

ANEXO 6

RECOMENDACIONES

6.1. Condiciones térmicas de verano para edificios con aire acondicionado

6.1.1. Ámbito de aplicación

Esta recomendación se establece para los edificios cuya potencia total instalada de refrigeración sea superior a 50 kW, y exclusivamente para el cerramiento de la zona o parte del edificio que esté climatizada.

6.1.2. Ganancias de calor permitidas en cubiertas

Para cualquier latitud el coeficiente máximo de transmisión de las cubiertas será el que se indica en la siguiente tabla:

Tabla 6.1

Tipo de cubierta	Valor máximo de K en kcal/h m ² °C (W/m ² °C)
Ventilada	1
Ligera no ventilada	0,6
Pesada no ventilada	0,8

El cumplimiento de esta recomendación no exime del cumplimiento de los requisitos obligatorios que se establecen en el articulado de la Norma cuando éstos sean más estrictos.

6.1.3. Ganancia total de calor permitida en cerramientos verticales

Los valores máximos admisibles de la ganancia de calor Q por unidad de superficie no serán superiores a los señalados en la fórmula siguiente dada en función de la latitud norte L en grados del lugar donde se ubique el edificio.

$$Q_{\max} = 0,76 L + 60,4 \text{ en kcal/h m}^2$$

$$(Q_{\max} = 0,88 L + 70,2 \text{ en W/m}^2)$$

Por ejemplo, un edificio con latitud 40° N no deberá tener unas ganancias totales de calor superiores a 90,8 kcal/h m² (105,6 W/m²).

La ganancia total de calor de un edificio se calculará con la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{\Sigma K_M \cdot S_M \cdot \Delta T_{eq} + \Sigma K_V \cdot S_V \cdot \Delta T + \Sigma S_V \cdot I \cdot F_s \cdot F_{ps}}{\Sigma (S_M + S_V)}$$

Donde:

K_M es el coeficiente de transmisión de calor del muro opaco, en kcal/h m² °C (W/m² °C).

K_V es el coeficiente de transmisión de calor de los huecos acristalados, ventanas y puertas, en kcal/h m² °C (W/m² °C)

S_M es la superficie de muro opaco, en m².

S_V es la superficie de huecos acristalados, en m².

ΔT_{eq} es la diferencia equivalente de temperatura que toma el valor 24 °C para fachadas ligeras de <200 kg/m² y el valor de 15 °C para fachadas pesadas de ≥200 kg/m².

ΔT es la diferencia de temperaturas secas, exterior e interior, estimadas en el cálculo del acondicionamiento, en °C.

I es la intensidad de la radiación directa que incide en la fachada, según la fórmula siguiente:

$$I = 5,8 L + 112 \text{ en kcal/h m}^2$$

$$(I = 6,7 L + 130 \text{ en W/m}^2)$$

donde L es la latitud norte en grados del lugar donde esté el edificio.

F_s es el factor de reducción solar debido al tipo de vidrio empleado en el acristalamiento y que puede tomarse de la tabla 6.2.

F_{ps} es el factor de protección solar debido al tipo de protección solar utilizado y que puede tomarse de la tabla 6.3.

NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN

CONDICIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS

Tabla 6.2.

Tipo de acristalamiento	Espesor en mm	Factor de transmisión energética	Factor solar F_s	
Sencillo: Vidrio sencillo Luna incolora	3	0,87	0,88	
	6	0,82	0,85	
	8	0,78	0,83	
	10	0,76	0,82	
	Luna color rosa	6	0,74	0,80
		8	0,64	0,73
	Luna color gris	6	0,49	0,64
		10	0,33	0,54
	Luna color verde	6	0,44	0,62
		10	0,32	0,53
	Luna color bronce	6	0,47	0,64
		10	0,31	0,52
	Luna reflectante	—	0,21 a 0,59	0,38 a 0,69
Doble: Lunas incoloras	6 + 6	0,67	0,73	
	8 + 8	0,63	0,70	
	10 + 8	0,61	0,68	
	Lunas color bronce + incolora	6 + 6	0,39	0,51
		10 + 8	0,24	0,37
	Lunas color gris + incolora	6 + 6	0,40	0,52
		10 + 8	0,26	0,41
	Lunas color verde + incolora	6 + 6	0,38	0,50
		10 + 8	0,28	0,39
	Reflectante	—	0,17 a 0,49	0,27 a 0,55

Tabla 6.3

Tipo de protección solar	Acabado	Factor de protección solar F_{ps}
Toldo exterior móvil Persiana interior enrollable completamente cerrada	Oscuro	0,35
	Claro	0,40
	Medio	0,60
Persiana interior enrollable medio cerrada	Oscuro	0,80
	Claro	0,70
	Medio	0,80
Persiana Veneciana interior con láminas a 45°	Oscuro	0,90
	Reflector	0,45
	Medio	0,65
Persiana exterior	Oscuro	0,75
	Oscuro	0,50-0,35

6.2. Aislamiento entre viviendas de un mismo edificio

Es recomendable que los elementos horizontales o verticales de separación entre viviendas o locales de un mismo edificio cuando estén calefactados por unidades móviles, por instalaciones unitarias, individuales y centralizadas con contadores individuales de calor, tengan el valor máximo de coeficiente de transmisión de calor K que se indica en la tabla 2 del artículo 5.º de la Norma para cerramientos con locales no calefactados.

Este es el caso frecuente de edificios de viviendas con locales comerciales o de servicios en planta baja que disponen de diferente sistema de calefacción que el resto del edificio.

6.3. Aislamiento térmico en edificaciones existentes

El aislamiento térmico en edificación existente puede cumplir los objetivos de ahorro de energía, de aumento del confort térmico y de corrección o supresión de problemas de puentes térmicos o de condensaciones.

No pudiendo darse unas reglas fijas sobre los sistemas de aislamiento térmico óptimos en elementos constructivos diversos, se dan a continuación, sin embargo, algunas soluciones constructivas sobre los elementos más frecuentes de la edificación, indicando sus ventajas e inconvenientes, lo que en cada caso servirá para elegir la solución técnico-económica más adecuada.

No puede olvidarse que el ahorro de energía, del cual el aislamiento térmico es parte muy importante, no puede tratarse únicamente desde este punto de vista, olvidando que los sistemas de calefacción, incluida su regulación, deben ser equilibrados a las nuevas condiciones térmicas del edificio.

Algunas de estas soluciones además pueden servir para el diseño del aislamiento en proyectos de nueva planta.

Cerramientos horizontales o inclinados menos de 60° con la horizontal

Elemento	Solución	Ventajas e inconvenientes
Forjado de cubierta horizontal	<p>Solución A: Aislamiento con placas de material rígido resistente a compresión encima de la impermeabilización existente, con protección mecánica como grava. Es la denominada cubierta invertida</p> <p>Solución B: Aislamiento con placas de aislante rígidas y no compresibles y nueva impermeabilización.</p>	<p>Ventajas: Se mejora el aislamiento térmico sin tener que hacer una nueva impermeabilización. La impermeabilización sufre menos choques térmicos.</p> <p>Inconvenientes: El agua de lluvia puede infiltrarse bajo el aislamiento con riesgo de disminución de su eficacia si éste es absorbente de la humedad. Aumenta la carga sobre la cubierta al precisarse protección pesada que impida flotar al aislante, más ligero que el agua.</p> <p>Ventajas: Esta operación puede realizarse cuando se precise reparar totalmente una impermeabilización.</p>
Cubierta inclinada formada por forjado horizontal, cámaras y tabiquillos, con tablero y elemento de cobertura.	Colocación de mantas o material a granel sobre el forjado en el espacio entre tabiquillos.	<p>Ventajas: Economía y facilidad de colocación. Puede realizarse la operación cuando vaya a repararse el tejado.</p> <p>Inconvenientes: No siempre hay posibilidades de acceder a esta cámara.</p>
Cubierta inclinada sobre forjado inclinado.	<p>Solución A: Colocación de paneles rígidos adheridos por el interior, o fijados sobre rastreles o perfiles.</p> <p>Solución B: Colocación de paneles rígidos o mantas sobre el forjado bajo los elementos de cobertura (normalmente de piezas solapadas como tejas, pizarras, etcétera).</p>	<p>Ventajas: Economía y mejora del confort apreciables, permitiendo hacer habituales los desvanes.</p> <p>Inconvenientes: Pérdida del volumen y altura habitable, y en desvanes ya habitados trabajos importantes de reposición de acabados y de instalaciones, además de las eventuales molestias a los ocupantes.</p> <p>Ventajas: No existen estorbos en el interior al realizarse todos los trabajos al exterior, suprimiéndose además los puentes térmicos. Pueden realizarse cuando se precise reparar gran parte de la cubierta.</p> <p>Inconvenientes: Se precisa desmontar totalmente la cubierta y volver a montarla con necesidad de fijar rastreles o elementos que encuadren el aislante y algún elemento para reparto del peso del material de cobertura y de las cargas de uso.</p>
Forjado sobre cámara.	Reducción del número y superficie de los orificios de ventilación, sin eliminar totalmente la ventilación.	<p>Ventajas: Solución fácil.</p> <p>Inconvenientes: Limitación de las posibilidades de eliminación de la humedad, pudiendo ocasionarse problemas de condensaciones, si la ventilación se disminuye demasiado.</p>
Forjado sobre intemperie o espacios muy ventilados.	Fijación de panel aislante rígido adherido por la cara exterior con o sin acabado incorporado.	<p>Ventajas: Supresión de puentes térmicos.</p> <p>Inconvenientes: Precisa nuevo acabado si no lo lleva el aislante.</p>

NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN CONDICIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS

Cerramientos verticales o inclinados más de 60° con la horizontal

Elemento	Solución	Ventajas e inconvenientes
Fachada opaca formada por muro, cámara y tabique.	<p>Solución A: Aislamiento por el interior con placas rígidas de aislante.</p> <p>Solución B: Relleno de la cámara con aislante en espuma inyectable.</p> <p>Solución C: Aislamiento exterior con placas de aislante rígido y posterior revestimiento de acabado.</p>	<p>Ventajas: No se precisan andamiajes. No se modifica el aspecto exterior del edificio. Puede realizarse en todos los edificios independientemente de los detalles de la fachada.</p> <p>Inconvenientes: Molestias a los ocupantes del edificio y eventual desalojo de los mismos. Trabajos importantes de reposición, como falsos techos, suelo, revestimientos, instalaciones eléctricas y de calefacción.</p> <p>Ventajas: Facilidad de ejecución sin andamiaje. Conservación del aspecto exterior de la fachada. Trabajos mínimos de reposición al estado original.</p> <p>Inconvenientes: Imposibilidad de controlar eficazmente la expansión de la espuma debido a la frecuencia con que las cámaras tienen interrupciones. No utilizable cuando la cámara tenga como fin la ventilación del muro.</p> <p>Ventajas: Supresión de puentes térmicos y de fisuras en revocos antiguos. Protección eficaz de las estructuras de la intemperie. Cooperación en la estanqueidad de la fachada.</p> <p>Inconvenientes: Precisa andamiajes completos. Puede modificar el aspecto exterior de la fachada. De difícil ejecución según la importancia de los entrantes y salientes de la fachada.</p>
Fachada opaca formada por un muro de una hoja de ladrillo, bloques, hormigón, etcétera.		Pueden emplearse las soluciones A y C del caso anterior con idénticas ventajas e inconvenientes.
Ventanas.	<p>Solución A: Sustitución del vidrio simple por doble acristalamiento con cámara.</p> <p>Solución B: Instalación de dobles ventanas al interior o exterior con cámara sin influencia de su espesor.</p>	<p>Ventajas: Aumenta el aislamiento acústico además del térmico. Limpieza idéntica al simple acristalamiento.</p> <p>Inconvenientes: Las carpinterías no siempre pueden soportar el peso adicional del nuevo acristalamiento, o bien no pueden instalarse en galces pequeños. Inutilización de los acristalamientos anteriores.</p> <p>Ventajas: Mejor aislamiento térmico y acústico que en la solución anterior.</p> <p>Inconvenientes: Gastos importantes en la adquisición de las nuevas ventanas y en su colocación que precisa trabajos de albañilería y acabados. Molestias eventuales a los ocupantes del edificio si la colocación es por el interior.</p>

6.4. Recomendaciones para el empleo de materiales aislantes en los elementos constructivos

Se dan en este apartado unas recomendaciones generales sobre la adecuación a algunas soluciones constructivas de determinados materiales aislantes, acabados, o bien producidos in situ; por su naturaleza física, entendiendo como aislantes básicos aquellos cuya función primordial es la del aislamiento térmico, y como aislantes constructivos aquellos otros que forman parte de elementos con otras funciones, o que ellos mismos las tienen, y finalmente por su forma de presentación, en forma de material rígido, semirrígido y flexible, granuloso y pulverulento, y pastoso.

A estos efectos se consideran materiales aislantes rígidos a los que tienen características mecánicas iguales a las exigibles a un material de construcción normal considerado como rígido, o bien a los que al menos son autosustentantes; semirrígidos y flexibles a los que no son autosustentantes; granulados y pulverulentos a los que con presentación amorfa están compuestos por partículas granulares o pulverulentas no aglomeradas; y, finalmente, se consideran pastosos a los que procedentes de componentes químicos se conforman en obra, adoptando en primer lugar este aspecto para pasar posteriormente a tener las características de rígido o semirrígido.

En el cuadro, el asterisco indica que el material aislante de este tipo es el utilizable en esa solución constructiva y el círculo indica que ese material puede emplearse cuando por medio de materiales auxiliares se le den las características de rígido.

Cubiertas

Elemento constructivo			Sistemas de fabricación		Naturaleza física			Forma de presentación			
			Prefabricado	In situ	Aislante básico	Aislante constructivo	Rígido	Semirrígido y flexible	Granulado y pulverulento	Pastoso	
Cubierta plana	Con cámara de aire	Aislamiento sobre faldón	★		★		★	○	○		
		Faldón aislante	★			★				★	
		Aislamiento en la cámara	★	★	★		★	★	★	★	
		Forjado aislante	★	★	★	★	★	★	★	★	
		Aislamiento bajo forjado	★	★	★	★	★	○	○	○	
	Sin cámara de aire	Aislamiento sobre faldón	★		★		★	○	○		
		Faldón aislante de espesor uniforme	★		★		★	○	○		
		Faldón aislante de espesor variable	★	★	★	★	★		★	★	
	Sin cámara de aire	Aislamiento sobre el forjado	★		★		★	○	○		
		Forjado aislante	★	★	★	★	★		★	★	
		Aislamiento bajo forjado	★	★	★		★	○	○	○	
		Cubierta invertida	★		★		★				
	Cubierta inclinada	Con cámara de aire	Aislamiento sobre faldón	★		★		★	○	○	
			Aislamiento en la cámara	★	★	★		★	★	★	★
			Forjado aislante	★	★	★	★	★	★	★	★
Aislamiento bajo forjado			★	★	★	★	★	○	○	○	
Sin cámara de aire		Aislamiento sobre el forjado	★		★		★	○	○		
		Forjado aislante	★			★	★			★	
		Aislamiento bajo forjado	★	★	★	★	★	○	○	○	

NORMA BÁSICA DE LA EDIFICACIÓN

CONDICIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS

Cerramientos horizontales

Elemento constructivo			Sistemas de fabricación		Naturaleza física			Forma de presentación		
			Prefabricado	In situ	Aislante básico	Aislante constructivo	Rígido	Semirrígido y flexible	Granulado y pulverulento	Pastoso
Sobre el terreno	Forjados	Aislamiento sobre el forjado	★		★		★	○	○	
		Forjado aislante	★			★	★			★
	Soleras	Aislamiento sobre solera	★		★		★	○	○	
		Solera aislante	★			★	★			★
Sobre espacios abiertos no calefactados		Aislamiento sobre el forjado	★		★		★	○	○	
		Forjado aislante	★	★	★	★	★		★	★
		Aislamiento bajo forjado	★	★	★	★	★	★	★	★
Falso techo			★		★		★	○	○	○

Cerramientos verticales

Elemento constructivo			Sistemas de fabricación		Naturaleza física			Forma de presentación		
			Prefabricado	In situ	Aislante básico	Aislante constructivo	Rígido	Semirrígido y flexible	Granulado y pulverulento	Pastoso
Cerramiento opaco (muros)	Con cámara de aire	Aislamiento por el exterior	★	★	★		★	○	★	★
		Aislamiento en cámara con relleno total	★	★	★		★	★	★	★
		Aislamiento en cámara con relleno parcial	★	★	★		★	○	★	★
	Sin cámara de aire	Aislamiento por el interior	★	★	★		★	○	★	★
		Elementos de cerramiento aislantes	★			★	★		★	
		Aislamiento por el exterior	★	★	★		★	○	★	★
Cerramiento no opaco		Doble acristalamiento	★		★	★	★			
		Hormigón traslúcido	★		★	★	★	★	★	★
Puentes térmicos en cerramientos		Vigas	★		★	★	★	★	★	★
		Soportes	★	★	★	★	★	★	★	★
		Forjados	★		★	★	★	★	★	★
		Hornacinas	★		★	★	★	★	★	★
		Cajas de persianas	★		★		★	★	★	