emplazamiento es **mayor que los 41°N**, a los valores del ángulo de inclinación obtenidos en el punto 5 se les deberá **sumar** el valor que resulte de restar a la latitud los 41 grados.
 - Si la latitud del emplazamiento es **menor que los 41°N**, a los valores del ángulo de inclinación obtenidos en el punto 5 se les deberá **restar** el valor que resulte de restar a los 41 grados la latitud, con un **valor mínimo de 5°**.

DATOS PARA EL CÁLCULO

(HE 4 apartado 3.6 y apéndice B)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR SOMBRAS

Para calcular las pérdidas se recurre a la figura 3.4 del HE 4 que se reproduce a continuación.



Sobre la anterior que es una carta solar cilíndrica para la península se opera de la siguiente manera:

1. Suponiendo el punto 0,0 el de la situación del captador solar, se traza sobre la carta solar el perfil del obstáculo a través del recorrido de los ángulos de acimut y elevación. (Si el emplazamiento fuera en las islas Canarias habría que desplazar todas las curvas en sentido vertical 12°).
2. Entre las tablas recogidas al pie de este texto (apéndice B del HE 4) se elige como referencia aquélla cuyos ángulos de acimut y elevación **más se aproximan** a los de los captadores.
3. Se confecciona una expresión de sumandos, cada uno de los cuales está formado por el producto de la proporción sombreada (aproximando a 0,25 0,50 0,75 y 1,00), por el coeficiente que le corresponde en la mencionada tabla. Ese coeficiente se obtiene entrando con la letra y el número de cuadro afectado por la sombra (de A1 a D14).
4. El resultado de la expresión será el porcentaje de pérdidas por sombreado, que en su caso hay que sumar a las pérdidas por orientación e inclinación, para comprobar que la suma de ambos conceptos no rebasa los límites establecidos por la norma (cuadro ya reflejado en este documento).

	$\beta=35^\circ; \alpha=0^\circ$				$\beta=0^\circ; \alpha=0^\circ$				$\beta=90^\circ; \alpha=0^\circ$				$\beta=35^\circ; \alpha=30^\circ$			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,10
11	0,00	0,01	0,12	0,44	0,00	0,01	0,18	1,05	0,00	0,01	0,02	0,15	0,00	0,00	0,03	0,06
9	0,13	0,41	0,62	1,49	0,05	0,32	0,70	2,23	0,23	0,50	0,37	0,10	0,02	0,10	0,19	0,56
7	1,00	0,95	1,27	2,76	0,52	0,77	1,32	3,56	1,66	1,06	0,93	0,78	0,54	0,55	0,78	1,80
5	1,84	1,50	1,83	3,87	1,11	1,26	1,85	4,66	2,76	1,62	1,43	1,68	1,32	1,12	1,40	3,06
3	2,70	1,88	2,21	4,67	1,75	1,60	2,20	5,44	3,83	2,00	1,77	2,36	2,24	1,60	1,92	4,14
1	3,17	2,12	2,43	5,04	2,10	1,81	2,40	5,78	4,36	2,23	1,98	2,69	2,89	1,98	2,31	4,87
2	3,17	2,12	2,33	4,99	2,11	1,80	2,30	5,73	4,40	2,23	1,91	2,66	3,16	2,15	2,40	5,20
4	2,70	1,89	2,01	4,46	1,75	1,61	2,00	5,19	3,82	2,01	1,62	2,26	2,93	2,08	2,23	5,02
6	1,79	1,51	1,65	3,63	1,09	1,26	1,65	4,37	2,68	1,62	1,30	1,58	2,14	1,82	2,00	4,46
8	0,98	0,99	1,08	2,55	0,51	0,82	1,11	3,28	1,62	1,09	0,79	0,74	1,33	1,36	1,48	3,54
10	0,11	0,42	0,52	1,33	0,05	0,33	0,57	1,98	0,19	0,49	0,32	0,10	0,18	0,71	0,88	2,26
12	0,00	0,02	0,10	0,40	0,00	0,02	0,15	0,96	0,00	0,02	0,02	0,13	0,00	0,06	0,32	1,17
14	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,22

	$\beta=90^\circ; \alpha=30^\circ$				$\beta=35^\circ; \alpha=60^\circ$				$\beta=90^\circ; \alpha=60^\circ$				$\beta=35^\circ; \alpha=-30^\circ$			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
13	0,10	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,22
11	0,06	0,01	0,15	0,51	0,00	0,00	0,08	0,16	0,00	0,01	0,27	0,78	0,00	0,03	0,37	1,26
9	0,56	0,06	0,14	0,43	0,02	0,04	0,04	0,02	0,09	0,21	0,33	0,76	0,21	0,70	1,05	2,50
7	1,80	0,04	0,07	0,31	0,02	0,13	0,31	1,02	0,21	0,18	0,27	0,70	1,34	1,28	1,73	3,79
5	3,06	0,55	0,22	0,11	0,64	0,68	0,97	2,39	0,10	0,11	0,21	0,52	2,17	1,79	2,21	4,70
3	4,14	1,16	0,87	0,67	1,55	1,24	1,59	3,70	0,45	0,03	0,05	0,25	2,90	2,05	2,43	5,20
1	4,87	1,73	1,49	1,86	2,35	1,74	2,12	4,73	1,73	0,80	0,62	0,55	3,12	2,13	2,47	5,20
2	5,20	2,15	1,88	2,79	2,85	2,05	2,38	5,40	2,91	1,56	1,42	2,26	2,88	1,96	2,19	4,77
4	5,02	2,34	2,02	3,29	2,86	2,14	2,37	5,53	3,59	2,13	1,97	3,60	2,22	1,60	1,73	3,91
6	4,46	2,28	2,05	3,36	2,24	2,00	2,27	5,25	3,35	2,43	2,37	4,45	1,27	1,11	1,25	2,84
8	3,54	1,92	1,71	2,98	1,51	1,61	1,81	4,49	2,67	2,35	2,28	4,65	0,52	0,57	0,65	1,64
10	2,26	1,19	1,19	2,12	0,23	0,94	1,20	3,18	0,47	1,64	1,82	3,95	0,02	0,10	0,15	0,50
12	1,17	0,12	0,53	1,22	0,00	0,09	0,52	1,96	0,00	0,19	0,97	2,93	0,00	0,00	0,03	0,05
14	0,22	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,08

CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Los sistemas que conforman la instalación solar térmica para agua caliente son los siguientes:

- a) **Sistema de captación:** captadores solares que calientan el fluido de trabajo que circula por ellos;
- b) **Sistema de acumulación:** uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente;
- c) **Sistema hidráulico:** tuberías, bombas, válvulas, etc.;
- d) **Sistema de intercambio:** realiza la transferencia de energía térmica al agua caliente que se consume;
- e) **Sistema de regulación y control:** asegura el funcionamiento del equipo y protege al sistema de sobrecalentamientos y congelaciones;
- f) **Sistema de energía auxiliar:** equipo convencional de ACS que complementa la contribución solar para cubrir la demanda prevista.

El CTE HE 4 determina una serie de condiciones para el conjunto de la instalación y para cada uno de estos sistemas, conforme se indica resumidamente a continuación.

CONDICIONES GENERALES (HE 4 punto 3.2.)	CONCEPTO	CONDICIONES
	Materiales	- No se admite el acero galvanizado si $T_{\text{agua}} > 60^{\circ}\text{C}$ - Se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico.
	Circuitos	- Las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, con producto químico anticongelante, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. - Si la superficie de captación es $> 10 \text{ m}^2$ para un único circuito primario, éste será de circulación forzada.
	Protección	- Se estudiará la protección contra descargas eléctricas según reglamentación.
	Fluido portador	- Según especificaciones del fabricante del equipo.
	Protección contra heladas	- Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0°C , deberá estar protegido contra las heladas con un producto químico no tóxico cuyo calor específico no será inferior a 3 kJ/kg K , en 5°C por debajo de la mínima histórica registrada.
	Protección contra sobrecalentamientos	- Se instalarán sistemas, manuales o automáticos, que eviten sobrecalentamientos cuando la demanda no supere a la producción energética. - En el caso de dispositivos automáticos, se evitarán de manera especial las pérdidas de fluido anticongelante, el relleno con una conexión directa a la red y el control del sobrecalentamiento mediante el gasto excesivo de agua de red. - Cuando las aguas sean duras, es decir con sales de calcio entre 100 y 200 mg/l, se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60°C, sin perjuicio de la aplicación de los requerimientos necesarios contra la legionella. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos. - Si existen sistemas de drenaje como protección contra calentamientos, se diseñarán de manera que no supongan peligro ni para las personas ni para la instalación. - Protección contra quemaduras: si es previsible que se consigan temperaturas del ACS mayores de 60°C se instalará un sistema automático de mezcla en los puntos de consumo.
	Resistencia a presión	- Los circuitos se ensayarán con las siguientes condiciones: - Presión de prueba igual a 1,5 veces la presión máxima de servicio. - Duración de la prueba mínima de 1 hora. - Pérdida máxima de un 10% transcurrida la hora de prueba. - En sistemas abiertos con conexión a red se verificará para la máxima presión de la misma.
	Prevención de flujo inverso	- Se evitarán explícitamente las pérdidas energéticas por flujos inversos, mediante válvulas antirretorno o un diseño equilibrado de los circuitos.
SISTEMA DE CAPTACIÓN (HE 4 puntos 3.3.2 y 3.4.1.)	CONCEPTO	CONDICIONES
	Captadores	- Certificación de homologación según RD 891/1980 de 14 de Abril y Orden de 28 de Julio de 1980. - Rendimiento $\geq 40\%$. - Rendimiento medio en el periodo anual de uso de la instalación $\geq 20\%$. - Llevará en lugar visible una placa de identificación (empresa, modelo, año, nº de serie, área útil, peso, capacidad de líquido y presión máxima).

SISTEMA DE CAPTACIÓN (HE 4 puntos 3.3.2 y 3.4.1.)	CONCEPTO Captadores	CONDICIONES - Captadores con absorbente de hierro: no permitidos. - Captadores con absorbente de aluminio: fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y hierro. - Llevarán un orificio de ventilación para que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.
	Instalación de los Captadores	- Se colocarán formando filas y dentro de ellas en serie o en paralelo; se instalará una válvula de seguridad por fila. - Si la aplicación es exclusivamente de ACS se podrán conectar en serie: - en las zonas climáticas I y II, hasta 10 m², - en la zona climática III hasta 8 m², - en las zonas climáticas IV y V hasta 6m². - Las distintas filas se podrán conectar entre sí en paralelo, en serie ó en serie-paralelo,debiéndose instalar válvulas de cierre, en la entrada y salida. de las distintas baterías de captadores y entre las bombas. - La conexión entre captadores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente. - Los topes de sujeción de captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los captadores. - Le será de aplicación las exigencias de otros Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación que le pudieran afectar según el tipo de solución dada (general, superposición o integrada).
SISTEMA DE ACUMULACIÓN (HE 4 puntos 3.3.3 y 3.4.2.)	CONCEPTO Acumuladores	CONDICIONES - Llevará una placa de identificación en la que se indicará su pérdida de carga. Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador además figurará la superficie de intercambio en m² y la presión máxima de trabajo del circuito primario. - Cada acumulador vendrá equipado de fábrica con los siguientes manguitos: - roscados, para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente; - embridado, para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín; - roscados para la entrada y salida del fluido primario; - roscados para accesorios como termómetro y termostato y para el vaciado. - Los depósitos mayores de 750 l dispondrán de una boca de hombre con un diámetro mínimo de 400 mm, situada en uno de los laterales del acumulador y cerca del suelo, que permita la entrada de una persona sin necesidad de desmontar tubos ni accesorios. - Los posibles materiales de los acumuladores serán los siguientes: - acero vitrificado con protección catódica; - acero con un tratamiento que asegure la resistencia a temperatura y corrosión con un sistema de protección catódica; - acero inoxidable adecuado al tipo de agua y temperatura de trabajo; - cobre; - no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable; - acero negro (sólo en circuitos cerrados, cuando el agua de consumo pertenezca a un circuito terciario). - Estará enteramente recubierto con material aislante.
	Instalación de los Acumuladores	- El área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición: $180 \times A > V > 50 \times A$ - V: volumen del depósito de acumulación solar en litros; - A: suma de las áreas de los captadores en m². - Se ubicarán en lugares que permitan su sustitución por envejecimiento o averías. - Deberá instalarse un termómetro de fácil lectura por el usuario. - Conexiones: - La conexión de los acumuladores permitirá su desconexión individual sin interrumpir el suministro de agua caliente sanitaria. - La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por su parte inferior. - La conexión de retorno de consumo al acumulador y de agua fría de red se realizarán por la parte inferior.

SISTEMA ACUMULACIÓN (HE 4 puntos 3.3.3 y 3.4.2.)	CONCEPTO	CONDICIONES
		- La extracción de agua caliente del acumulador se realizará por su parte superior. - En los casos en los debidamente justificados en los que sea necesario instalar depósitos horizontales, las tomas de agua caliente y fría estarán situadas en extremos diagonalmente opuestos.
SISTEMA HIDRÁULICO (HE 4 puntos 3.3.3 y 3.4.2.)	CONCEPTO Condiciones generales	CONDICIONES - El circuito hidráulico debe concebirse inicialmente equilibrado y en su defecto el flujo será controlado por válvulas de equilibrado. - El caudal del fluido portador se determinará: - De acuerdo con las especificaciones del fabricante; - En su defecto su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de captadores. - Si los captadores están conectados en serie, el caudal de la instalación se obtendrá aplicando el criterio anterior y dividiendo el resultado por el número de captadores conectados en serie.
	Tuberías	- Se evitará que exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo. - Los recorridos de las tuberías deben ser lo más cortos y rectilíneos posible. - Los tramos horizontales tendrán una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación. - El aislamiento de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, salvo los necesarios para su buen funcionamiento. - En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embreadas y protección exterior con pintura anticorrosiva. - En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre, acero inoxidable y materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito y cuya utilización esté autorizada por las compañías de suministro de agua potable.
	Válvulas	- Para su elección se seguirán preferentemente los siguientes criterios: - para equilibrado de circuitos, de macho; - para vaciado, de esfera o de macho; - para llenado, de esfera; - para purga de aire, de esfera o de macho; - para seguridad, de resorte; - para retención, de disco de doble compuerta o de clapeta. - Las válvulas de seguridad deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.
	Purgadores	- Se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado. - El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³ salvo si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático. - Los purgadores automáticos deben soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador y en cualquier caso: - en las zonas climáticas I, II y III, hasta 130 °C, - en las zonas climáticas IV y V, hasta 150 °C, - se deben suprimir cuando se prevea la formación de vapor en el circuito, - la colocación de purgadores automáticos debe venir acompañada de dispositivos de purga manual.
	Bombas	- Se deben instalar sin que se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal. - Se situarán en las zonas más frías del circuito. - Permitirán efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga. - En instalaciones superiores a 50 m² de captadores se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario

SISTEMA HIDRÁULICO (HE 4 puntos 3.3.3 y 3.4.2.)	como en el secundario. Se preverá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática. - Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado - Cuando las conexiones de los captadores son en paralelo, el caudal nominal será igual al caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores en paralelo. - Potencia eléctrica máxima de la bomba (con exclusión de la potencia de las bombas de los sistemas de drenaje con recuperación): - sistemas pequeños: 50 W ó 2 % de la potencia máxima de los captadores, - sistemas grandes: 1 % de la potencia máxima de los captadores,	
SISTEMA HIDRÁULICO (HE 4 puntos 3.3.5 y 3.4.4. a 3.4.9.)	Vasos de expansión	Abiertos: - se situarán a una altura que imposibilite el desbordamiento del fluido y la introducción de aire en el circuito primario. - cuando se utilicen como sistemas de llenado o de rellenado dispondrán de una línea de alimentación mediante sistemas tipo flotador o similar. Cerrados: - se conectarán preferentemente en la aspiración de la bomba. - se dimensionarán con un exceso de capacidad sobre su cálculo normal de dilatación del fluido; - este exceso se concreta en aumentar su capacidad con el equivalente de lo contenido en los captadores y sus tuberías más un 10% de dicha cantidad.
	Llenado y drenaje	- Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. - Cuando la fuente habitual de suministro de agua incumpla las condiciones de pH y pureza requeridas, se adoptará un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo similar. - Las instalaciones que requieran anticongelante deben incluir un sistema que permita el relleno manual del mismo. - En el caso de dispositivos automáticos, se evitarán de manera especial las pérdidas de fluido anticongelante y el relleno con una conexión directa a la red.
SISTEMA DE INTERCAMBIO DE CALOR captador (HE 4 puntos 3.3.4. y 3.4.3.)	CONCEPTO Sistema	CONDICIONES - Cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de los captadores. - Si en una instalación sólo se usa un intercambiador entre el circuito de captadores y el acumulador, la transferencia de calor del intercambiador de calor por unidad de área de captador no debería ser menor que 40 W/m² K. - La potencia mínima P de un intercambiador independiente del acumulador, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día, suponiendo una radiación solar de 1000 W/m² y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición: $P \geq 500 \times A$ P: potencia mínima del intercambiador en W; A: área de captadores en m². - Para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15. - En cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.

SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL (HE 4 puntos 3.3.7., 3.3.8. y 3.4.10.)	CONCEPTO	CONDICIONES
	Sistema	Actuará de manera que las bombas: - no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas entre el portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación, sea menor de 2 °C. - no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. - la diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor que 2 °C. Asegurará que: - en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos. - en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura 3°C superior a la de congelación del fluido. - Alternativamente al control diferencial, se podrán usar sistemas de control accionados en función de la radiación solar. - Para el caso de instalaciones mayores de 20 m², además de los datos de medida de presión y temperatura, se deberá disponer al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables: - temperatura de entrada agua fría de red; temperatura de salida; - acumulador solar; - caudal de agua fría de red. - El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo.
	Sondas	- Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. - La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura, para conseguirlo en el caso de las de inmersión se instalarán en contra corriente con el fluido. Los sensores de temperatura deben estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean. - La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.
SISTEMA ENERGÉTICO AUXILIAR (HE 4 puntos 3.3.6)	CONCEPTO	CONDICIONES
	Sistema	Se debe disponer un sistema de energía convencional auxiliar, que: - se diseñara para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. - sólo entrará en funcionamiento cuando con el aporte solar no se cubran las necesidades previstas. - no se instalará nunca en el circuito primario de captadores. - dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente sobre la prevención y control de la legionelosis. - Si el sistema de energía convencional auxiliar no dispone de acumulación el equipo será capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cual sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo.

Anejo HE 4A:**TERMINOLOGÍA****ABSORBEDOR**

Componente de un captador solar cuya función es absorber la energía radiante y transferirla en forma de calor a un fluido.

CAPTADOR SOLAR TÉRMICO

Dispositivo diseñado para absorber la radiación solar y transmitir la energía térmica así producida a un fluido de trabajo que circula por su interior.

CARCASA

Es el componente del captador que conforma su superficie exterior, fija la cubierta, contiene y protege a los restantes componentes del colector y soporta los anclajes del mismo.

CERRAMIENTO

Función que realizan los captadores cuando constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanqueidad y aislamiento térmico.

CIRCUITO PRIMARIO

Circuito del que forman parte los captadores y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite.

CIRCUITO SECUNDARIO

Circuito en el que se recoge la energía transferida del circuito primario para ser distribuida a los puntos de consumo.

CIRCUITO DE CONSUMO

Circuito por el que circula agua de consumo.

CIRCULACIÓN NATURAL

Cuando el movimiento del fluido entre los captadores y el intercambiador del depósito de acumulación se realiza por convección y no de forma forzada.

DEPÓSITOS SOLARES CONECTADOS EN SERIE INVERTIDA

Depósitos conectados de forma que el sentido de circulación del agua de consumo es contrario al sentido de circulación de calentamiento del agua solar.

DEPÓSITOS SOLARES CONECTADOS EN PARALELO CON EL CIRCUITO SECUNDARIO EQUILIBRADO

Depósitos conectados en paralelo de forma que el sentido de circulación del agua de consumo es contrario al sentido de circulación de calentamiento del agua solar.

ELEMENTOS DE SOMBREADO

Cuando los captadores protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada del mismo.

INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA DE LOS CAPTADORES

Cuando los captadores cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica.

IRRADIANCIA SOLAR

Potencia radiante incidente por unidad de superficie sobre un plano dado. Se expresa en kW/m^2 .

IRRADIACIÓN SOLAR

Energía incidente por unidad de superficie sobre un plano dado, obtenida por integración de la irradiancia durante un intervalo de tiempo dado, normalmente una hora o un día. Se mide en kWh/m^2 .

PERDIDAS POR ORIENTACIÓN

Cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema captador a consecuencia de no tener la orientación óptima.

PERDIDAS POR INCLINACIÓN

Cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema captador a consecuencia de no tener la inclinación óptima.

PERDIDAS POR SOMBRAS

Cantidad de irradiación solar no aprovechada por el sistema captador a consecuencia de la existencia de sombras sobre el mismo en algún momento del día.

RADIACIÓN SOLAR

Es la energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

RADIACIÓN SOLAR GLOBAL MEDIA DIARIA ANUAL

Es la energía procedente del sol que llega a una determinada superficie (global), tomando el valor anual como suma de valores medios diarios.

REVESTIMIENTO

Cuando los captadores constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

SUPERPOSICIÓN DE CAPTADORES

Cuando los captadores se colocan paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en la integración arquitectónica. No obstante no se consideran los módulos horizontales.

TEMPERATURA DE ESTANCAMIENTO DEL CAPTADOR

Corresponde a la máxima temperatura del fluido que se obtiene cuando, sometido el captador a altos niveles de radiación y temperatura ambiente y siendo la velocidad del viento despreciable, no existe circulación en el captador y se alcanzan condiciones cuasiestacionarias.