

Edificios



Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envoltente Térmica de los Edificios

Soluciones

de Aislamiento
con Espumas
Flexibles



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía



Soluciones

de Aislamiento con Espumas Flexibles



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

TÍTULO DE LA PUBLICACIÓN

Soluciones de Aislamiento con Espumas Flexibles

CONTENIDO

La presente guía ha sido redactada por la Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMAT) para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), con el objetivo de promocionar la eficiencia en el uso final de la energía en los edificios.

.....

Esta publicación está incluida en el fondo editorial del IDAE, en la serie “Guías Técnicas para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios”.

Está permitida la reproducción, parcial o total, de la presente publicación, siempre que esté destinada al ejercicio profesional por los técnicos del sector. Por el contrario, debe contar con la aprobación por escrito del IDAE, cuando esté destinado a fines editoriales en cualquier soporte impreso o electrónico.

Depósito Legal: M-45377-2008

ISBN: 978-84-96680-41-8

.....

IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

C/ Madera, 8

E-28004-Madrid

comunicacion@idae.es

www.idae.es

Madrid, septiembre de 2008

ÍNDICE

1	Introducción	5
2	Objeto y contenido	7
3	Ámbito de aplicación	9
4	El aislamiento térmico de instalaciones	11
4.1	El aislamiento térmico flexible de espuma elastomérica	11
4.2	El aislamiento térmico flexible de espuma de polietileno	12
5	Características técnicas de estos aislamientos	13
5.1	El coeficiente de conductividad térmica λ	13
5.2	Propiedades de la espuma elastomérica	15
5.3	Propiedades de la espuma de polietileno	15
6	El aislamiento ante el problema de la condensación en instalaciones con fluidos fríos	17
6.1	La condensación superficial	17
6.2	Cálculo del espesor de aislamiento necesario para impedir la condensación	18
6.3	Relación entre superficies planas y curvas	19
7	La condensación intersticial y los beneficios a largo plazo de un aislamiento - con alto factor de resistencia a la difusión del vapor de agua	21
8	Los beneficios a largo plazo de un aislamiento con alto factor de resistencia - a la difusión del vapor de agua	23
8.1	Conceptos generales	23
8.2	La permeabilidad al vapor de agua	23
8.3	El factor de resistencia al vapor de agua (Factor μ)	24

9	Protección contra la congelación	25
10	El aislamiento mejora el rendimiento de la instalación	27
11	Aislamiento acústico	29
12	Aislamiento y su reacción al fuego	31
13	Características supervisadas	33
14	Legislación sobre las instalaciones térmicas de los edificios	35
14.1	Procedimiento simplificado en el RITE	35
14.2	Procedimiento alternativo en el RITE	38
15	Ahorro energético con el uso de aislamiento de espumas flexibles en las instalaciones	39
15.1	Espesor mínimo, espesor económico	40
16	Casos prácticos para la rehabilitación de edificios con espumas flexibles	41
16.1	Aislar tuberías de calefacción con espumas flexibles	41
16.2	Aislar tuberías/conductos de equipos de aire acondicionado	49

1

INTRODUCCIÓN

En abril de 2006, la Asociación Nacional de Industriales de Materiales Aislantes (ANDIMAT) y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) firmaron un convenio de colaboración con el objetivo de promover actuaciones encaminadas a mejorar la eficiencia energética de la envolvente térmica de los edificios de nueva construcción y de los existentes, así como del aislamiento de los equipos y redes de tuberías de las instalaciones de calefacción, climatización y producción de agua caliente sanitaria.

Estas actuaciones se enmarcan en un doble contexto. Por una parte, la aprobación de un nuevo marco normativo para la energética edificatoria, más exigente en materia de aislamiento y desarrollado a través del Documento Básico de ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación, el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción y el nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Por otra, la realización de Planes de Acción para la Eficiencia Energética, a los que obliga la Directiva 2006/32/CE, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos. Una de las medidas contenida en estos planes es una línea de apoyo económico para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios existentes, con el fin de reducir su demanda energética en calefacción y refrigeración.

Para que la aplicación de la normativa sea adecuada y que las medidas de rehabilitación de los

edificios existentes y sus sistemas se ejecuten adecuadamente, se requiere un esfuerzo adicional de información, formación y concienciación dirigido a los profesionales que intervienen en el sector de la edificación para que apliquen correctamente las técnicas y a los ciudadanos para que demanden estas medidas. Aquí se hace imprescindible la participación de las familias de materiales aislantes agrupadas en ANDIMAT, que deben aportar soluciones técnicas concretas y cuantificar sus ventajas energéticas, económicas y medioambientales.

Para cumplir con este objetivo se ha elaborado una colección de guías divulgativas y técnicas. Las guías divulgativas están dirigidas a propietarios y titulares de edificios y recogen aspectos prácticos y orientaciones sobre las posibles intervenciones de mejora del aislamiento térmico en cubiertas, fachadas, suelos, medianeras y tuberías y conductos de fluidos térmicos, exponiéndolas en un lenguaje no técnico. Las guías técnicas son complementarias a las anteriores y están dirigidas a los profesionales del sector de la edificación, con información más detallada en el plano técnico.

La puesta en práctica de las medidas propuestas por estas guías, dirigidas a la mejora del aislamiento térmico de los edificios, puede suponer ahorros energéticos, económicos y de emisiones de dióxido de carbono del 30%, por un menor consumo de energía en las instalaciones térmicas de los edificios.

2

OBJETO Y CONTENIDO

El propósito de esta guía es proporcionar información sobre las oportunidades de ahorrar energía mediante la incorporación de aislamiento térmico en las instalaciones de conducción de agua fría o caliente y de conductos de aire acondicionado de los edificios. Se trata de tuberías, conductos, depósitos y sus accesorios.

De esta manera se reducen notablemente las pérdidas energéticas en el transporte o almacenamiento de agua caliente y además se evitan posibles condensaciones en las de agua fría, retrasa el riesgo de congelaciones y otras ventajas que se van a analizar.

Su uso en conductos de aire acondicionado también aporta beneficios energéticos y acústicos a las instalaciones.

3

ÁMBITO DE APLICACIÓN

El contenido de esta guía es aplicable en todos los edificios existentes que tengan tuberías, depósitos y conductos. La incorporación de aislamiento en las instalaciones térmicas representa una de las acciones más eficaces para la eficiencia energética de los equipos como calderas para calefacción y agua caliente sanitaria, energía solar, o equipos de aire acondicionado instalados en el edificio.

Un correcto aislamiento térmico mejora el rendimiento de la instalación, dado que los equipos trabajan con fluidos a temperaturas próximas a los valores de diseño, lo que conlleva un ahorro en el consumo de energía y en algunos casos disminuye el tamaño de los equipos.

La mayoría de los edificios históricos no incorporan un aislamiento térmico adecuado en sus

instalaciones, pero si se realiza una rehabilitación, con las espumas flexibles se consigue una actuación sencilla, rápida y eficaz.

En general, todas las viviendas que poseen conducciones de agua caliente incorrectamente aisladas, no sólo pierden energía a través de la conducción sino que también derrochan agua, ya que lo habitual es dejar correr el grifo hasta que la temperatura del agua sea la adecuada para su uso.

A veces es también necesario mantener una temperatura superficial por motivos de seguridad.

Otro aspecto interesante es el aislamiento acústico que se consigue, ya que al instalar materiales flexibles en las conducciones se alcanzan reducciones del ruido próximas a 25 dB (A).

4

EL AISLAMIENTO TÉRMICO DE INSTALACIONES

El aislamiento térmico tiene por objeto reducir las pérdidas energéticas y, en general, se divide según sean sus aplicaciones en aislamientos: bien para la edificación o bien en aislamiento para instalaciones energéticas.

A su vez, las instalaciones pueden ser: industriales, en cuyo caso podrían alcanzar temperaturas extremas, o instalaciones en los edificios con inferior rango de temperaturas, que son las recogidas en esta guía.

Según el desarrollo de los trabajos del Grupo 10 del Comité Europeo de Normalización CEN TC 88, se están preparando normas sobre todos los materiales aislantes usados en instalaciones y equipos: lana mineral, vidrio celular, poliestireno expandido y extruido, espuma fenólica, espuma

de poliuretano, silicato cálcico, espuma de polietileno y espuma elastomérica.

De todos ellos, se considera aislamiento térmico flexible a la espuma elastomérica, si bien la espuma de polietileno permite su empleo en aplicaciones similares.

4.1 EL AISLAMIENTO TÉRMICO FLEXIBLE DE ESPUMA ELASTOMÉRICA

Elastómero, que es un término poco usado, significa “caucho”. Dada su flexibilidad, se adapta con facilidad a cualquier superficie.

Elastómeros comunes son los neumáticos, las escobillas del limpiaparabrisas, las mangueras de goma para jardines y los balones de baloncesto.

Los aislamientos térmicos flexibles de espuma elastomérica (FEF) son espumas de célula cerrada, fabricadas de caucho natural o sintético con otros polímeros. Pueden modificarse mediante aditivos plastificantes. En su proceso de fabricación el caucho se vulcaniza.



Figura 1: Aspecto de aislamiento flexible de espuma elastomérica

En el año 1745, Charles-Marie de la Condamine introdujo por primera vez el caucho natural en Europa, lo que revolucionó la industria del siglo XVIII. Desde entonces se han desarrollado un sinnúmero de subproductos del caucho (o látex) para infinidad de aplicaciones.

4.2 EL AISLAMIENTO TÉRMICO FLEXIBLE DE ESPUMA DE POLIETILENO

La espuma de polietileno es una espuma polimérica orgánica de estructura celular cerrada (PEF), siendo también un material flexible adaptable.

Las espumas de polietileno pueden tener diferentes aplicaciones: colchonetas de camping (aislante térmico), en aislamiento de túneles (impermeable al agua), en aislamiento de tubos-coquillas o de conductos de aire acondicionado, o como paneles anti-aguas en automoción y como láminas anti-impacto en construcción (aislamiento acústico).

El proceso de fabricación de las espumas de polietileno lleva consigo una diferenciación en familias de espumas de polietileno:

- Espumas de polietileno no reticulado.
- Espumas de polietileno reticulado.

Las dos familias de espumas presentan estructura celular cerrada y pueden modificarse sus propiedades elásticas mediante el uso de copolímeros flexibles.

En la fabricación de las espumas de polietileno reticulado, por medio de un proceso especial, se consigue entrelazar entre sí las cadenas lineales de polímero creándose una estructura de red tridimensional que aporta una mejora de propiedades mecánicas, resistencias térmicas y un mejor envejecimiento.

La reticulación de un polímero es el equivalente a la vulcanización de un caucho.



5

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ESTOS AISLAMIENTOS

5.1 EL COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA λ

La característica más importante de todo aislamiento térmico es su coeficiente de conductividad, parámetro que indica el calor cedido en una pared, expresado por unidad de superficie y espesor en la unidad de tiempo y cuando entre sus superficies interior y exterior se establece la diferencia de temperatura de un grado. Se entiende la pared suficientemente grande para evitar flujos laterales.

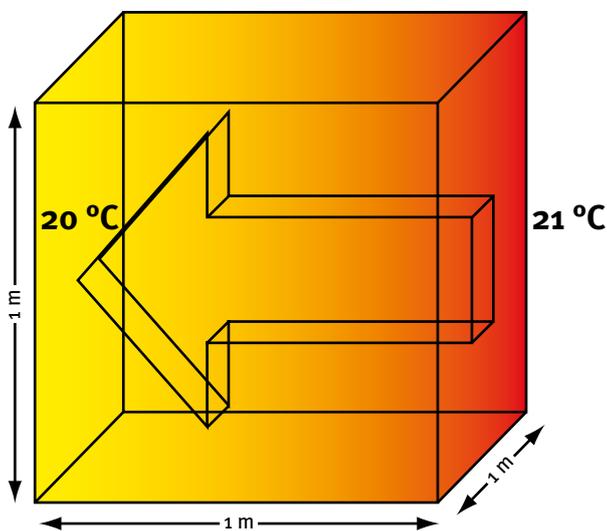


Figura 2: La flecha nos indica el flujo de calor por grado (21-20) en un m³ de pared

Se representa por el símbolo λ (lambda) siendo sus unidades físicas: W/(m·K).

El valor de la conductividad térmica puede consultarse en todas las publicaciones sobre aislamientos para los cálculos que se deban realizar. No se trata de un valor fijo, sino que

depende de varios factores, tales como la temperatura, la densidad, la humedad, y el deterioro o envejecimiento del material, como puede apreciarse en los esquemas siguientes

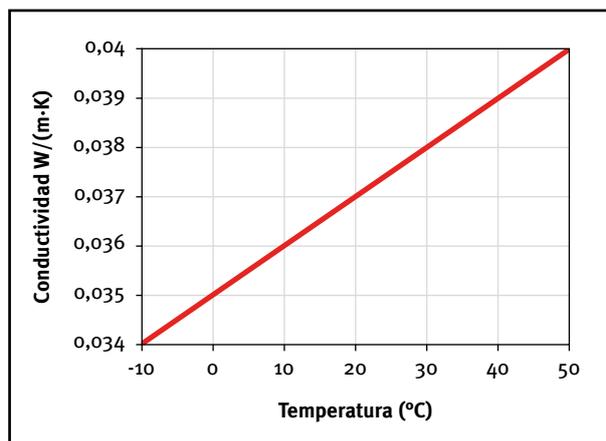


Figura 3: Gráfica representando la variación de la conductividad térmica con la temperatura

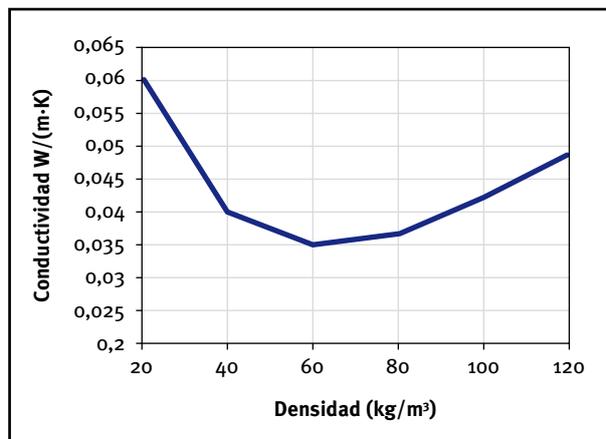


Figura 4: Gráfica representando la variación de la conductividad con la densidad

Para más detalles técnicos puede consultarse la Norma UNE-EN ISO 7345.

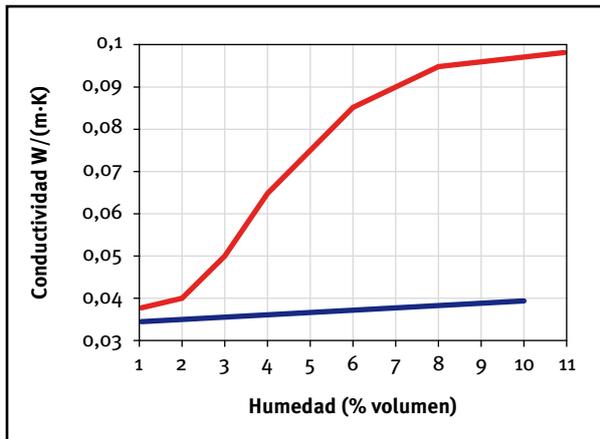


Figura 5: Gráfica representando la variación de la conductividad con el contenido de humedad

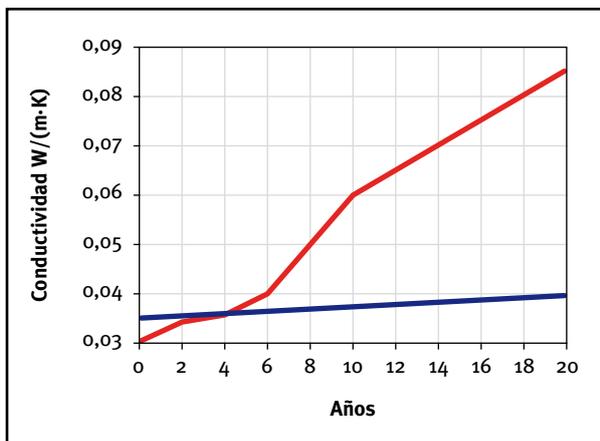


Figura 6: Gráfica representando la variación de la conductividad con el envejecimiento

Se debe diferenciar también entre el valor de este coeficiente de conductividad obtenido con un simple ensayo, el valor controlado o supervisado “por terceros” (también llamado valor declarado) y el valor en la práctica o de diseño, que incluye coeficientes correctores en función de la aplicación.

En el momento de redactar esta guía se encuentran en preparación dos normas sobre valor declarado (EN ISO 13787) y de diseño (por el CEN 89 WG3).

En el futuro proceso de marcado CE para estos aislamientos térmicos de instalaciones, los fabricantes deberán declarar una curva de conductividad térmica para el rango de temperaturas de aplicación de sus productos. En la actualidad se da un valor a 10 °C.

El coeficiente de conductividad está asociado al ahorro energético. Para un mismo espesor se tienen menores pérdidas cuanto menor sea la conductividad. En otras palabras, a menor conductividad, mejor aislamiento térmico y mayor ahorro energético.

En superficies planas, a mayor espesor de pared se consigue mayor porcentaje de ahorro.

Sin embargo, el criterio de mayor espesor no sigue siempre la misma regla y no siempre es aplicable en el caso de tuberías de pequeño diámetro (por ejemplo de calefacción). En este caso, si la tubería está hecha de un material de conductividad alta, un aislante puede no reducir la temperatura superficial lo suficiente, mientras que el aumento de esta superficie en contacto con el exterior puede provocar mayores pérdidas por convección y radiación.

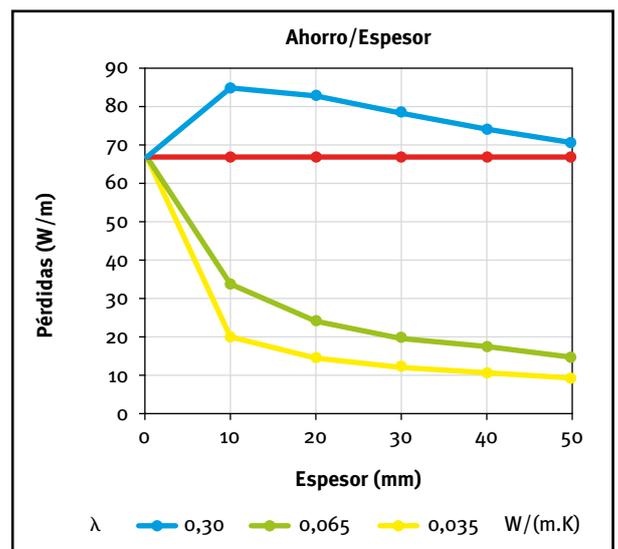


Figura 7: Gráfica representando las pérdidas energéticas para distintos espesores y conductividades

En la figura anterior, la curva inferior (amarilla) muestra un importante descenso de las pérdidas con el uso de un aislamiento con $\lambda = 0,035$ W/(m·K) a 10 °C.

La segunda curva, en verde, corresponde a un valor de λ de 0,065 W/(m·K) a 10 °C. Este valor es el límite máximo aceptado en las normas de aislamiento para instalaciones, que se están

preparando en el CEN 88 WG10. Según este criterio, materiales con valores de λ superiores no serían considerados aislamientos térmicos.

La tercera, en rojo, sería una hipotética solución sin considerar λ en el cálculo, es decir, una suelta tubería de espesor cero; lo que se emplea normalmente para el cálculo de pérdidas energéticas o porcentajes de ahorro.

La cuarta, en azul, correspondería a un material de λ de 0,30 W/(m·K). El aumento de las pérdidas que se observa se produce porque las pérdidas por convección y radiación debidas al coeficiente superficial de transmisión de calor h_e , pueden ser mayores que el ahorro por conducción, cuando el valor de λ está por encima de los aceptados para los materiales aislantes.

5.2 PROPIEDADES DE LA ESPUMA ELASTOMÉRICA

La espuma elastomérica se fabrica a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada y con un elevado factor de resistencia a la difusión de vapor de agua. Es un producto maleable y sus características técnicas aseguran un eficiente aislamiento térmico y el control de la condensación.

Se presenta en el mercado en forma de coquillas para aislamiento de tuberías y en forma de planchas para aislamiento de depósitos y conductos.

Es un aislamiento térmico con un excelente rendimiento en baja y media temperatura y además de fácil instalación, reduciendo al máximo los costes de mano de obra. Posee en su estructura una barrera de vapor y un buen comportamiento en cuanto a reacción al fuego.

- Coeficiente de conductividad: 0,036-0,038 W/(m·K).
- Por su gama de temperaturas de trabajo óptima: -40 a 105 °C.
- Porque son autoextinguibles.
- Por su gran flexibilidad.
- Por su estructura de células cerradas.
- Porque su piel es lisa por ambas caras.

- Por su elevada resistencia mecánica.
- Por la completísima gama de tamaños y espesores.
- Porque están fabricados sin CFC ni HCFC.
- Por ser un producto fisiológicamente neutro.
- Por su facilidad de instalación.
- Se pueden suministrar con adhesivo en una cara.
- Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua; μ entre 5.000 a 10.000.
- Flexibilidad, la cual hace la instalación más fácil y limpia.
- Buena resistencia a la intemperie y rayos ultravioleta.
- Baja absorción de agua.

5.3 PROPIEDADES DE LA ESPUMA DE POLIETILENO

La espuma de polietileno se presenta en forma de coquillas extruidas de espuma de polietileno no reticulado y reticulado de célula cerrada para aislamiento térmico de tuberías en sistemas de calefacción, refrigeración, aire acondicionado, fontanería e insonorización de bajantes.

Propiedades generales

La estructura celular cerrada presente en las espumas de polietileno es la base de propiedades como la flexibilidad, la baja conductividad térmica, la alta resistencia a la humedad y sus propiedades barrera al vapor.

Además, el proceso de reticulación aporta importantes mejoras a las espumas de polietileno:

- Elevada resistencia a los agentes químicos, tanto de naturaleza orgánica (disolventes, derivados del petróleo), como inorgánicos (ácidos y bases débiles).
- Mayor resistencia a la degradación por la intemperie. Esto hace que, junto a la buena inercia química, las espumas de polietileno reticulado puedan usarse en aplicaciones donde los factores de agresión de un

medio externo sean importantes. En los casos en que la espuma quede expuesta directamente a la radiación solar, ésta deberá estar protegida mediante filmes o protectores especiales contra la radiación ultravioleta.

- Resistencia a la temperatura. Al tener una estructura molecular tridimensional la temperatura de fusión se ve incrementada, mejorándose la estabilidad térmica dimensional.
- Mayores resistencias mecánicas, dadas por la tracción, alargamiento a rotura, resistencia a compresión, deformación remanente, así como la fluencia de compresión bajo carga.
- No se usan CFCs en su fabricación.

6

EL AISLAMIENTO ANTE EL PROBLEMA DE LA CONDENSACIÓN EN INSTALACIONES CON FLUIDOS FRÍOS

Desde el punto de vista histórico, evitar el problema de la condensación en instalaciones con fluidos fríos fue el principal reto que debía superar un aislamiento térmico.

En el aislamiento térmico se pueden dar dos tipos de condensación, una la superficial y otra la intersticial.



Figura 8: El aislamiento debe evitar la condensación

6.1 LA CONDENSACIÓN SUPERFICIAL

Nociones generales

La presión atmosférica es la suma de las presiones parciales de los distintos gases y aunque es variable según la altitud y el clima, tiene un valor comúnmente aceptado de 760 mm de Hg (mercurio).

El vapor de agua aporta una presión parcial en función de su concentración, que viene dada en tanto por ciento y que llamamos humedad relativa.

El contenido de humedad varía con la temperatura.

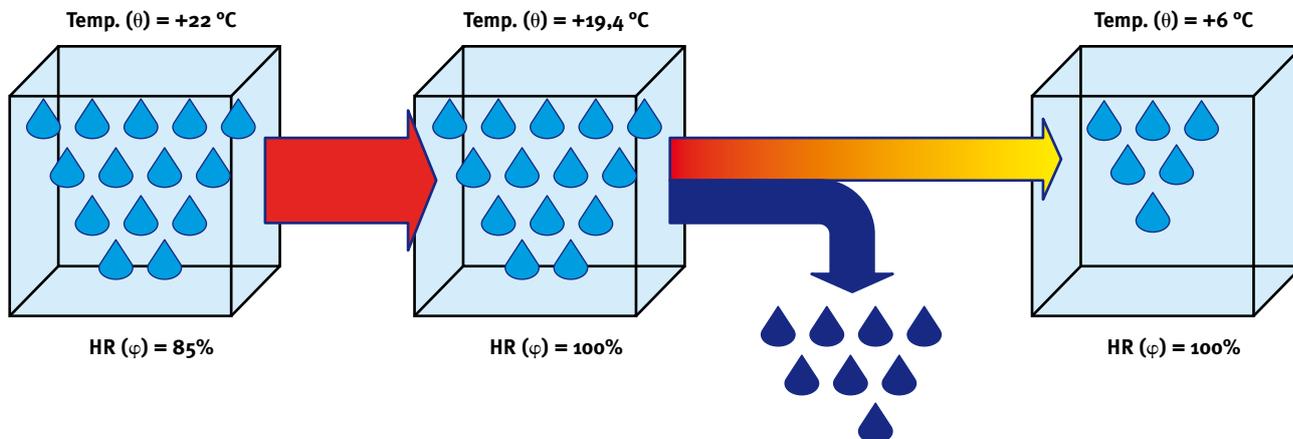


Figura 9: Al disminuir la temperatura se provoca la condensación

El valor máximo de humedad en el aire a una temperatura determinada es el punto de saturación o punto de rocío.

Cuando el aire caliente está próximo a una instalación de frío, su humedad relativa aumenta, pudiendo pasar del punto de rocío y provocar la condensación superficial.

En instalaciones que no están bien aisladas, las gotas de agua o el hielo de la condensación perturban sensiblemente el funcionamiento causando daños importantes y a veces irreparables.

Por esta razón, el primer objetivo de los especificadores para estas instalaciones es conseguir mediante el uso de un aislamiento térmico adecuado, que su superficie permanezca seca, lo que en primera aproximación se consigue calculando un espesor mínimo de aislamiento que nos garantice una temperatura superficial superior a la de rocío.

En la Figura 10 puede observarse el efecto protector de la capa de aislante.

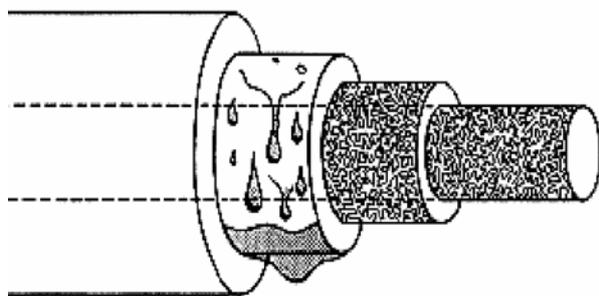


Figura 10: Tubería a baja temperatura con distintos espesores de aislamiento

La Figura 11 muestra las distintas posibilidades de comportamiento térmico, desde una situación con temperatura interior inferior a 0 °C, cuando no hay aislamiento, hasta otra con temperatura próxima a la del ambiente y por encima de la de rocío, cuando se ha colocado un espesor de aislamiento adecuado.

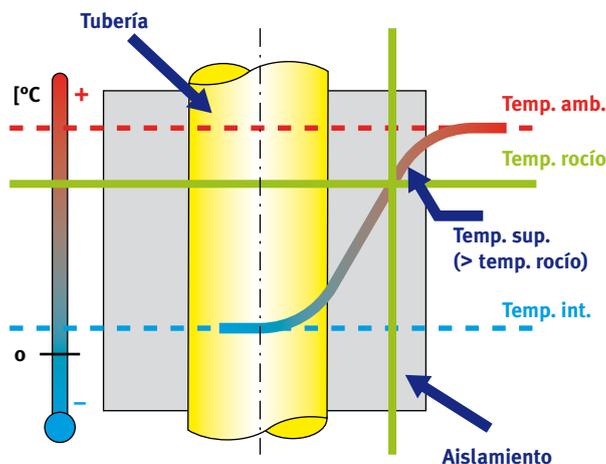


Figura 11: Caída de temperatura en el aislamiento desde la ambiente a la interior

6.2 CÁLCULO DEL ESPESOR DE AISLAMIENTO NECESARIO PARA IMPEDIR LA CONDENSACIÓN

En la norma UNE-EN ISO 12241 encontramos las fórmulas para las pérdidas energéticas, tanto para superficies planas como para tuberías.

De estas fórmulas obtenemos la temperatura superficial y hacemos ésta igual o superior a la de rocío, con lo que podemos calcular el espesor adecuado.

Algunos fabricantes disponen de programas de cálculo para resolver este tipo de casos. Igualmente, se recomienda consultar la Guía Técnica para el Diseño y Cálculo del Aislamiento Térmico de Conducciones, Aparatos y Equipos, de IDAE (2007).

En todas las normativas sobre instalación de aislamiento se hace mucho hincapié en mantener la estanqueidad de la instalación con el uso de una efectiva barrera de vapor, aunque determinados aislamientos como los de espuma elastomérica, por su estructura de células cerradas, impiden el paso de humedad a través de todo el espesor del aislamiento, pudiendo proporcionar una efectiva barrera de vapor, lo que unido a su flexibilidad facilita el perfecto acoplamiento a codos, válvulas y piezas delicadas que suelen ser los puntos críticos de las instalaciones, consiguiendo una buena estanqueidad y un buen comportamiento con el paso del tiempo.

6.3 RELACIÓN ENTRE SUPERFICIES PLANAS Y CURVAS

Para mantener la misma temperatura superficial (en este caso igual o superior a la de rocío) en toda la instalación, ya sean superficies planas o curvas, se tendrá en cuenta la cantidad de aislamiento que se aplique sobre estas superficies diferente en cada caso, pues en superficies curvas se añadirán unas cuñas extra de aislamiento consiguiendo de esta forma reducir el espesor.

Por esta razón, a menor diámetro de tubería corresponde un menor espesor de aislamiento.

La figura siguiente explica la diferencia:

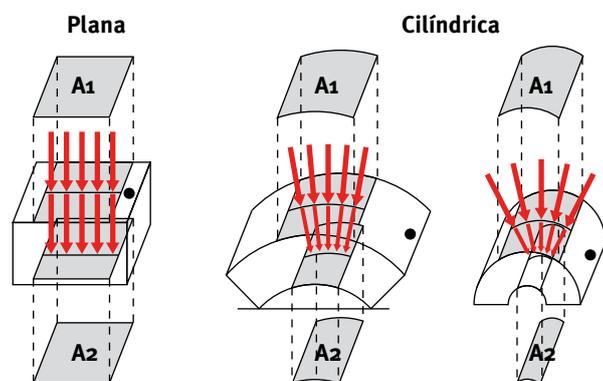


Figura 12: Las superficies curvas tienen una superficie interior menor

Equivalencia entre superficies planas y curvas mediante diagrama

Si se conoce el espesor de aislamiento para superficies planas, es posible obtener directamente su espesor equivalente para distintos diámetros mediante el diagrama desarrollado en la Figura 13.

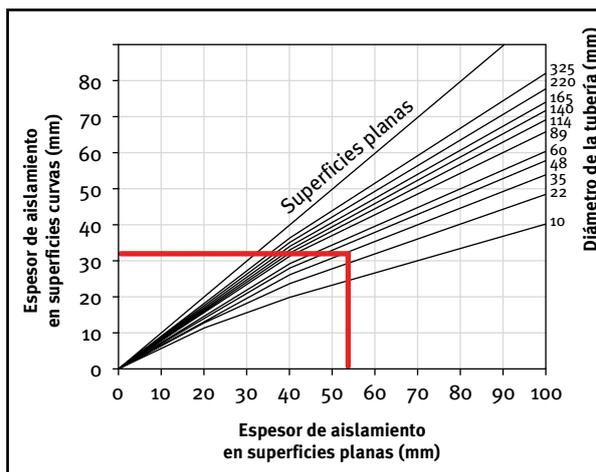


Figura 13: Diagrama de conversión de espesores de aislamiento entre superficies planas y curvas. Ejemplo para mantener la temperatura superficial constante

Espesor calculado para superficies planas: 54 mm.

Espesor equivalente para una tubería de 35 mm (1" IPS): 32 mm.

Algunos fabricantes ya tienen en cuenta estos incrementos, lo que se conoce como espesor nominal creciente.

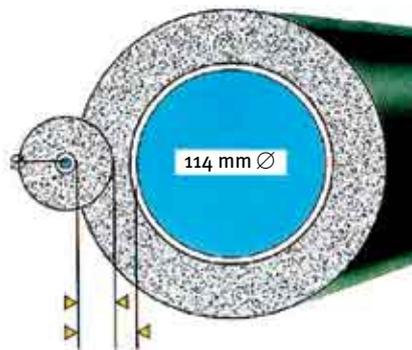


Figura 14: Concepto de espesor nominal creciente

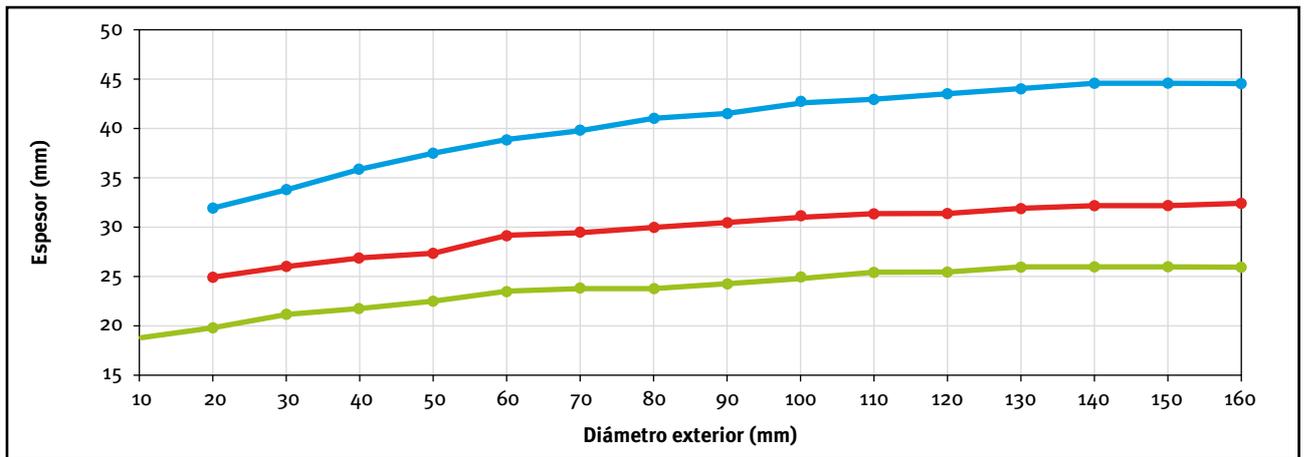


Figura 15: Gama de espesores técnicos crecientes

7

LA CONDENSACIÓN INTERSTICIAL Y LOS BENEFICIOS A LARGO PLAZO DE UN AISLAMIENTO CON ALTO FACTOR DE RESISTENCIA A LA DIFUSIÓN DEL VAPOR DE AGUA

La condensación intersticial es más compleja y difícil de detectar que la condensación superficial. Se produce en las instalaciones de frío debido a la humedad que puede penetrar en el aislamiento, como resultado de la diferencia de presión que origina la diferencia de temperatura ambiente e interior. Se provoca una difusión del vapor de agua y como consecuencia una condensación intersticial.



Figura 16: Las flechas de color naranja representan el flujo de calor y las azules el flujo de vapor de agua en esta instalación de frío

Esta condensación intersticial se va acumulando lentamente en el aislamiento y entre el aislamiento y la tubería. La humedad termina causando serios problemas en la instalación.

Los aislamientos con barrera de vapor instalada en el exterior tienen una estanqueidad difícil de asegurar con el tiempo, e incluso algunos aislamientos con “barrera de vapor incorporada” no siempre garantizan un buen comportamiento a lo largo del tiempo de funcionamiento de la instalación.

Para analizar este fenómeno se necesitan los conceptos que se expondrán en el capítulo 8.

8

LOS BENEFICIOS A LARGO PLAZO DE UN AISLAMIENTO CON ALTO FACTOR DE RESISTENCIA A LA DIFUSIÓN DEL VAPOR DE AGUA

La eficiencia de un aislamiento térmico a la hora de reducir pérdidas energéticas durante un largo periodo de tiempo, depende de un buen coeficiente de conductividad inicial y del comportamiento práctico de la instalación, así como del espesor del aislamiento, de las temperaturas de sus superficies exterior e interior y del diámetro de la tubería.

8.1 CONCEPTOS GENERALES

La presión atmosférica es la suma de las presiones parciales de los distintos gases y aunque es variable según la altitud y el clima, tiene un valor comúnmente aceptado de 760 mm de mercurio. El vapor de agua aporta una presión parcial en función de su concentración, que viene dada en tanto por ciento y que llamamos humedad relativa.

El valor máximo es el punto de saturación o de rocío.

El contenido de humedad varía con la temperatura.

Unidades de permeabilidad al vapor de agua

	kg/(m.s.Pa)	g.cm/(m ² .d.mmHg)	g/(m.h.mmHg)
kg/(m.s.Pa)	1	115,2 E+10	4,78 E+8
g.cm/m ² .d.mmHg)	8,68 E-13	1	0,000417
g/(m.h.mmHg)	2,08 E-9	2.400	1

En el caso de un recinto cerrado a 20 °C con una humedad del 75% que se enfríe a 10 °C se producirá una condensación de una parte de ese vapor de agua y una caída de presión que provocaría un flujo de vapor si existiese una pared permeable.

8.2 LA PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA

La permeabilidad al vapor de agua de un material indica la cantidad de vapor que pasa por unidad de superficie de un material de espesor unitario en un tiempo unidad y cuando entre sus paredes se establece una diferencia de presión unitaria.

Símbolo: δ .

Unidades: kg/(m.s.Pa).

Estas unidades recomendadas en la Norma UNE-EN ISO 9346 no son de uso frecuente y se suelen usar otras muy distintas según países, tipo de materiales, etc.

La siguiente tabla nos da los coeficientes de conversión de algunas de estas unidades:

8.3 EL FACTOR DE RESISTENCIA AL VAPOR DE AGUA (FACTOR μ)

El factor μ es el cociente entre la permeabilidad al vapor de agua del aire estanco y la del material en consideración.

La permeabilidad del aire a 23 °C, 50% HR y 1 AT es:

1,95 E-10 kg/(m.s.Pa).

224 g.cm/(m².d.mmHg).

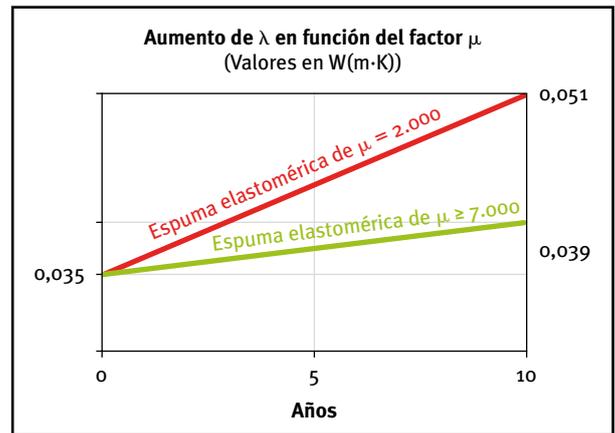
Este concepto tiene la ventaja de que al tratarse de un cociente entre unidades homogéneas, el resultado es adimensional.

Por ejemplo, decir que un aislamiento de espuma elastomérica es $\mu > 7.000$ significa que es 7.000 veces más resistente a la difusión del vapor de agua que el aire estanco.

Como valor de referencia, la norma UNE 92106 fija un mínimo $\mu = 2.500$ para instalaciones en fluidos fríos.

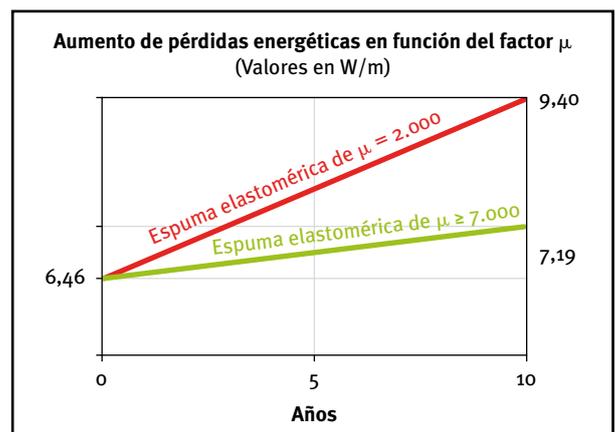
Cada familia de materiales aislantes tiene por datos experimentales un coeficiente de penetración de humedad en función del tiempo, que unido al factor de resistencia al vapor de agua, conduce al gráfico siguiente donde se comparan materiales con distinto factor μ por su influencia en el aumento del coeficiente de conductividad en 10 años.

Tiempo (años)	Conductividad Térmica W/(m·K)	Incremento (%)
0	0,035	0
5	0,043	23
10	0,051	46



Y como consecuencia la gráfica de las pérdidas energéticas

Pérdidas energéticas (W/m)	Al comenzar (W/m)	Después de 5 años	Después de 10 años
$\mu \geq 7.000$	6,46	6,82	7,19
$\mu = 2.000$	6,46	7,93	9,40



Un alto factor μ asegura un mejor comportamiento de la instalación con el tiempo.

9

PROTECCIÓN CONTRA LA CONGELACIÓN

Las instalaciones de agua a la intemperie están expuestas al riesgo de congelación en los días crudos de invierno donde la temperatura puede bajar de los cero grados.

El agua es el único líquido que aumenta de volumen (un 10%) al solidificar. El hielo atasca las tuberías y puede llegar a reventarlas.

Si el frío es muy pertinaz, el aislamiento no resuelve este problema, pero en los casos más normales de nuestro entorno, donde las bajas temperaturas no son muy prolongadas, el aisla-

miento puede retrasar la congelación del agua el tiempo suficiente para que podamos reaccionar (por ejemplo, abriendo un grifo).

El siguiente ábaco, resumen de una información técnica al respecto, expresa las horas de protección de las tuberías ante la congelación. A una temperatura de -8°C (parte inferior) una tubería de 2" (línea azul de 60 mm a la derecha) se congelaría en 6 horas sin aislar (eje de la izquierda), mientras que necesita casi 60 horas con aislamiento RITE de 30 mm.

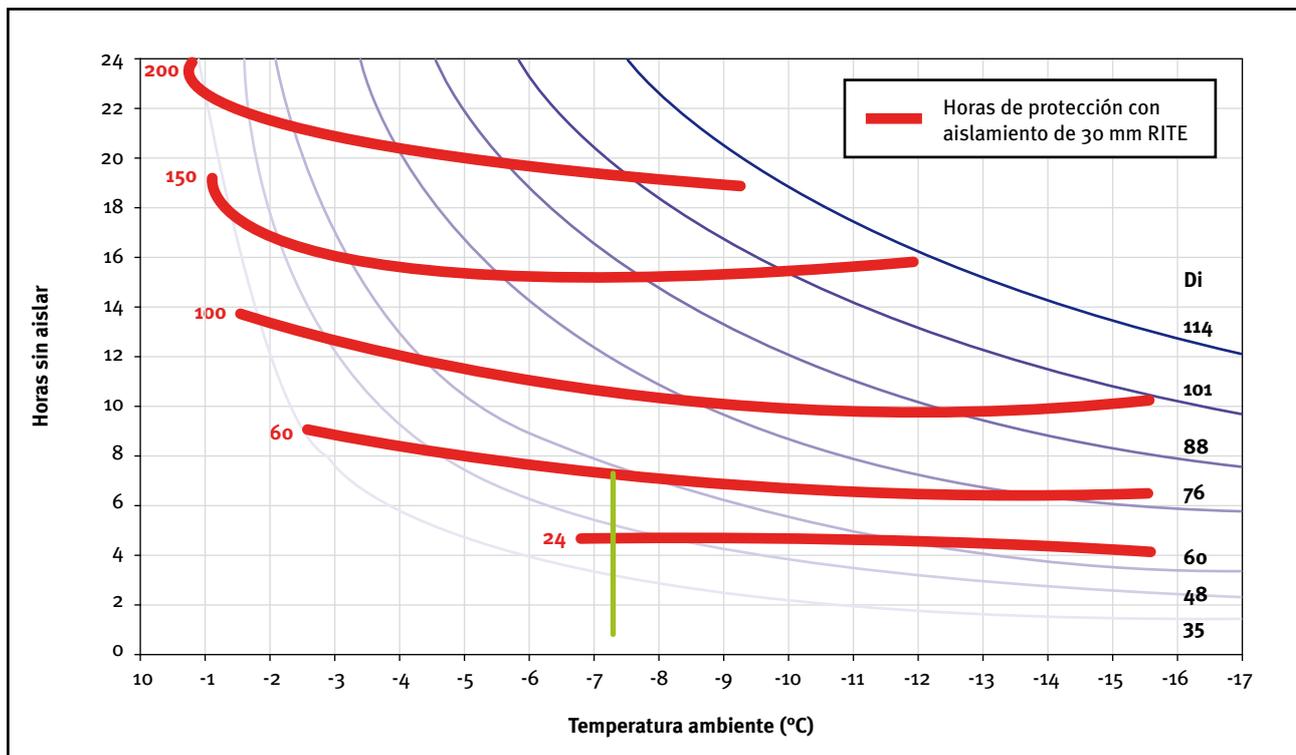


Figura 18: Gráfico para determinar el tiempo de protección contra la congelación. Se observa que el aislamiento retrasa el tiempo de congelación

10

EL AISLAMIENTO MEJORA EL RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Un buen aislamiento asegura este requisito, dado que los equipos trabajan con fluidos a temperaturas próximas a los valores de diseño y, por tanto, el usuario recibe el fluido a temperaturas próximas a las de origen, lo que facilita el rendimiento de la instalación, llegando a disminuir el tamaño de estos equipos.

En la figura adjunta se ofrece la imagen de un depósito acumulador de agua caliente debidamente aislado. La instalación de la que es parte integrante este depósito verá mejorado su rendimiento energético tras haber aislado éste convenientemente.



11

AISLAMIENTO ACÚSTICO

Un requisito adicional que cumplen determinados aislamientos térmicos es su buen comportamiento como aislamientos acústicos, asunto de creciente interés entre usuarios finales.

La generación y la transmisión del ruido es un problema añadido que se produce con el transporte de líquidos y el aire a través de tuberías o conductos. El sonido se transmite a través del aire y de la estructura.

Un ejemplo es el ruido que se produce al andar. Los pasos se transmiten en forma de ondas a través del techo y a través del aire, hasta el oído humano.

En el caso de las tuberías, deben evitarse los siguientes ruidos:

- Ruidos provocados por el flujo del agua.
- Ruidos provocados por la dilatación debida a los cambios de temperatura.

En el caso de conductos, deben evitarse los siguientes ruidos:

- Ruidos provocados por el flujo del aire a través de los conductos.
- Ruidos provocados por la vibración del mecanismo de ventilación.

Hasta hace poco tiempo, los ensayos para evaluar esta característica en las instalaciones se basaban en la norma DIN 4109 que consiste en provocar determinados ruidos en la instalación y medir su impacto sin y con aislamiento.

Las nuevas normas europeas de aislamientos para instalaciones incluyen métodos de ensayo para medir distintas propiedades dentro de la acústica.



Figura 19: Reducción acústica en una tubería aislada

Con aislamientos térmicos de espuma elástica y con los espesores recomendados en el RITE se puede conseguir una reducción del ruido superior a los 25 dB (A).

12

AISLAMIENTO Y SU REACCIÓN AL FUEGO

Para la reacción al fuego de los materiales de construcción en España se ensayaba de acuerdo con la Norma UNE 23727:1990, según el método conocido como epirradiator. Actualmente los materiales han de ensayarse de acuerdo a la norma UNE-EN 13501-1:2007, más conocida como Euroclases, que se basa en un método de ensayo conocido como SBI (Single Burning Item) y divide los productos en clases de la A a la F con un complemento para humos (s_1 , s_2 , s_3) y partículas o gotas inflamadas desprendidas (do , d_1 , d_2).

Cuando se trata de ensayar productos lineales como coquillas, la clasificación lleva un subíndice L.

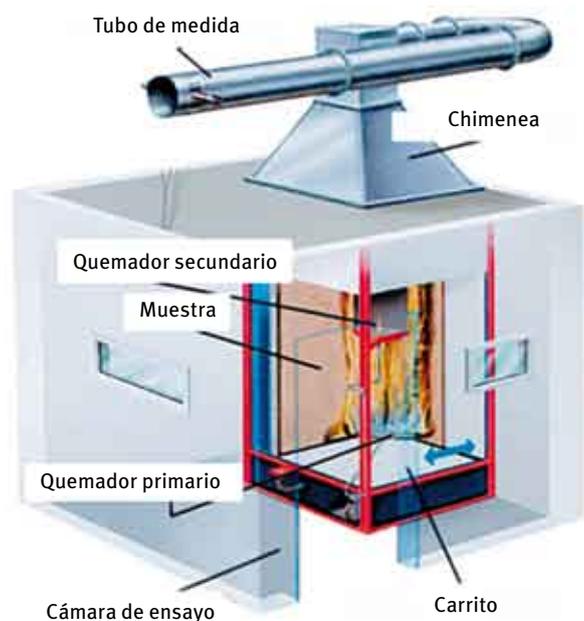


Figura 20: Dibujo representando el equipo de ensayo de reacción al fuego SBI para las Euroclases

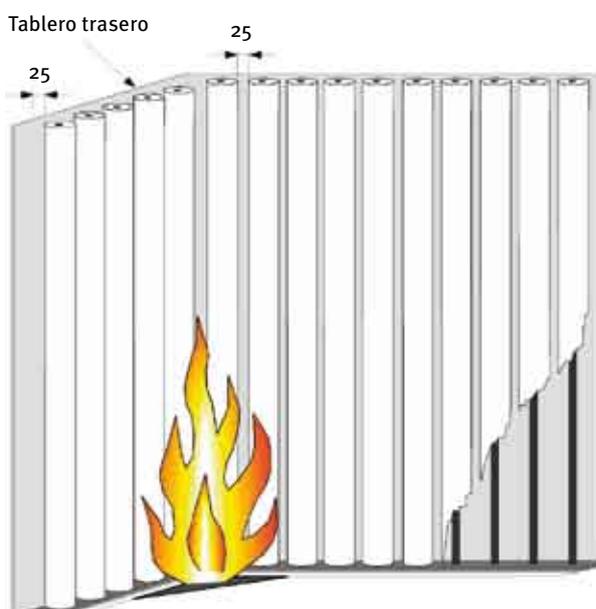


Figura 21: Ejemplo del proyecto de ensayo de tuberías en el SBI

El Documento Básico Seguridad contra Incendios (DB-SI) del Código Técnico de la Edificación establece la clasificación de los materiales de acuerdo a Euroclases (Norma UNE 13501-1:2002) de los elementos constructivos utilizados como revestimientos, siendo las exigencias:

- B s3 do y BL s3 do en espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos, suelos elevados.
- B s1 do y BL s1 do en pasillos y escaleras protegidos, así como en recintos de riesgo especial.

En Euroclases, los parámetros medidos aportan información sobre:

- La contribución energética al fuego (A₁, A₂, B, C, D, E, F).
- La producción de humo (s₁, s₂, s₃).
- La aparición de gotas inflamadas (do, d₁, d₂).



Figura 22: Ejemplo de un aislamiento con buena reacción al fuego

Siendo B la clasificación que contribuye energéticamente al fuego con una liberación de calor baja.

En humos se tiene s₁ cuando se produce una liberación de humo mínima y s₃ cuando la liberación de humo es alta.

En la liberación de gotas inflamadas se tiene do cuando no hay gotas inflamadas.

13

CARACTERÍSTICAS SUPERVISADAS

Se han reseñado una serie de características fundamentales a exigir a un aislamiento en el campo del frío, tales como su coeficiente de conductividad, su factor de resistencia al vapor de agua y su reacción al fuego.

Los cálculos y las expectativas con respecto al comportamiento del aislamiento están basados en las informaciones publicadas por el fabricante, pero lo que es realmente importante es que el aislamiento cumpla todos los requisitos exigidos, por lo que se hace necesario algún tipo de control aplicado al producto que garantice su comportamiento en la práctica.

El proceso de un control de calidad se lleva a cabo por un Organismo Oficial Homologado para verificar el control interno, comprobar el marcado, tomar aleatoriamente muestras y ensayar dichas muestras para que cumplan los requisitos de la Norma correspondiente al producto.

La consecución de una marca de calidad como la marca AENOR lleva implícito además el control de calidad de la producción de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 9000; es decir, el Certificado de Empresa Registrada.

El RITE reclama estos controles a los fabricantes.



Figura 23: Sellos de control de calidad de empresa y de producto

14

LEGISLACIÓN SOBRE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS

El nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE, RD 1027/2007), establece las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios para atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, tanto en las fases de diseño, dimensionado y montaje, como durante su uso y mantenimiento. El documento entró en vigor con fecha 29 de febrero de 2008. El nuevo texto deroga y sustituye al anterior Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por el Real Decreto 1751/1998.

Este documento completa el Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE, del Código Técnico de la Edificación, DB-HE 2 “Rendimiento de las instalaciones térmicas” (RITE). Siguiendo con la filosofía del Código Técnico de la Edificación presenta un enfoque basado en prestaciones que deben cumplir las instalaciones en términos de eficiencia energética (distribución de calor y frío debido principalmente al aislamiento térmico de las conducciones, el rendimiento energético de las instalaciones, la recuperación de energía), además de aspectos de seguridad y de calidad de aire.

Este Reglamento es de aplicación para todos los proyectos de instalaciones de los edificios de nueva construcción o para aquellos edificios existentes que se rehabiliten y que modifiquen las instalaciones del proyecto inicial.

Con la aprobación del actual RITE junto con el Documento Básico DB-HE1 “Limitación de demanda energética” del Código Técnico de la Edificación

y el Real Decreto 47/2007 (Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción) se ha completado la transposición de la Directiva Europea de eficiencia energética de los edificios en nuestro país.

Las principales novedades respecto al anterior documento en lo referente al aislamiento térmico son:

- Se elevan los requisitos de aislamiento térmico de tuberías, equipos, accesorios y conductos.
- Se limitan las pérdidas globales por el conjunto de conducciones a un máximo del 4% de la potencia máxima que transportan dichas tuberías o conductos.
- Se desarrollan dos procedimientos para el cálculo del espesor de aislamiento térmico con independencia de la potencia térmica nominal instalada de generación de frío o calor: un procedimiento simplificado y otro alternativo. El proyectista puede elegir en el momento de realización del proyecto cuál de los dos métodos prefiere.

14.1 PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO EN EL RITE

En el caso de instalaciones más sencillas, se puede optar por el procedimiento simplificado. En este caso, el proyectista consultará los espesores mínimos de aislamiento recomendados por el RITE, que se ofrecen en las tablas 1 a 5. Estos espesores varían en función del diámetro exterior de la tubería o conducto sin aislar y de la temperatura del fluido o aire de la red. Son válidos para

materiales de aislamiento térmico con una conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/(m·K). Si se deciden utilizar materiales de aislamiento térmico distintos se deberán calcular los espesores mínimos aplicando las ecuaciones incluidas en el RITE para superficies planas y circulares.

Diámetro exterior (mm)				Temperatura máxima del fluido (°C)		
				40...60	> 60...100	> 100...180
	D	≤	35	25	25	30
35	<	D	≤	60	30	40
60	<	D	≤	90	30	40
90	<	D	≤	140	30	40
140	<	D	≤	35	40	50

Tabla 1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)				Temperatura máxima del fluido (°C)		
				40...60	> 60...100	> 100...180
	D	≤	35	35	35	40
35	<	D	≤	60	40	50
60	<	D	≤	90	40	50
90	<	D	≤	140	40	60
140	<	D	≤	45	50	60

Tabla 2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios

Diámetro exterior (mm)				Temperatura máxima del fluido (°C)		
				-10...0	> 0...10	> 10
	D	≤	35	30	20	20
35	<	D	≤	60	40	30
60	<	D	≤	90	40	30
90	<	D	≤	140	50	40
140	<	D	≤	50	40	30

Tabla 3: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)				Temperatura máxima del fluido (°C)		
				> -10...0	> 0...10	> 10
	D	≤	35	50	40	40
35	<	D	≤	60	60	50
60	<	D	≤	90	60	50
90	<	D	≤	140	70	60
140	<	D	≤	70	60	50

Tabla 4: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios

	En interiores (mm)	En exteriores (mm)
Aire caliente	20	30
Aire frío	30	50

Tabla 5: Espesores de aislamiento de conductos

Otras particularidades del procedimiento simplificado son las siguientes:

- Los equipos, aparatos y depósitos se deberán aislar como mínimo con los mismos espesores de aislamiento que los valores dados en las tablas 1 a 4, para las tuberías que tengan un diámetro exterior superior a 140 mm.
- Para aquellas redes de tuberías que tengan un funcionamiento continuo, como es el caso de redes de agua caliente sanitaria en hoteles y hospitales, se incrementarán los espesores de aislamiento térmico 5 mm a los indicados en las tablas 1 a 4.
- En los casos donde las redes de tuberías conduzcan alternativamente fluidos calientes y fríos, se obtendrán las condiciones de trabajo más exigentes para incorporar el aislamiento térmico.
- Las redes de tuberías de retorno de agua se aislarán igual que las redes de tuberías de impulsión.
- Las tuberías de diámetro exterior menor o igual que 20 mm y de longitud menor que 5 metros contada a partir de la conexión a la red general de tuberías hasta la unidad terminal, y que estén empotradas en tabiques y suelos o instaladas en canaletas interiores, deberán aislarse con un



espesor de 10 mm, evitando, en cualquier caso, la formación de condensaciones. Por tanto, aquellas redes de tuberías de calefacción deberán estar aisladas térmicamente.

- Para evitar la congelación de agua en tuberías expuestas a temperaturas del aire menores que las de cambio de estado se podrá recurrir a estas técnicas: empleo de una mezcla de agua con anticongelante, circulación del fluido o aislamiento de la tubería calculado de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 12241, apartado 6. También se podrá recurrir al calentamiento directo del fluido y al calentamiento indirecto mediante “traceado” de la tubería, excepto en los subsistemas solares.



- Para conductos y tuberías que estén instalados en el exterior, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie.



Para equipos con potencias de entre 5 a 70 kW no se requiere una documentación técnica, únicamente la memoria técnica de un instalador autorizado.

14.2 PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO EN EL RITE

El procedimiento alternativo se plantea para calcular soluciones diferentes de los estándares recogidos en el RITE y debe quedar recogido en un estudio. Dicho estudio deberá documentar, por cada diámetro de tubería, el espesor elegido, las pérdidas o ganancias de calor, las pérdidas o ganancias de las tuberías sin aislar y la temperatura superficial. Las pérdidas totales por el conjunto de las conducciones de la red no podrán superar el 4% de la potencia máxima que transporta.



Las condiciones de los materiales de aislamiento y su recepción en obra en el RITE

En el artículo 18 del RITE se indica que todos los materiales que se incorporen con carácter permanente a los edificios llevarán el Mercado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor; este es el caso de productos de lana mineral o espuma rígida de poliuretano conformado.



En cambio, productos como la espuma elastomérica o espuma de polietileno todavía no disponen de él, aunque se espera que en breve exista un Mercado CE para estos productos. Adicionalmente, en el RITE se aceptan las marcas (como es la Marca N de AENOR), sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea.

Para el control de recepción en obra, tal y como se indica en el artículo 20, si en el pliego de condiciones técnicas del proyecto o en la memoria técnica se solicita una marca de calidad a los materiales de aislamiento térmico, se deberá verificar que la documentación proporcionada por los suministradores respecto a la marca de calidad voluntaria es la correcta y dicha documentación asegure que las características técnicas exigidas sean adecuadas y suficientes para la aceptación de los materiales suministrados. Por ejemplo, que el material de aislamiento posea una marca de calidad voluntaria que garantice un valor de conductividad de $0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ referido a $10 \text{ }^\circ\text{C}$.

En la verificación del cumplimiento de las exigencias técnicas del RITE de materiales que no estén obligados al Mercado CE correspondiente ni dispongan de distintivos de calidad, puede ser necesario en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo especificado en el proyecto o memoria técnica, pudiendo ser el caso de realizar ensayos de conductividad térmica para asegurarse de que los espesores de aislamiento de las tuberías y conductos son los adecuados.

15

AHORRO ENERGÉTICO CON EL USO DE AISLAMIENTO DE ESPUMAS FLEXIBLES EN LAS INSTALACIONES

La Directiva 2002/91/CE sobre la Eficiencia Energética de los Edificios obliga a los países europeos a fijar unas normas para ahorrar energía.

En España, la antigua Norma Básica de Edificación se ha sustituido por el Código Técnico de la Edificación y para instalaciones térmicas existe una nueva revisión del RITE que se ha visto en el apartado anterior.

Como es sabido, este RITE contempla unas tablas de espesores mínimos de aislamiento para tuberías, conductos, depósitos, etc. (incluyendo válvulas, bridas y accesorios), partiendo de un determinado coeficiente de conductividad. Estos espesores aumentan al aumentar el diámetro de la tubería y la diferencia de temperatura con

el ambiente. Aplicando el RITE, se consiguen ahorros energéticos en torno al 85-90% con respecto de la instalación sin aislar.

Todos los cálculos referentes a pérdidas energéticas de las instalaciones están basados en la norma UNE-EN ISO 12241: Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales. Método de cálculo.

El siguiente diagrama recoge más detalladamente las pérdidas energéticas de varias tuberías sin aislar y con distintos espesores del RITE.

La primera columna de la izquierda (en violeta) representa las pérdidas en tuberías sin aislar y las otras aisladas con distintos espesores recomendados en el RITE.

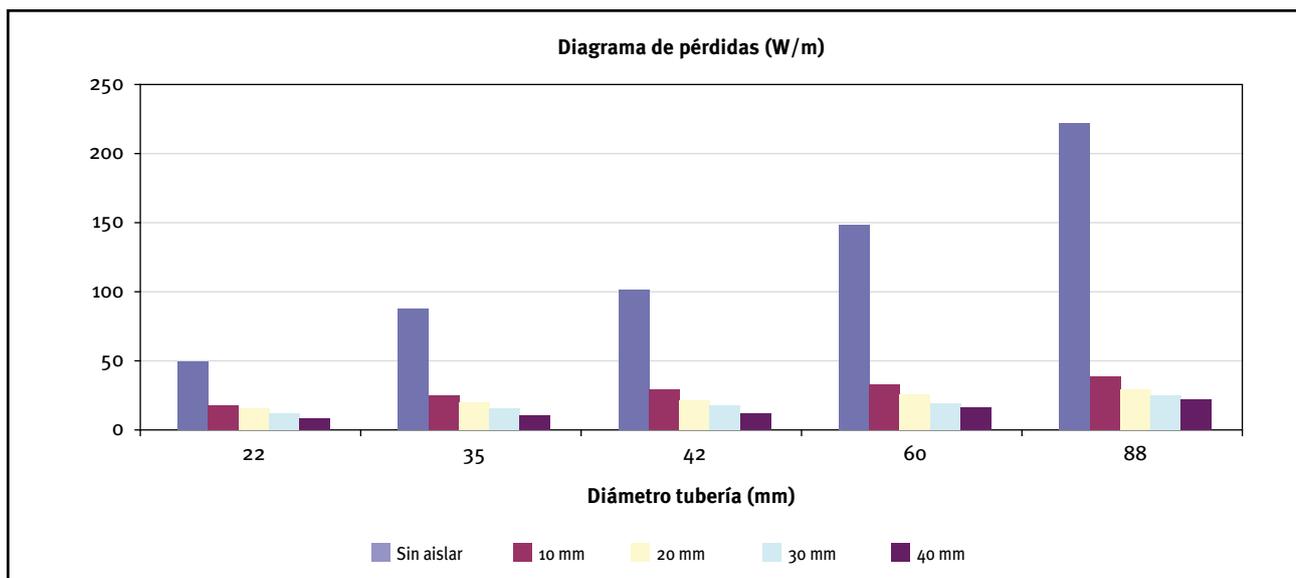


Figura 24: Estudio comparativo de pérdidas energéticas en tuberías

Se considera, tal y como se recoge en el RITE, que el aislamiento se aplica sobre el diámetro exterior de las tuberías, sin entrar en el tipo o espesor de éstas.

También resulta interesante el gráfico siguiente, que muestra el estudio para una tubería de 1" IPS y en donde puede comprobarse que son los primeros milímetros de aislamiento los que mayor repercusión tienen en el ahorro energético, mientras que a partir de 30 mm, para conseguir un pequeño incremento del porcentaje de ahorro, es necesario duplicar el espesor, que por ser cilíndrico, incrementa el volumen de material aislante.

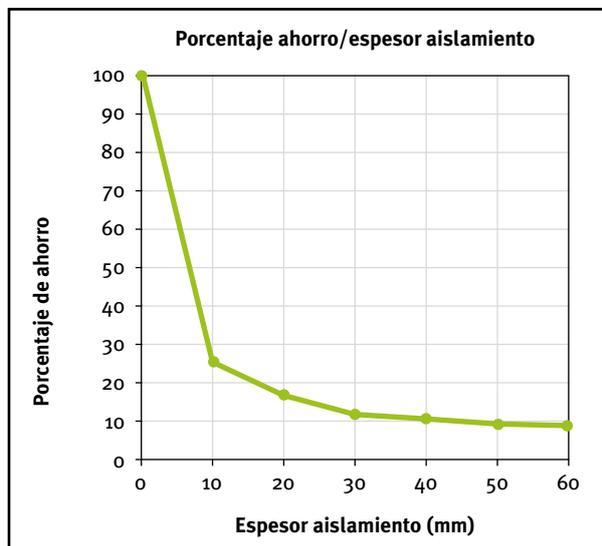


Figura 25: Detalle de pérdidas para una tubería de 1"IPS

El argumento de aislar aunque sea con poco espesor es válido en instalaciones en las que haya problemas de espacio, como sería el caso de la rehabilitación de edificios donde la tabiquería es estrecha y no es posible usar los espesores mínimos recomendados. Para estos casos, siempre debemos usar aislamiento térmico aunque sea una coquilla o plancha de aislamiento de

espesor menor al exigible. Esto ocurre con más frecuencia en las instalaciones de fontanería y pequeños equipos de aire acondicionado.

15.1 ESPESOR MÍNIMO, ESPESOR ECONÓMICO

Un concepto que se maneja a la hora de hablar de espesores mínimos recomendables es el de espesor económico. Desde el punto de vista teórico no hay ningún problema a la hora de calcular este espesor para un caso puntual, ya que se obtiene como valor mínimo de la suma de las curvas correspondientes al coste de los distintos espesores de aislamiento y la ya analizada de ahorro energético (en el ejemplo siguiente, entre 30 y 40 mm).

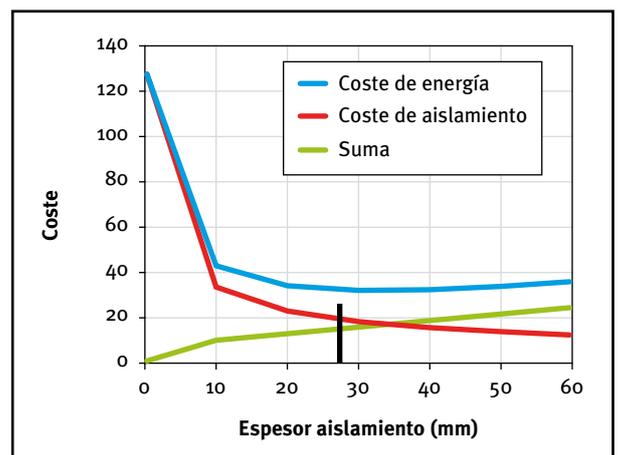


Figura 26: Ejemplo para la obtención del espesor económico

Sin embargo, los factores que influyen tanto en una curva como en otra (distintos materiales aislantes, mano de obra, acabados, precio de la energía, etc.) hacen prácticamente imposible un consenso entre usuarios. En concreto, un proyecto de norma europea sobre este tema estudiado en el CEN 89 WG3 se ha suspendido por falta de acuerdo.

16

CASOS PRÁCTICOS PARA LA REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS CON ESPUMAS FLEXIBLES

Es muy importante tener en cuenta que un buen aislamiento térmico suministrado por el fabricante debe instalarse correctamente a fin de que el usuario final pueda realmente disfrutar de la ventajas de un aislamiento térmico.

A continuación se ofrece, de forma práctica, algunas instrucciones que deben contemplarse en la instalación de estos tipos de materiales aislantes. Lo que entraña una particular dificultad en su instalación es que la superficie de tuberías y conductos no es plana.

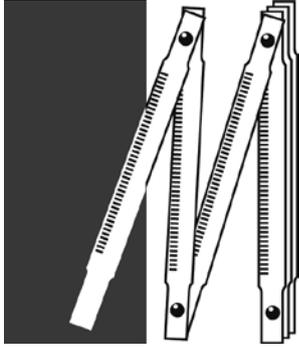
16.1 AISLAR TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN CON ESPUMAS FLEXIBLES

He aquí unos consejos generales previos a los trabajos de aislamiento de tuberías:

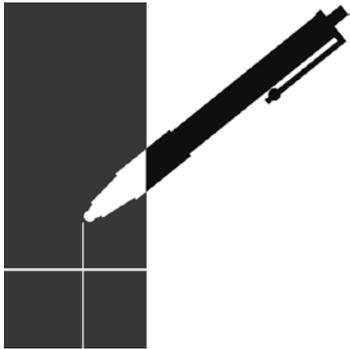
- Se deben usar herramientas de buena calidad, en especial un cuchillo afilado, adhesivo adecuado y recomendado por el fabricante, limpiador y una buena brocha.
- Las coquillas ovaladas deben cortarse siempre sobre su parte más plana.
- El material aislante debe encontrarse limpio: sin polvo, suciedad, aceite o agua en su superficie. En caso de que los hubiera, límpielos con el limpiador recomendado por el fabricante.
- Se debe emplear el material de las medidas adecuadas.
- Nunca tire de las uniones pegadas al sellarlas, siempre se debe presionar una contra la otra.
- Nunca se debe proceder a realizar trabajos de aislamiento de instalaciones y sistemas que se encuentren en funcionamiento. Las instalaciones pueden ponerse en marcha pasadas 36 horas de la incorporación del aislamiento; tiempo necesario para el completo secado del adhesivo.
- La cinta autoadhesiva no se debe emplear como fijación única de uniones y costuras. Si se considera necesaria, se aplicará en uniones y costuras que se han pegado previamente con el adhesivo y pasadas 36 horas desde la aplicación del mismo.
- Consultar siempre al fabricante la pintura a utilizar en cada caso. Lo habitual si se emplea la pintura recomendada por el fabricante es que se pueda aplicar de forma inmediata una vez se haya instalado el aislamiento, aplicándose una segunda capa de pintura en los 3 días siguientes, para ofrecer protección contra los rayos UV.

16.1.1 Herramientas para la instalación

A continuación se muestran las principales herramientas utilizadas para la instalación de aislamiento en tuberías:



Cinta métrica/metro plegable -



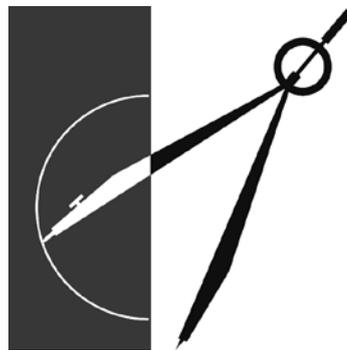
Rotulador de tinta plateada -



Compás de exteriores -



Tiza para marcar formas irregulares



Compás de puntas -



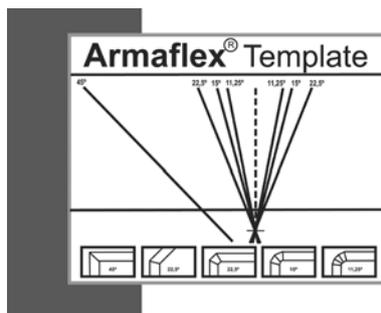
Cuchillo corto 75 mm -



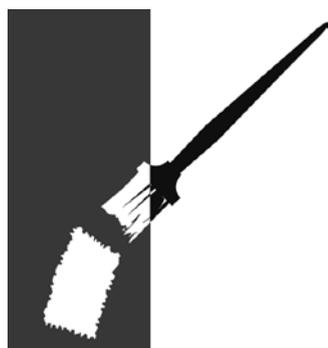
Cuchillo largo 300 mm -



Escuadra



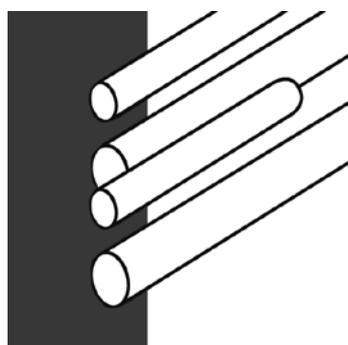
Plantilla (impresa en las cajas)



Brochas de cerdas cortas



Espátula lisa



Extremos afilados de tubería para los diámetros más frecuentes



Rodillos para pegar las superficies



Piedra de afilado -

16.1.2 Uso correcto del adhesivo

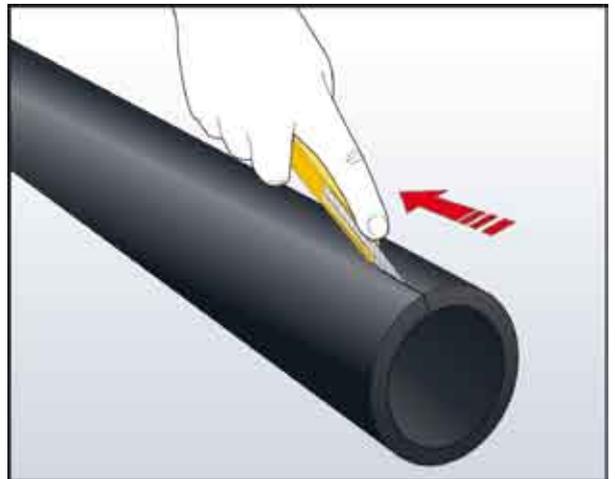
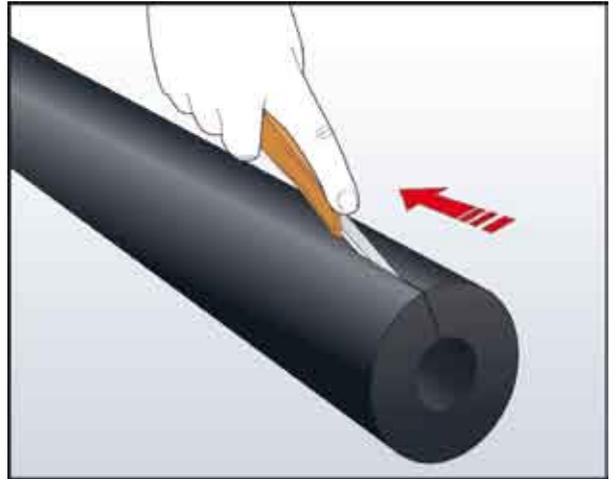
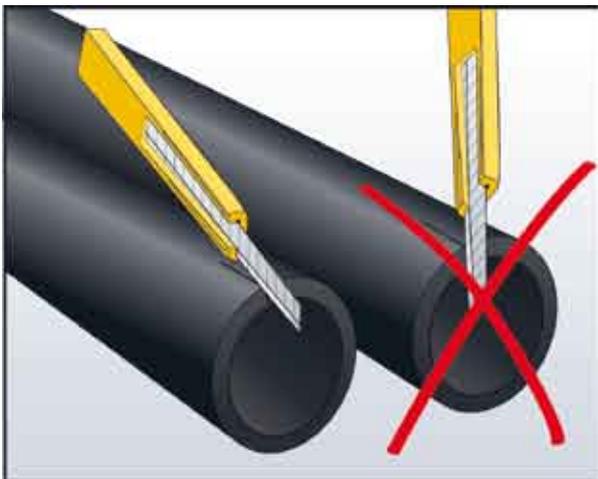
En el mercado existen distintos tipos de adhesivos que cada fabricante recomienda para cada producto y aplicación específica.

La función principal del adhesivo es unir las superficies de la espuma de forma fiable y segura siendo resistentes a la meteorología y al envejecimiento.

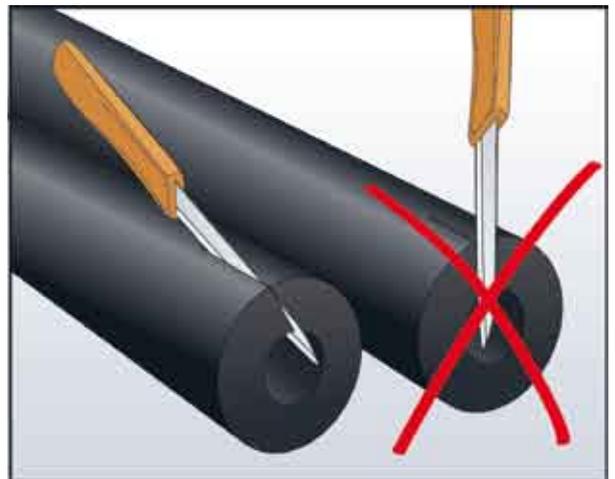


Es importante conocer las temperaturas de instalación para la elección del adhesivo, ya que existen adhesivos adecuados para cada temperatura (temperaturas inferiores a $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ o superiores a $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$). Se debe consultar siempre al fabricante el tipo de adhesivo.

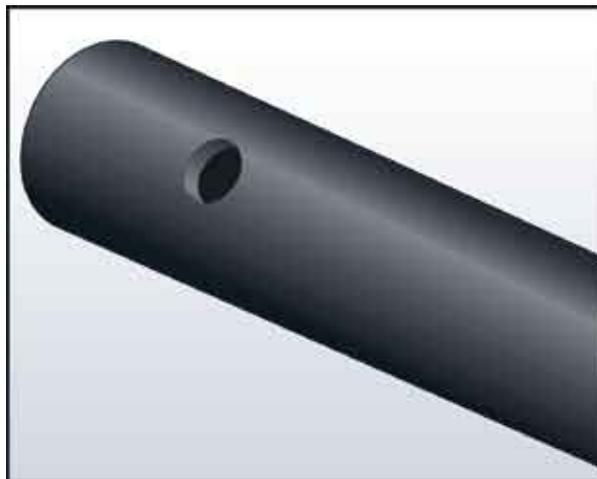
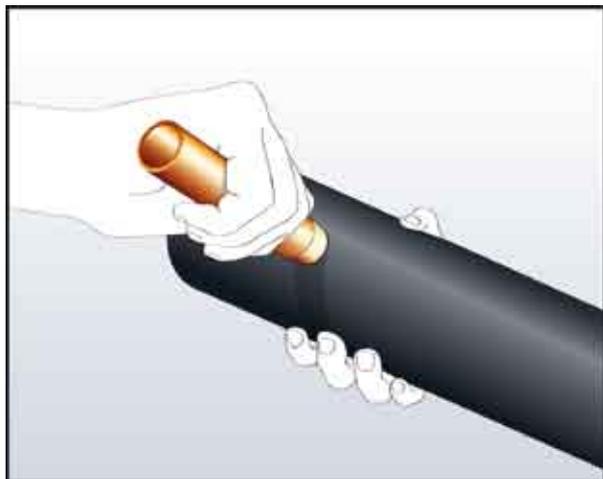
16.1.3 Corte de coquillas de aislamiento térmico



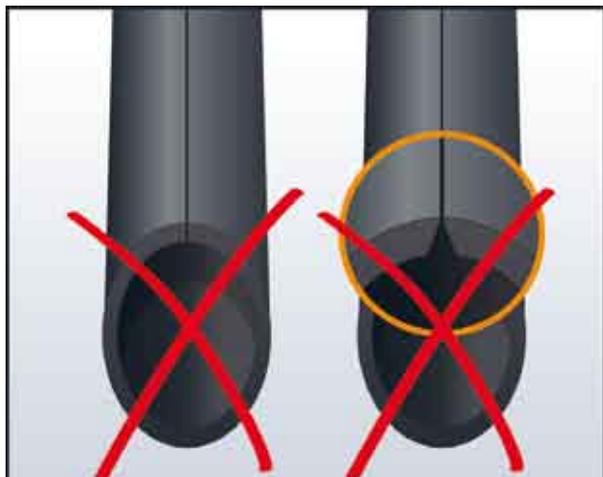
Emplee un cuchillo afilado



Mantenga el cuchillo en un ángulo agudo al seccionar la coquilla -



Emplee extremos de tubería afilados para hacer los agujeros -



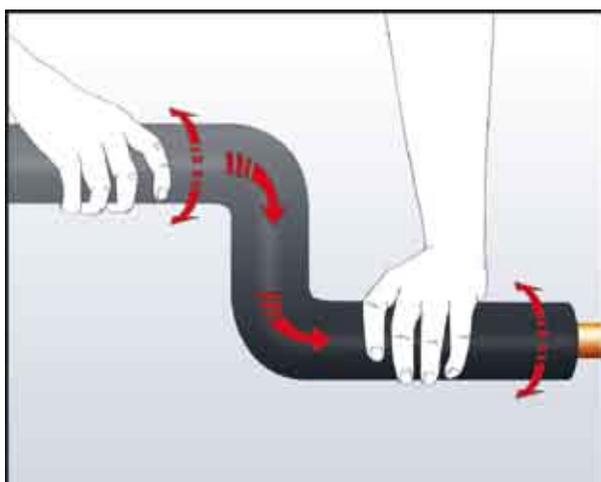
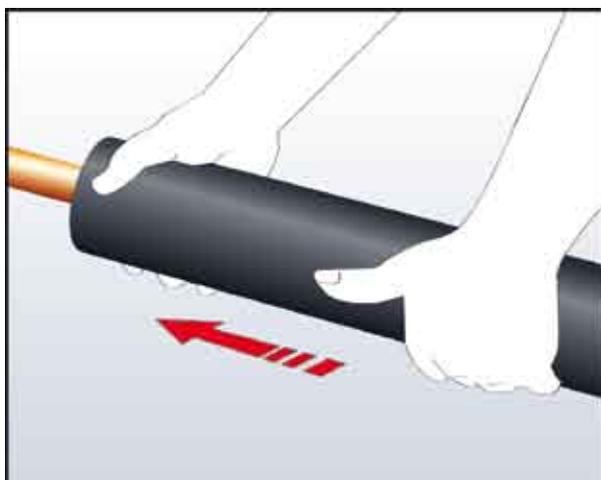
Corte siempre los extremos planos de las coquillas

16.1.4 Aislamiento de tuberías de nueva instalación-embutido -

En principio la coquilla se puede simplemente deslizar a lo largo de los codos.

En codos de pequeño radio, existe el riesgo de que el aislamiento se doble en el interior de codo, reduciendo así el espesor de aislamiento.

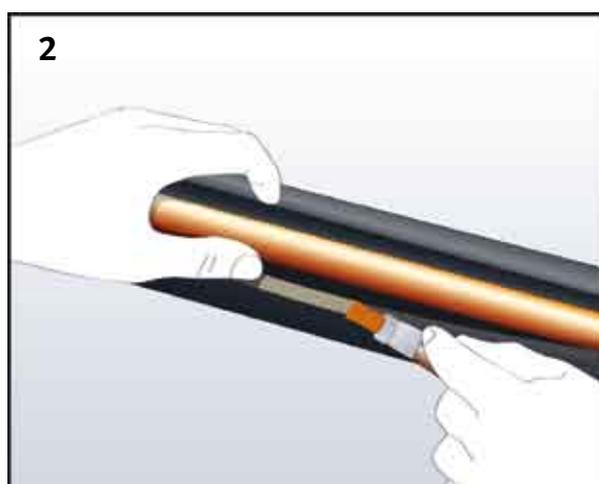
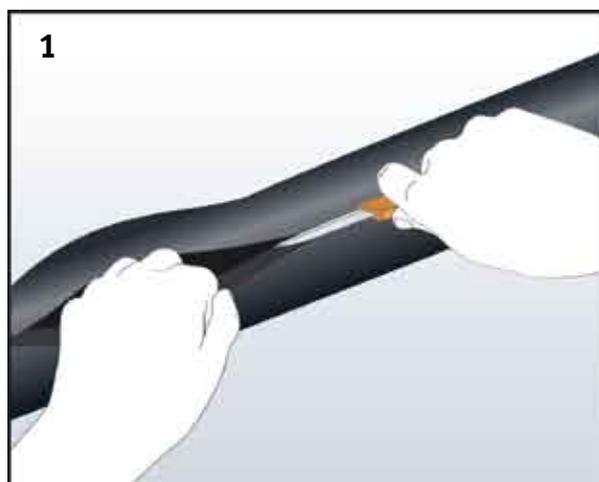
En los sectores de la refrigeración y el aire acondicionado, se impediría así alcanzar el espesor de aislamiento calculado y se puede producir condensación en la superficie del aislamiento. Si el aislamiento se dobla y la costura adhesiva se ve comprimida, entonces los codos se deben cortar en segmentos para que se adapten.

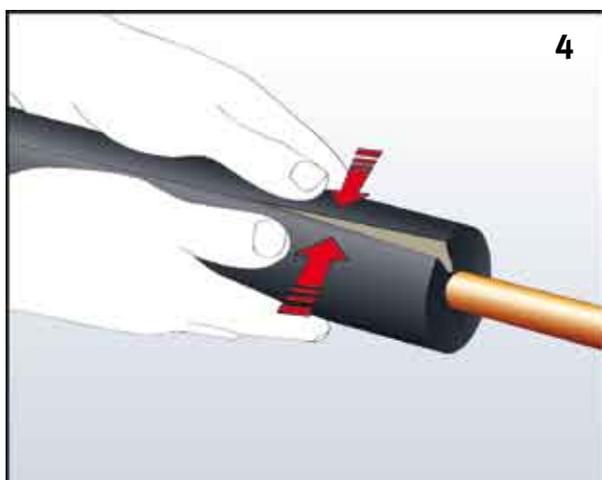
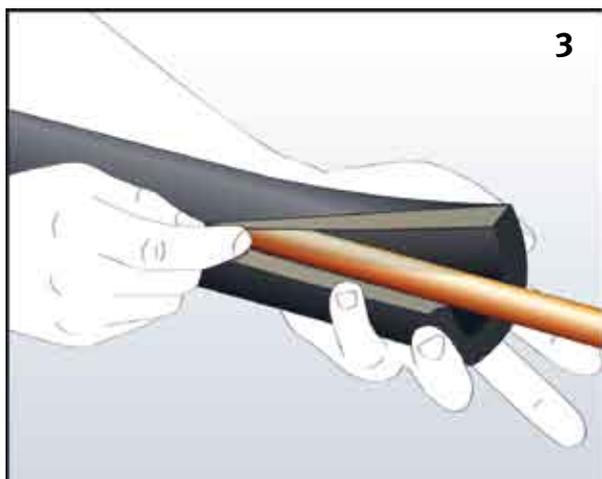


Empuje siempre la coquilla de aislamiento del modo indicado

16.1.5 Aislamiento de tuberías existentes

- 1 Seccione con un cuchillo afilado la parte plana de la coquilla a lo largo de toda su longitud.
- 2 Coloque la coquilla seccionada sobre la tubería limpia. Aplique una película fina y homogénea de adhesivo adecuado en las dos caras del corte con la ayuda de una brocha de cerdas cortas. Aplique el adhesivo en secciones de 200 mm a lo largo de la coquilla.
- 3 Deje que el adhesivo se seque.
- 4 Alinee los extremos y presione la costura de forma firme y homogénea para el acabado. -





16.1.6 Aslamiento de tuberías con varias capas

El diámetro interior de la segunda coquilla (2ª capa) debe obtenerse de acuerdo con la máxima tolerancia de la primera capa.

Vista longitudinal



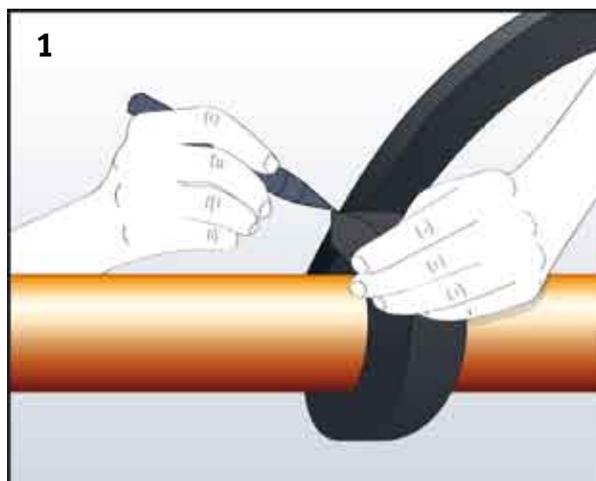
Las líneas amarillas muestran costuras pegadas

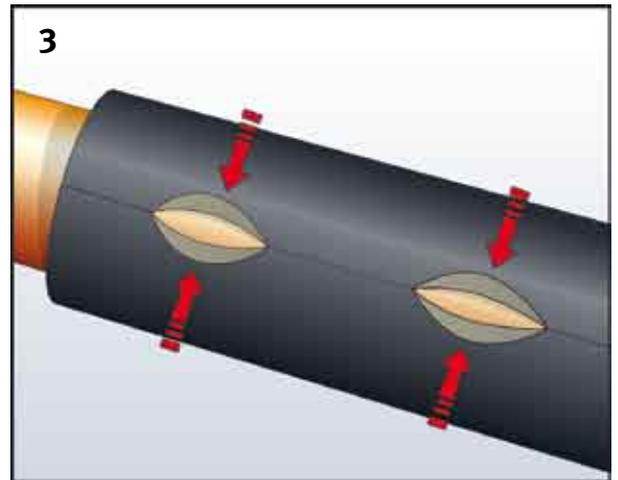
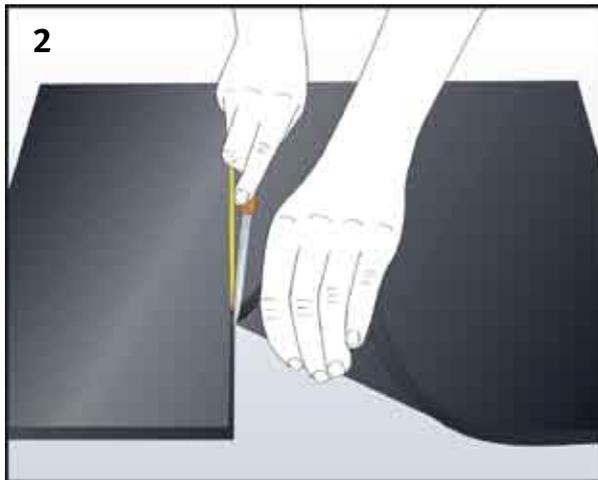
Vista de perfil -



16.1.7 Aislamiento de tuberías grandes con planchas

- 1 Determine la circunferencia de la tubería. Realice las mediciones siempre con una tira de aislamiento del grosor que se va a emplear para el aislamiento. No estire la tira.
- 2 Corte la plancha de aislamiento al tamaño adecuado; aplique una fina capa de adhesivo a las caras del corte y deje secar ligeramente.
- 3 Una primero los extremos de la coquilla y después el centro. Cierre toda la costura empezando desde el centro. Para evitar que la costura se vuelva a abrir, asegúrese de aplicar adhesivo a los extremos.





En la siguiente foto se puede ver un ejemplo de aplicación de aislamiento térmico en planchas de tuberías de gran diámetro y tanques.

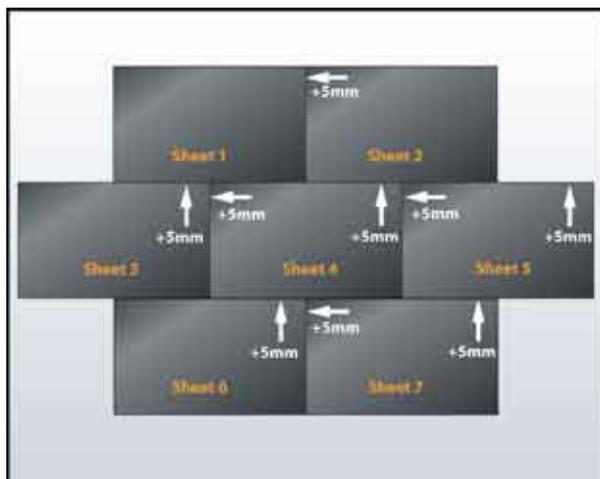


16.2 AISLAR TUBERÍAS/CONDUCTOS DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

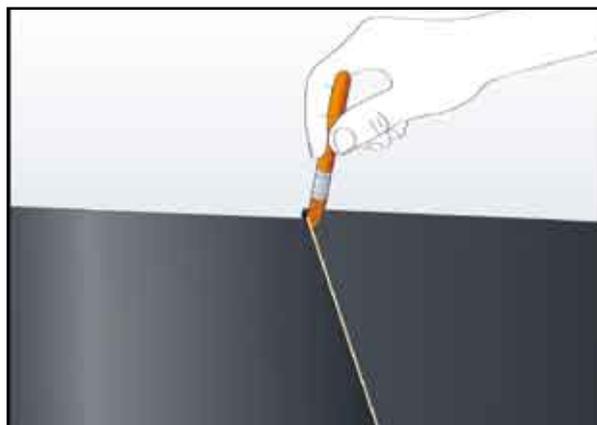
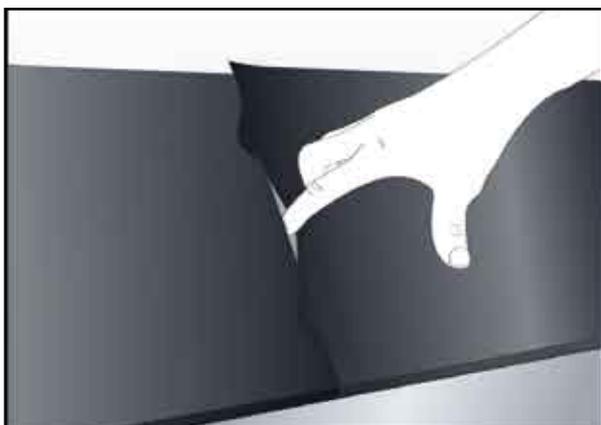
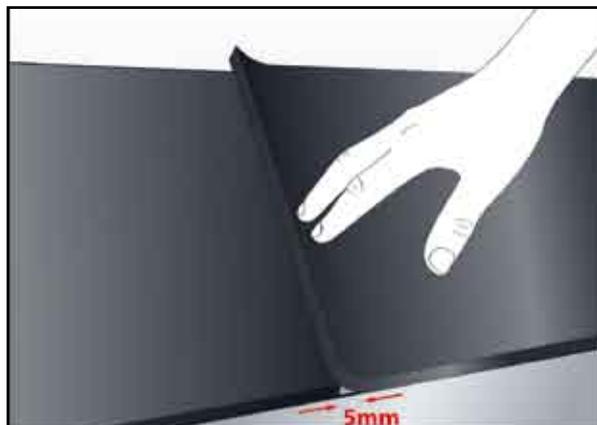
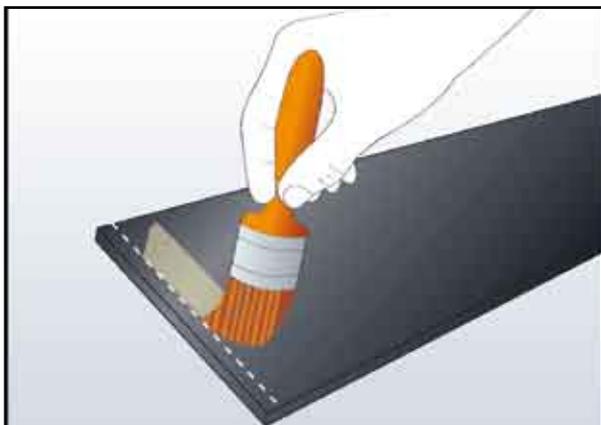
La diferencia principal con el ejemplo anterior de aislamiento de tuberías de calefacción es que, en el caso del aire acondicionado, los conductos tienen una sección casi rectangular.

Antes de aislar un conducto se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

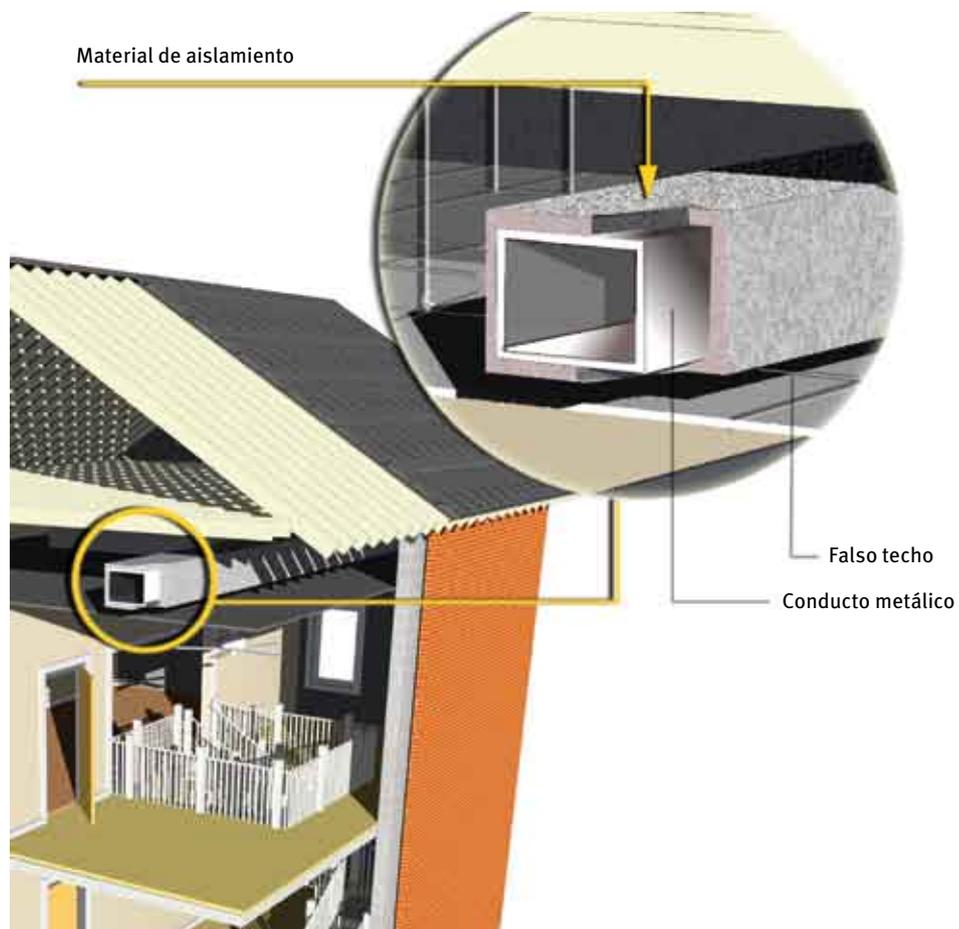
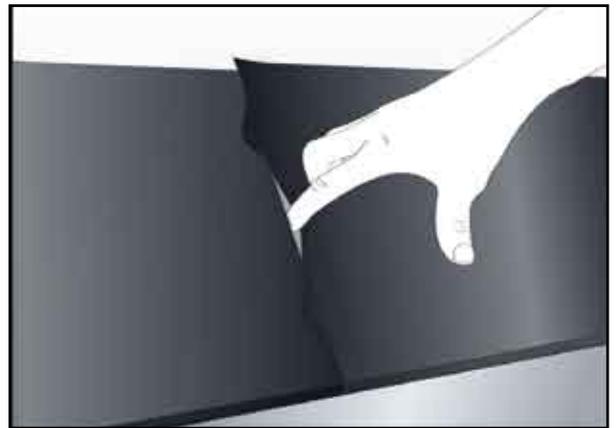
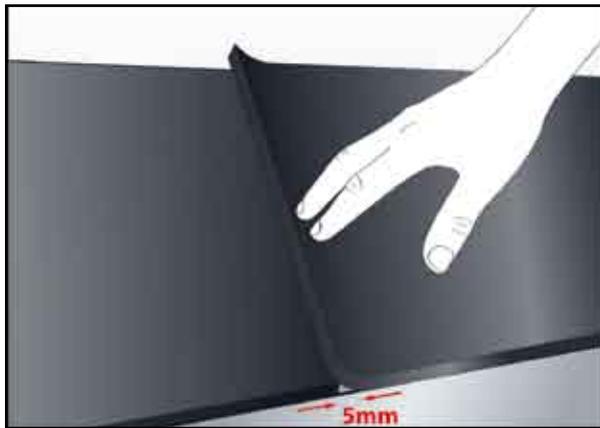
- 1 Dibujar un esquema de corte con las dimensiones del conducto a aislar



- 2 Preparación del encolado de material de aislamiento -



3 Asegurarse de las correctas uniones de compresión -



**Títulos publicados de la serie -
“Guías Técnicas para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios” -**



Guía nº 1

Soluciones de Aislamiento con
Poliestireno Expandido (EPS)

Guía nº 2

Soluciones de Aislamiento con
Poliestireno Extruido (XPS)

Guía nº 3

Soluciones de Aislamiento
con Lana Mineral

Guía nº 4

Soluciones de Aislamiento
con Poliuretano

Guía nº 5

Soluciones de Acristalamiento
y Cerramiento Acristalado

Guía nº 6

Soluciones de Aislamiento
con Espumas Flexibles

IDAE Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

c/ Madera, 8 - 28004 Madrid
Tel.: 91 456 49 00. Fax: 91 523 04 14
comunicacion@idae.es
www.idae.es



P.V.P.: 20 € (IVA incluido)