

Manual de Conductos CLIMAVÉR®





Soluciones de Aislamiento Sostenible

Sistemas **CLIMAVER**[®]
Ahora con
marcado **CE**

CLIMAVER[®]

Primer sistema de conductos autoportantes
de lana mineral para climatización
y ventilación con marcado CE.



CLIMAVER® A1 APTA, CLIMAVER® A2 APTA,
CLIMAVER® APTA, CLIMAVER® A2 deco,
CLIMAVER® A2 neto, CLIMAVER® A2 PLUS,
CLIMAVER neto®, CLIMAVER PLUS® R,
CLIMAVER® STAR, SISTEMA CLIMAVER METAL®,
MÉTODO DEL TRAMO RECTO, y todos los
productos de la GAMA CLIMAVER®, incluidos
sus Sistemas de Montaje, Herramientas y
Aplicaciones CLIMAVER® son marcas registradas
por SAINT-GOBAIN y, por tanto, su uso
está rigurosamente prohibido.



1. Introducción

Las instalaciones de climatización tienen como misión procurar el bienestar de los ocupantes de los edificios, tanto térmica como acústicamente, cumplimentando

además los requisitos para su seguridad y con el objetivo de un uso racional de la energía.

Índice

1. Introducción e Índice	2
1.1. Ventajas de los equipos Todo Aire	6
1.2. Ventajas de la preinstalación de aire acondicionado	7
2. Tipos de Conductos	8
2.1. Conductos de chapa metálica ...	10
2.1.1. Clasificación de los conductos de chapa	10
2.2. Conductos de Lana de Vidrio.....	11
2.2.1. Sistema CLIMAVER Metal®	12
2.3. Conductos flexibles	13
3. Aislamiento Térmico en la Climatización	14
3.1. Generalidades	16
3.1.1. Conducción de calor	16
3.2. Aislamiento térmico en los conductos	17
3.2.1. Transmisión térmica en conductos	17
3.2.2. Transferencia de calor en un sistema de conductos	18
3.2.3. Reducción del consumo energético (ejemplo)	19
3.2.4. Exigencias de aislamiento térmico según RITE: Aislamiento térmico	19
3.2.5. Exigencias de aislamiento térmico según RITE: Estanqueidad.....	21
3.3. Aislamiento térmico en equipos	22
3.4. Riesgo de condensaciones	23
4. Aislamiento Acústico en la Climatización	24
4.1. Objetivos y recomendaciones de confort acústico	26
4.2. Requisitos legales aplicables a instalaciones de climatización	27
4.3. Principales fuentes sonoras en una instalación de climatización	28
4.3.1. Sistemas de ventilación	29
4.3.2. Unidades interiores	29
4.3.3. Unidades exteriores	30
4.3.4. Conductos metálicos y rejillas	30
4.3.5. Radiación del ruido a través del conducto	31
4.4. Soluciones contra el ruido en instalaciones.....	31
4.4.1. Equipos de tratamiento (UTAS, Torres de refrigeración)	31
4.4.2. Conductos de distribución de aire	36
5. La Protección contra Incendios en la Climatización	42
5.1. Generalidades sobre el origen y desarrollo de un incendio	44
5.2. Comportamiento ante el fuego de los materiales: Normativa	44
5.3. Exigencias normativas para los materiales en la Climatización	45
5.3.1. Reacción al fuego	45
5.3.2. Resistencia al fuego.....	46
5.4. El problema de los humos en la seguridad contra incendios	46
5.5. Caída de gotas y partículas en llamas	47
6. Pérdidas de carga en Conductos CLIMAVER®	48
6.1. Presiones estática, dinámica y total	50
6.1.1. Conceptos	50
6.2. Pérdidas de carga	50
6.2.1. Pérdidas de carga por rozamiento	50
6.2.2. Pérdidas de carga locales o dinámicas	52
7. Los Conductos de Aire y su Influencia en la Calidad de Aire Interior	56
7.1. Exigencia de calidad de aire interior	58
7.2. Factores que influyen en la calidad del aire debido a los conductos	59
7.2.1. Variaciones de temperatura y humedad	59
7.2.2. Condensaciones	59
7.2.3. Desequilibrios de presión	60



Índice (continuación)

7.2.4. Ruido en la red de conductos y Atenuación Acústica	60
7.2.5. Factores exógenos y endógenos de calidad de aire	60
7.3. Mantenimiento de instalaciones	61
7.4. Limpieza de conductos	62
7.4.1. Inspección de la instalación ...	63
7.4.2. Apertura de conductos	64
7.4.3. Método de limpieza de conductos.....	64
8. Contribución de los conductos de aire a la certificaciones medioambientales	68
8.1 Introducción	70
8.2 Sistemas de certificación ambiental de edificiosLeed, Breeam, Verde y Well.	71
8.2.1. LEED V4.1 BD+C.....	71
8.2.2. BREEAM ES Nueva construcción 2015 y vivienda 2020... ..	74
8.2.3. WELL V1	76
8.2.4. VERDE 2020.....	78
9. Los conductos de Climatización comparativa técnico-económica	80
9.1 Bases del estudio	82
9.2 Estudio técnico-económico para España	82
9.3 Materiales considerados	82
9.4. Pérdidas en las Instalaciones	83
9.5 Valoraciones Económicas	84
9.6 Reducción del ruido	85
10. Instalacion de conductos CLIMAVER®	87
10.1 Características de los conductos CLIMAVER®	88
10.1.1. Descripción.....	88
10.1.2. Aplicaciones	88
10.1.3. Los conductos CLIMAVER® y la revisión del RITE.....	89
10.1.4. El Método del Tramo Recto	89
10.1.5. El Sistema CLIMAVER Metal®	89
10.1.6. Ventajas de los paneles CLIMAVER®	90
10.2 Fundamentos de construcción de conductos	91
10.2.1 Trazado.....	91
10.2.2. Corte	91
10.2.3. Sellado	93
10.2.4. Unión transversal de elementos	93
10.3. Fabricación de conductos rectos	94
10.3.1. Fabricación de un conducto recto de una pieza	94
10.3.2. Fabricación de un conducto recto de dos piezas	96
10.3.3. Fabricación de un conducto recto de una pieza en -U- y tapa	96
10.3.4. Fabricación de un conducto recto en cuatro piezas	96
10.4. Figuras. Cambios de dirección	97
10.4.1. Fabricación de figuras.	97
10.4.2. Fabricación de codos	97
10.4.3. Quiebro.....	98
10.5. Figuras Ramificaciones	99
10.5.1 Ramificación simple o en R. .	99
10.5.2. Ramificación doble o pantalón	100
10.5.3. Ramificación triple.....	100
10.5.4. Ramificación de un conducto por una de sus cuatro caras: “Zapato”.....	100
10.6. Reducciones	101
10.6.1. Reducción a una cara en -U- y tapa.....	101
10.7. Operaciones auxiliares.....	102
10.7.1 Realización de una puerta de acceso	102
10.7.2. Conexión a rejilla	102
10.7.3. Conexión a máquina	103
10.7.4. Refuerzos	104
10.7.5. Soportes	105
11 Anexos	106
11.1. Anexo I. Consideraciones de diseño y dimensionado referentes a conductos en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios	108
11.2. Anexo II. Informe del ensayo. Perdidas de carga en conductos CLIMAVER®	110
11.3. Anexo III. Sistema de montaje CLIMAVER® STAR	113
11.4. Anexo IV. Medidas en instalaciones con conductos CLIMAVER® y criterios de medición según Norma UNE 92315	114
11.5. Anexo V. Qué no se debe hacer con CLIMAVER®.	116
11.6. Anexo VI. Gestión de residuos.....	117
11.7. Anexo VII. Fichas y Selector de Productos ISOVER.....	118

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD), y deberán estar comprendidas entre los siguientes límites generales:

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23 a 25	45 a 60
Invierno	21 a 23	40 a 50

Fuente: RITE.

Las instalaciones contemplarán también una renovación de aire, adecuada al número de personas y la actividad que realizan, sin olvidar las características interiores del local y de los materiales que las componen.

El proyectista seleccionará el tipo de instalación de aire acondicionado en función de determinados criterios como pueden ser:

- Características del área a acondicionar y actividad que se va a desarrollar en la misma. Por ejemplo, para aquellos locales con una ocupación muy variable deben estudiarse los dispositivos de variación del caudal de aire exterior.
- Coste de la instalación y consumo de energía de funcionamiento. La selección de los equipos debe basarse en los rendimientos energéticos. Por otro lado, la Directiva 93/76/CEE relativa a las emisiones de CO₂, indica que los Estados miembros de la Unión Europea establecerán y aplicarán programas que permitan a los ocupantes de los edificios regular su propio consumo

de energía y adecuar la facturación de los gastos en función del mismo.

- Tratamiento de los niveles de ruido que puede emitir la instalación.
- Nivel de control de los diferentes parámetros del aire. Además de la temperatura y la humedad, deben evaluarse parámetros como el CO₂, excelente indicador de la contaminación del aire originada por los ocupantes.
- Eficiencia en la difusión del aire. Estudio de la velocidad del aire y de su estratificación, tanto para el ciclo de refrigeración como para el de calefacción.
- Mantenimiento de la instalación. El RITE establece la obligatoriedad del mantenimiento para todas aquellas instalaciones que superen los 70 kW de potencia instalada, definiendo la periodicidad de las diferentes operaciones de mantenimiento.

Podemos clasificar los sistemas de acondicionamiento de aire según la forma mediante la cual enfriamos o calentamos el mismo, dentro del local que se pretende acondicionar.

- Expansión directa (equipos de ventana, unidades partidas...).
- Todo agua (fan-coils...).
- Todo aire (unidades de tratamiento de aire).
- Aire - agua (inducción).

Los sistemas basados en la distribución de aire son los denominados TODO AIRE. En estos sistemas, el conducto actúa como elemento estático de la instalación, a través del cual circula el aire en el interior del edificio, conectando todo el sistema: aspiración del aire exterior, unidades de tratamiento de aire, locales de uso, retorno y evacuación del aire viciado.

1.1. Ventajas de los equipos Todo Aire

- Filtración, humectación y deshumectación centralizados.
- Funcionamiento silencioso: todos los aparatos móviles se encuentran situados en un espacio común y reducido, lo que permite un tratamiento acústico más sencillo. Los ruidos originados por el flujo de aire en los conductos y transmitidos de un local a otro deben ser estudiados aparte.
- Todo el aire de retorno pasa por la unidad de tratamiento central, por lo que sufre una nueva filtración y corrección de la humedad, redundando en una mayor calidad del aire.
- El aire de renovación es captado por una única toma exterior, lo que permite una mejor ubicación de la misma, de forma que los efectos del viento en fachada tengan una menor incidencia y que se encuentre alejada de zonas de evacuación de aire viciado o torres de enfriamiento. En el capítulo sobre Calidad del Aire Interior se incidirá en la importancia de introducir aire exterior en los locales como medio de diluir las sustancias contaminantes.
- Economía de funcionamiento: en estaciones con temperaturas suaves, todo el aire impulsado a los locales puede provenir del exterior sin ningún coste adicional, (free

coling), sin existir retornos y mejorándose notablemente la calidad del aire interior. Si en el invierno, durante gran parte del día, las ganancias de calor en el edificio superasen a las pérdidas a través de su envolvente más las necesarias renovaciones mínimas de aire, sería necesario enfriarlo, pudiendo recurrir al aire exterior. A este respecto el RITE exige, que los subsistemas de ventilación tipo aire, de potencia nominal mayor que 70 kW en régimen de refrigeración, dispongan de un subsistema de enfriamiento gratuito por aire exterior.

- Mantenimiento centralizado: filtros, sistemas de humectación y deshumectación, intercambiadores de calor y aparatos móviles están ubicados en un mismo local.
- Opción de control multizona.
- Estética: Se integran totalmente en el falso techo y sólo son visibles los difusores de soplado y recogida.

1.2. Ventajas de la preinstalación de aire acondicionado

El confort interior, exigencia de la sociedad actual, no está reñido con la estética del entorno. La previsión en proyecto de una futura instalación de aire acondicionado en la vivienda evitaría la aparición posterior de unidades condensadoras en terrazas y ventanas, que afean la fachada.

La consideración en fase de proyecto de la preinstalación de aire acondicionado permite una **mayor adaptación de la instalación futura al tipo de vivienda** y un diseño realizado por profesionales de la climatización.

El coste de dicha preinstalación es reducido si se ejecuta en la fase de construcción del edificio, por varios motivos. El primero se debe a que el importe económico de los materiales de la preinstalación (conductos, rejillas...) representa una pequeña parte del coste total de la instalación. En segundo lugar, la preinstalación no exige la compra de la unidad de tratamiento de aire en el momento de la adquisición de la vivienda. Y por último, la preinstalación evita realizar obras posteriores en falsos techos y conexiones de maquinaria.

El tipo de preinstalación más extendida consiste en una **red de conductos de distribución de aire** y un espacio concebido para la colocación posterior del equipo de climatización. En algunos casos, se incorpora un sistema de control para la regulación del caudal del aire mediante compuertas y termostatos. Generalmente, a la hora de la compra, el futuro propietario posee la opción de incluir el equipo más adaptado a sus necesidades según se especifica en el proyecto de su vivienda.

Entre los diferentes tipos de instalaciones centralizadas, las de distribución de aire por conductos son las únicas que pueden ofrecer las tasas de renovación de aire adecuadas para obtener la calidad de aire interior necesaria sin necesidad de una instalación de ventilación adicional. Permiten, a su vez, el enfriamiento gratuito o free cooling, ya citado, durante la mayor parte del año en climatologías como la nuestra. De esta forma, aportamos al edificio aire exterior exclusivamente, sin necesidad de calentar o enfriar el aire.

No podemos olvidar que, por unidad energética, la refrigeración supone, en general, un consumo de energía superior al de la calefacción y hace necesario que **la eficiencia de la instalación** sea máxima. Además de existir un correcto **aislamiento térmico global** del edificio, los conductos de distribución de aire, donde se pueden producir las mayores pérdidas energéticas, deberán incorporar el aislamiento.

Determinados materiales aislantes térmicos como la **Lana de Vidrio ISOVER** añaden una cualidad directamente ligada al confort: **la absorción del sonido**. Los ruidos producidos por el funcionamiento del equipo y por la circulación de aire son prácticamente eliminados por los conductos autoportantes de Lana de Vidrio CLIMAVER®. Los sistemas avanzados de control térmico por zonas aportan un nuevo enfoque en la racionalización de los consumos y permiten equipamientos de menor potencia.

Una variante a lo expuesto son las instalaciones de distribución de aire mixtas, que comprenden el acondicionamiento de aire para calefacción y para refrigeración. Normalmente se ofrece el equipo de calefacción ya instalado y, como opción, la ampliación posterior con una unidad de enfriamiento de aire. Existen en el mercado equipos eléctricos y/o de gas, y su elección puede depender de la zona climática, del coste del equipo y de la eficiencia de funcionamiento, entre otros.

Resumen

Las instalaciones de climatización tienen como objetivo básico garantizar las condiciones de confort de los usuarios y/o mejorar sus condiciones laborales. Para ello, el proyectista seleccionará el tipo de instalación según criterios varios, como el tipo de local a acondicionar, exigencias de ruido, coste, mantenimiento, etc.

De entre los tipos de instalaciones de climatización, aquellas que realizan una distribución de aire por conductos (sistemas todo aire), disponen de una serie de ventajas, como mantenimiento centralizado, opciones de ahorro energético, y alta calidad de aire interior.

Como caso particular de instalaciones de aire, cabe resaltar que la pre-instalación de aire en viviendas permite mayor calidad de aire interior, eficiencia, y adaptación a las necesidades de cada usuario.

2. Tipos de Conductos





Los **conductos de aire** son los elementos de una instalación a través de los cuales se distribuye el aire por todo el sistema; aspiración, unidades de tratamiento de aire, locales de uso, retorno, extracción de aire, etc. Sus propiedades determinan en gran parte la calidad de la instalación, al jugar un papel fundamental en determinados factores, como por ejemplo, el aprovechamiento energético o el comportamiento acústico de la misma.

La normativa de aplicación en vigor para regular las características que deben cumplir los conductos de distribución de aire, está contenida en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), con desarrollo en sus Instrucciones Térmicas Complementarias (ITE). En estas instrucciones se hace referencia a diversas Normas UNE o EN del Comité 100 de Normalización.

El RITE hace referencia a los conductos metálicos, que deben cumplir lo especificado en la Norma UNE-EN-12237, y conductos no metálicos, que deben cumplir lo especificado en la Norma UNE- EN-13403. También se mencionan las conexiones flexibles (**conductos flexibles**) entre las redes de conductos de aire y las unidades terminales, **indicando que la longitud máxima de dichas conexiones debe ser de 1,5 m** debido a su elevada pérdida de presión.

Se analizan en este capítulo:

- Conductos de chapa metálica.
- Conductos de Lana de Vidrio.
- Conductos flexibles y sus limitaciones de uso.

2.1. Conductos de chapa metálica

Se trata de conductos realizados a partir de planchas de chapa metálica (acero galvanizado o inoxidable, cobre, aluminio...), las cuales se cortan y se conforman para dar al conducto la geometría necesaria para la distribución de aire.

Puesto que el metal es un conductor térmico, los conductos de chapa metálica **deben aislarse térmicamente**. Habitualmente, el material empleado consiste en mantas de Lana de Vidrio para colocar en el lado exterior del conducto. Estas mantas incorporan un revestimiento de aluminio que actúa como barrera de vapor. También pueden colocarse, en el interior del conducto, mantas de Lana de Vidrio con un tejido de vidrio que permite la absorción acústica por parte de la lana y refuerza el interior del conducto.

Los productos de Lana de Vidrio utilizados para el aislamiento de conductos metálicos son:



Producto	Aplicación	Descripción	Revestimiento	Resistencia térmica m ² · K/W
IBER COVER	Aislamiento por el exterior del conducto metálico	Manta de Lana de Vidrio, 50 mm de espesor	Aluminio + kraft	1,25
CLIMCOVER Roll Alu 3*		Manta de Lana de Vidrio, en 30 ó 45 mm de espesor	Aluminio reforzado + kraft	30 mm : 0,85 45 mm : 1,28
CLIMLINER Roll G1	Aislamiento por el interior	Manta de Lana de Vidrio, 25 ó 40 mm de espesor	Tejido de vidrio negro de alta resistencia mecánica	25 mm : 0,78 40 mm : 1,25

*Disponible en versión A2.

Hay que considerar que espesores inferiores a los indicados en esta tabla no cumplirían el RITE.

2.1.1. Clasificación de los conductos de chapa

2.1.1.1. Respecto a la presión máxima

Los conductos de chapa se clasifican de acuerdo a la máxima presión que pueden admitir:

Clase de estanqueidad	Coefficiente de fugas C	Límites de la presión estática (Pa)		L/(sm ³)
A	0,027	+500	-500	1,53
B	0,009	+1.000	-750	0,80
C	0,003	+2.000	-750	0,42
D	0,001	+2.000	-750	0,14

(*) No cumple el RITE por su espesor. Hay que considerar que espesores inferiores a los indicados en esta tabla no cumplirían el RITE.

2.1.1.2. Respecto al grado de estanqueidad

Se establecen cuatro clases. Los sistemas de montaje y tipos de refuerzos vienen definidos en el proyecto de Norma Europea UNE-EN 1507:2007. Ver también Norma UNE -EN-12237.



2.2. Conductos de Lana de Vidrio



Son conductos realizados a partir de paneles de Lana de Vidrio de alta densidad, aglomerada con resinas termoendurecibles. El conducto se conforma a partir de estas planchas, cortándolas y doblándolas para obtener la sección deseada.

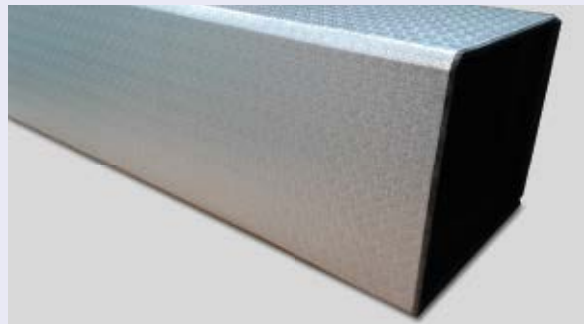
Las planchas a partir de las cuales se fabrican los conductos se suministran con un **doble revestimiento**:

- La cara que constituirá la superficie externa del conducto está recubierta por un complejo de aluminio reforzado, que actúa como barrera de vapor y proporciona estanqueidad al conducto.
- La cara que constituirá el interior del conducto, dispondrá de un revestimiento de aluminio, un velo de vidrio, o bien un tejido de vidrio, según las características que se deseen exigir al conducto.

Revestimiento exterior exclusivo CLIMAVER® con nuevo marcado MTR optimizado, que incluye línea de estanqueidad, flecha sentido de circulación del aire y regla MTR.



Revestimiento CLIMAVER® STAR para uso directo en instalaciones en exteriores, aluminio gofrado plastificado e impermeable con protección UV.



Los paneles CLIMAVER PLUS R® garantizan un rebordeado exclusivo del canto macho, prolongando la protección del complejo interior de aluminio. de esta forma se obtiene una unión perfecta entre tramos, sin discontinuidad en el revestimiento interior.



Los paneles CLIMAVER neto® están revestidos en su cara interior por un tejido de vidrio reforzado de color negro de gran resistencia mecánica y con excelentes prestaciones acústicas.

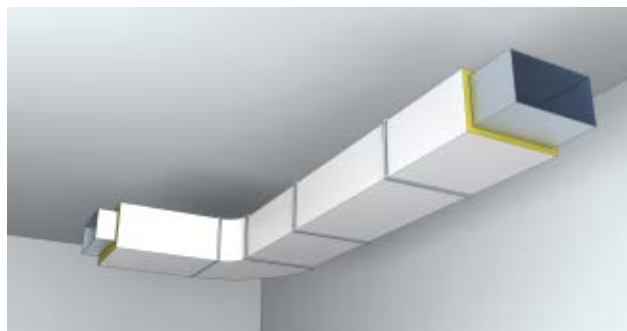


2. Tipos de Conductos

Los paneles que se utilizan como base para construir el conducto tienen las siguientes dimensiones:

Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (mm)
3/2.4	1,19	25/40/50

La gama CLIMAVER® está compuesta por varios tipos de paneles, atendiendo a su configuración y a las aplicaciones deseadas para cada uno de ellos:



Marca comercial	Lana de Vidrio	Conductividad térmica λ (W/m.K) a 10 °C	Velocidad del aire (m/s)	Temperatura máxima de aire de circulación (°C)	Reacción al fuego
CLIMAVER® STAR conducto autoportante para exteriores de edificios	•	0,032	≤ 18	90	B-s1,d0
	Superficie exterior: Aluminio gofrado plastificado, impermeable y con protección UV. Superficie interior: Tejido de vidrio negro de alta resistencia mecánica.				
CLIMAVER neto®	•	0,032	≤ 18	90	B-s1,d0
	Superficie exterior: Lámina de aluminio exterior, kraft y malla de vidrio. Superficie interior: Tejido de vidrio negro de alta resistencia mecánica.				
CLIMAVER PLUS® R	•	0,032	≤ 18	90	B-s1,d0
	Superficie exterior: Lámina de aluminio exterior, malla de vidrio y kraft. Superficie interior: Aluminio y kraft. El canteado "macho" del panel está rebordeado con este revestimiento.				
CLIMAVER® APTA	•	0,032	≤ 18	90	B-s1,d0
	Superficie exterior: Lámina de aluminio exterior, kraft y malla de vidrio. Superficie interior: Tejido de vidrio negro de alta resistencia mecánica.				
CLIMAVER® A1 APTA	•	0,032	≤ 18	90	A1
	Superficie exterior: Lámina de aluminio exterior y malla de vidrio. Superficie interior: Tejido de vidrio negro de alta resistencia mecánica.				
CLIMAVER® A2 APTA	•	0,032	≤ 18	90	A2-s1,d0
	Superficie exterior: Lámina de aluminio exterior, kraft y malla de vidrio. Superficie interior: Tejido de vidrio negro de alta resistencia mecánica.				
CLIMAVER® A2 neto	•	0,032	≤ 18	90	A2-s1,d0
	Superficie exterior: Lámina de aluminio reforzada con papel kraft y una malla de vidrio. Superficie interior: Tejido de vidrio negro de alta resistencia mecánica.				
CLIMAVER® A2 deco	•	0,032	≤ 18	90	A2-s1,d0
	Superficie exterior: Tejido de fibra de vidrio decorativo y lámina de aluminio. Superficie interior: Tejido de vidrio negro de alta resistencia mecánica.				
CLIMAVER® A2 PLUS	•	0,032	≤ 18	90	A2-s1,d0
	Superficie exterior e interior: Lámina de aluminio reforzada con una malla de vidrio.				

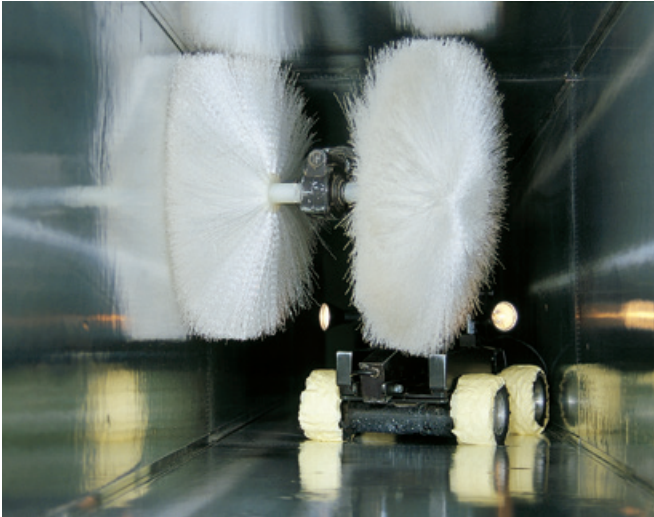
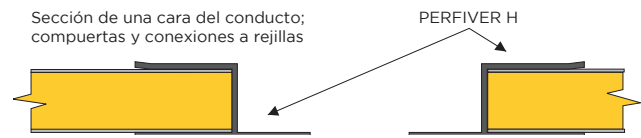
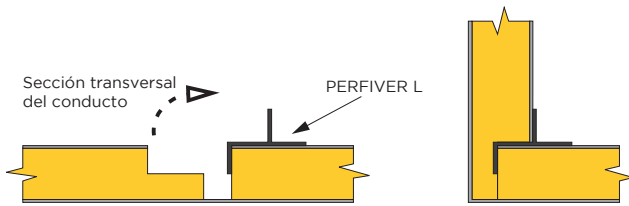
2.2.1. Sistema CLIMAVER Metal®

Las mayores exigencias del sector, en aspectos relativos a la calidad de aire interior y de las instalaciones, motivaron el desarrollo del Sistema CLIMAVER Metal®, **como alternativa adicional de calidad.**

Se trata de un sistema de montaje que combina cualquiera de los paneles CLIMAVER® (excepto CLIMAVER® Plata), con una perfilera de aluminio (PERFIVER). Los perfiles

PERFIVER L se colocan en las juntas longitudinales interiores de los conductos con el fin de reforzar las juntas longitudinales internas de los conductos.

Sin ser de uso exclusivo del Sistema CLIMAVER Metal, la utilización de otro perfil de aluminio (PERFIVER H), permite rebordear los cantos del panel de Lana de Vidrio en las conexiones a unidades terminales (rejillas...), máquinas (juntas elásticas, marcos metálicos...) y compuertas (de inspección, cortafuegos...).



Ventajas del sistema CLIMAVER Metal®

El Sistema CLIMAVER Metal® incorpora las siguientes ventajas:

- Mayor capacidad para una limpieza frecuente.
- Acabado óptimo de las juntas al incorporar los perfiles longitudinales.
- Incremento de la resistencia mecánica a la presión.

2.3. Conductos flexibles



Se trata de conductos flexibles con forma de fuelle, constituidos generalmente por dos tubos de aluminio y poliéster entre los cuales se dispone un fieltro de Lana de Vidrio que actúa como aislamiento térmico. Están regulados por la Norma UNE-EN-13180.

El RITE limita su uso a longitudes de 1,5 m debido a su elevada pérdida de carga y a los problemas acústicos que pueden originar; por lo que se utilizan principalmente para la conexión entre el conducto principal de aire y las unidades terminales (difusores, rejillas).

Resumen

Dentro de los conductos para distribución de aire, podemos distinguir:

- **Conductos de chapa metálica.** De conformación en taller, necesitan de un aislamiento térmico y acústico adicional. Están regulados por la Norma UNE-EN-12237.
- **Conductos de lana de vidrio.** De conformación en obra, aportan de por sí aislamiento térmico y acústico. Regulados por la Norma UNE-EN-13403.
- **Conductos flexibles.** Limitados por el RITE a una longitud máxima de 1,5 m por su elevada pérdida de presión, se utilizan para las conexiones entre el conducto principal y las unidades terminales. Regulados por la Norma UNE-EN 13180.

3. Aislamiento Térmico en la Climatización





El primer factor de gran influencia que debe considerarse para reducir el **consumo energético** de una instalación es el **aislamiento térmico del local a acondicionar**. Es preciso conocer las cargas térmicas del edificio, y que éste haya sido proyectado según la normativa vigente, cumpliendo con los valores mínimos de aislamiento exigido.

Por otra parte, las condiciones térmicas del aire que circula por el interior de los conductos en las instalaciones son diferentes a las del aire exterior, lo que se traduce en una transferencia de calor entre las dos masas de aire. Si esta transferencia es elevada, se producirá una pérdida de eficiencia de la instalación y un aumento de su coste energético.

Otro posible efecto es el riesgo de condensaciones en las paredes de los conductos, debido al enfriamiento localizado del aire y al aumento de su humedad relativa. Es por esto que el **RITE** incide en los espesores mínimos de aislamiento necesario en conductos para evitar condensaciones. Podemos encontrar cómo calcular estos espesores en la IT 1.2.4.2.2.

En el presente capítulo desarrollaremos los conceptos teóricos y prácticos para el cálculo de los espesores mínimos de aislamiento necesarios para minimizar las pérdidas energéticas en una red de conductos. Todos los cálculos se realizan de acuerdo con la Norma UNE-EN 12241 “aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales”.

3.1. Generalidades

3.1.1. Conducción del calor

Entre dos zonas a diferente temperatura, se produce un flujo de calor desde la que se encuentra a mayor temperatura hacia la de menor temperatura.

La existencia de un elemento físico separador de ambos ambientes, establece unas condiciones de flujo de calor que dependen de las características geométricas del elemento físico y del grado de facilidad que ofrece al paso del calor (concepto de resistencia térmica).

El flujo de calor a través de este elemento físico, viene dado por la ley de Fourier:

$$q = \lambda \cdot \text{grad}(T)$$

Siendo:

q = Flujo de calor perpendicular a las caras del elemento separador (W/m^2).

λ = Conductividad térmica del material ($W/m \cdot K$).

$\text{grad } T$ = Variación de temperatura con el espesor del material (K/m).

Según la geometría del elemento separador (elemento aislante), la ley de Fourier resulta en distintos tipos de expresiones:

3.1.1.1. Paredes planas

La ley de Fourier adopta la forma:

$$q = \frac{\theta_{si} - \theta_{se}}{R} \quad (W/m^2)$$

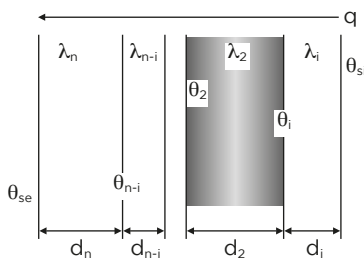
Siendo:

θ_{si} = Temperatura superficial del lado caliente (K).

θ_{se} = Temperatura superficial del lado frío (K).

R = Resistencia térmica total ($m^2 \cdot K/W$), con:

$$R = \sum \frac{d_i}{\lambda_j}$$



Donde:

d_i = Espesor de cada capa (m).

λ_i = Conductividad de cada capa ($W/m \cdot K$).

3.1.1.2. Superficies cilíndricas huecas

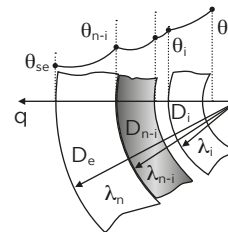
La ley de Fourier adopta la forma:

$$q = \frac{\theta_{si} - \theta_{se}}{R} \quad (W/m)$$

Con R : Resistencia térmica total ($m \cdot K/W$).

Siendo:

$$R = \frac{1}{2\pi} \sum \frac{1}{\lambda_j} L_n \frac{D_{ej}}{D_{ij}}$$



Donde:

D_i = Diámetro interior.

D_e = Diámetro exterior.

3.1.1.3. Superficies rectangulares huecas

El flujo lineal de calor a través de la pared de un elemento con sección rectangular (aplicable a un conducto de sección rectangular) viene dado por la expresión:

$$q = \frac{\theta_{si} - \theta_{se}}{R_d} \quad (W/m)$$

R_d es la resistencia térmica lineal de la pared de este elemento, la cual puede calcularse mediante la aproximación:

$$R_d = \frac{2 \cdot d}{\lambda \cdot (P_e + P_i)}$$

Siendo:

P_i = Perímetro interior del conducto (m).

P_e = Perímetro exterior del conducto (m).

D = Espesor de la capa aislante (m).

De la misma manera que existe una transferencia de calor por conducción a través del elemento separador entre dos medios a distinta temperatura, existe una transferencia de calor en las superficies que delimitan este elemento separador.

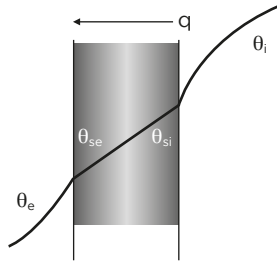
El flujo de calor que atraviesa el elemento debe ser igual al que le cede el medio más caliente e igual al flujo de calor cedido al medio más frío.

Esto supone que:

$$\theta_i > \theta_{si} > \theta_{se} > \theta_e$$

Debe existir un coeficiente de transmisión de calor superficial que permita:

$$q = h_e \cdot (\theta_i - \theta_{si}) = h_i \cdot (\theta_{se} - \theta_e)$$



En el que:

h_i = Coeficiente superficial de transmisión de calor del medio "i" ($W/m^2 \cdot K$).

h_e = Coeficiente superficial de transmisión de calor del medio "e" ($W/m^2 \cdot K$).

Cualquier coeficiente superficial de calor, es una combinación de un término debido a la radiación y otro debido a la convección de calor:

$$h = h_{cv} + h_r$$

Donde:

h_{cv} = Parte del coeficiente superficial debido a la convección.

h_r = Parte del coeficiente superficial debido a la radiación.

Para la estimación de estos coeficientes existen diversos algoritmos, que varían en función de factores tales como la posición y geometría de la superficie, el tipo de flujo (laminar o turbulento), el material que constituye la superficie, la temperatura, etc. Estos algoritmos pueden encontrarse en la norma UNE-EN ISO 12241 "Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales".



3.2. Aislamiento térmico en los conductos

Las transferencias de calor a través de la red de conductos de distribución de aire, representan una pérdida de la energía aportada en el tratamiento del aire, lo cual supone un coste económico de funcionamiento.

Además, el aire circulante está cambiando sus características físicas como consecuencia de la pérdida de energía, lo cual deriva en que el aire proporcionado a los locales no está necesariamente en las mismas condiciones para todos ellos. En consecuencia es necesario conocer la relación entre las transferencias caloríficas y la variación de las temperaturas del aire, según las características geométricas de la red de conductos y los caudales circulantes.

3.2.1. Transmisión térmica en conductos

La transmitancia térmica entre dos ambientes, se define como la cantidad de calor que pasa de un medio a otro por unidad de área, dividida por la diferencia de temperaturas. La transmitancia U es la inversa de la resistencia térmica total del sistema, incluyendo las resistencias superficiales h .

En paredes planas (conductos de sección rectangular), se indica en forma de pérdidas por unidad de superficie:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum R_j + \frac{1}{h_e}} \text{ W/m}^2 \cdot K$$

(1)

3. Aislamiento Térmico en la Climatización

Mientras que en elementos cilíndricos (tuberías) suele darse en forma de pérdida por unidad de longitud:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i \pi D_i} + \sum R_j + \frac{1}{h_e \pi D_e}} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Por lo tanto, para conductos de sección rectangular utilizaremos la fórmula (1), en la que:

- Los valores de h_e pueden considerarse constantes, dado el ambiente exterior en calma que rodeará los conductos.
- $\sum e_j / \lambda_j$ depende de los materiales de la pared del conducto y está muy ligado al aislamiento térmico: si no existe, los λ_j suelen ser elevados y el término $\sum e_j / \lambda_j$ tiene un valor muy bajo. Por el contrario, la presencia de aislamiento térmico supone λ_j de esta capa muy bajo y por tanto, el término $\sum e_j / \lambda_j$ tiene un valor relativamente alto.
- El coeficiente que presenta mayores variaciones es h_i , ya que su valor crece fuertemente con la velocidad del aire en el conducto.

La influencia de estos términos en el valor global de U se resume en:

- Conductos sin material aislante térmico: valores elevados de U, que se incrementan con la velocidad del aire en el conducto.
- Conducto con material aislante térmico: valores bajos de U, con incremento muy moderado con la velocidad del aire en el conducto. Esto es debido a que, en este caso, los valores que presenta el término $\sum e_j / \lambda_j$ son siempre superiores a $1/h_i$ para las velocidades habituales del aire ($v < 18 \text{ m/s}$).

Observemos ahora el gráfico de ASHRAE (fig. 1), donde se indican los valores de U experimentales, en función de la velocidad del aire y de los diversos materiales para conductos. Podemos ver que los valores de U son relativamente independientes de la velocidad del aire, cuando se utilizan conductos autoportantes de Lana de Vidrio, o bien cuando se aísla por el exterior de un conducto de chapa metálica.

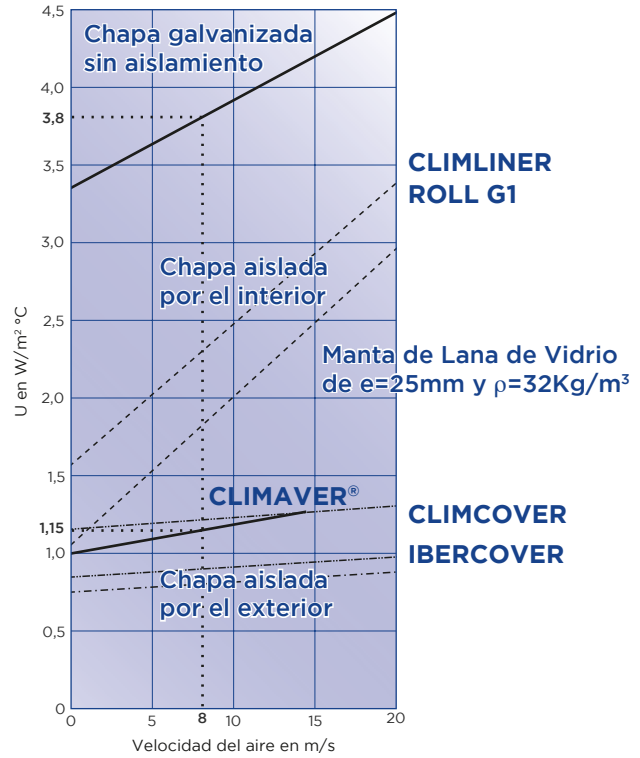


Figura 1. Valores experimentales de U en función de la velocidad del aire (Fuente: ASHRAE).

3.2.2. Transferencia de calor en un sistema de conductos

El valor de transmitancia U calculado, nos permite conocer las transferencias globales por unidad de superficie de conducto y por cada grado °C de diferencia de temperatura entre el aire en el interior y el ambiente.

Sin embargo, como hemos comentado antes, las transferencias de calor a lo largo de todo el circuito de conductos suponen una variación de la temperatura del aire interior,



La instalación de conductos CLIMAVER® permite reducir las pérdidas en un 70% respecto a un conducto de chapa sin aislar.

y éstas pueden ser importantes según el valor de U, el caudal de aire, la geometría del conducto y las diferencias iniciales de temperatura interior y ambiente.

La solución a este problema está en la aplicación del cálculo de acuerdo con la Norma 90 A de ANSI/ASHRAE/IES, que permite el cálculo para cada tramo de igual sección:

$$Q_e = \frac{U \cdot P \cdot L}{1000} \left(\frac{t_e + t_i}{2} - t_a \right)$$

$$t_e = \frac{t_i (y + 1) - 2t_a}{y - 1} \quad \text{y} \quad t_i = \frac{t_e (y + 1) - 2t_a}{y + 1}$$

Donde:

- y = $(2 \cdot A \cdot V \cdot \rho / U \cdot P \cdot L)$ para conductos rectangulares;
- y = $(0,5 \cdot D \cdot L \cdot \rho / U \cdot L)$ para conductos circulares;
- A = Área de la sección transversal del conducto, en mm².
- V = Velocidad media, en m/s.
- D = Diámetro del conducto, en mm.
- L = Longitud del conducto, en m.
- Q_e = Pérdida/ganancia de calor a través de las paredes del conducto, en W (negativa para ganancia de calor).
- U = Coeficiente de transferencia de calor total de la pared del conducto, en W/(m²·°C).
- P = Perímetro del conducto, en mm.
- ρ = Densidad del aire, en Kg/m³.
- t_e = Temperatura del aire de entrada del conducto.
- t_i = Temperatura del aire de salida del conducto.
- t_a = Temperatura del aire que rodea el conducto.

3.2.3. Reducción del consumo energético (ejemplo)

En el punto anterior, hemos visto que las pérdidas de energía, para unas condiciones fijas de aire de entrada y de ambiente y una geometría determinada de los conductos, dependen en gran medida del valor de U de éstos.

Con carácter aproximado, puede tomarse el valor de U para cada tipo de material de conducto, como elemento proporcional de pérdidas.

Veamos un ejemplo:

Se considera un conducto de climatización situado en una cámara de aire, entre forjado y falso techo, con las siguientes características:

- Conducto de sección 400x400 mm y longitud 20 m.
- Velocidad del aire circulante = 8 m/s.
- Temperatura del aire de entrada: 14 °C.
- Temperatura del ambiente: 26 °C.

Se trata de comparar el intercambio térmico en un conducto según el material utilizado su constitución: chapa sin aislar o conductos CLIMAVER®.

Los coeficientes de transferencia utilizados de acuerdo con la fig. 1 son:

- Chapa galvanizada: U = 3,8 W/(m²·°C)
- Conductos CLIMAVER®: U = 1,1 W/(m²·°C)

Con estos datos, resultaría una pérdida total de calor de:

- Q (chapa galvanizada) = 1.403,2 W.
- Q (conducto CLIMAVER®) = 415 W.

Esto representa que las pérdidas con un sistema de conductos CLIMAVER® son un 70,4% menores que si utilizamos conductos de chapa galvanizada.

3.2.4. Exigencias de aislamiento térmico según RITE: Aislamiento térmico

El consumo energético de una instalación de aire puede reducirse mediante un aislamiento térmico adecuado, tanto del local a acondicionar como de los conductos de distribución de aire. En lo que a eficacia térmica de las redes de conductos se refiere, esta depende fundamentalmente de dos factores:

- Aislamiento térmico (resistencia térmica del material).
- Estanqueidad (fugas de aire).

Ambos factores se encuentran regulados en el reglamento de instalaciones térmicas de los edificios y cuyos requisitos básicos se desarrollan a continuación:

- Para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/(m·K).

En interiores (mm)	En exteriores (mm)
30	50

- Para un material con conductividad térmica distinta a la anterior, se considera válida la determinación del espesor mínimo aplicando la siguiente ecuación para superficies planas.

$$d = d_{ref} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \right)$$

Así por ejemplo en el caso de un material de conductividad térmica 0,032 W/m·K el espesor mínimo de aislamiento para cumplir con los requisitos derivados del RITE para aire frío en interiores sería:

$$d = d_{ref} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \right) = 30 \text{ mm} \left(\frac{0,032}{0,040} \right) = 24 \text{ mm}$$

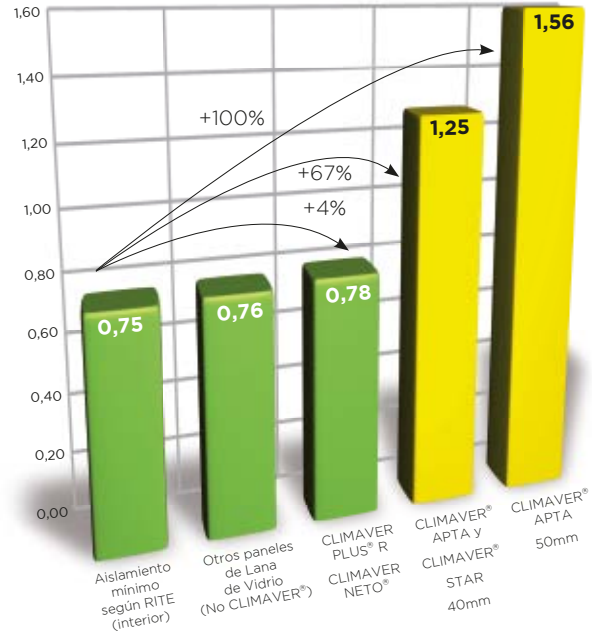
Según los requisitos legales de aplicación, los conductos metálicos no podrían ser instalados en hospitales al no cumplir con los requisitos de eficiencia energética emanados del RITE salvo que estuvieran aislados (bien interior o exteriormente) hasta conseguir las resistencias térmicas requeridas.

3. Aislamiento Térmico en la Climatización

Toda la gama **CLIMAVER®** ha sido desarrollada para dar respuesta a los más elevados requisitos de eficiencia energética en instalaciones de climatización.

En el caso particular del **CLIMAVER® APTA**, su conductividad térmica λ de 0,032 W/(m·K) asociada a un espesor de 40 mm ofrece una resistencia térmica un 65% superior a la requerida por la reglamentación y la más alta del mercado para este tipo de productos. Esas características permiten disminuir aproximadamente un 30% las pérdidas energéticas por transferencia de calor a lo largo de la red de conductos respecto a lo que pide el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

Este nuevo producto desarrollado mediante la aplicación de las últimas tecnologías disponibles, permite ahorrar en condiciones estándares un 30% más de energía que lo requerido por la reglamentación vigente y los productos equivalentes existentes actualmente en el mercado: **CLIMAVER® APTA** es una oportunidad de ahorrar energía.



Conductos metálicos

Según el RITE, los conductos metálicos no pueden ser utilizados por sí solos en este tipo de instalaciones.

3.2.4.1. Resistencia Térmica R (m²·K)/W

CLIMAVER® APTA es el producto del mercado con mayores prestaciones térmicas, superando en más del 65% el mínimo requerido por la reglamentación vigente y el resto de productos existentes de Lana Mineral.

Resistencia térmica:

$$R = \left(\frac{e}{\lambda} \right)$$

e = espesor (m)
 λ = conductividad térmica (W/m·k)
 R = resistencia térmica en m²·k/W



La gama **CLIMAVER®** ha sido fabricada según un sistema de gestión ambiental certificado bajo la norma UNE-EN ISO 14001.



Ejemplo

Supongamos que queremos comparar las pérdidas energéticas correspondientes a un año según lo especificado por el RITE con otros conductos existentes en el mercado y con el **CLIMAVER® APTA**. Vamos a hacer el cálculo para un conducto de 60x50 cm y 30 m de longitud por el que circula aire a 5 m/s.

La temperatura del aire a la entrada es de 16 °C y la temperatura ambiente del entornodel conducto de 25 °C (recinto cerrado). Se supone una superficie exterior plateada (coeficiente de emisión 0,3). Se toman en cuenta los 3 mecanismos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación.

Propiedades	Unidades	Aislamiento Mínimo según RITE	Otros paneles de Lana de Vidrio (no CLIMAVER®)	CLIMAVER®	CLIMAVER® APTA
Conductividad	W/(m·K)	0,040	0,033	0,032	0,032
Espesor (d)	mm	30	25	25	40
Flujo de calor total	W	557	549	538	392
Pérdidas energéticas*	kWh	4.879	4.809	4.712	3.433
Ahorro posible respecto al RITE	%	0	1	3	30

* Correspondientes a 1 año.

3.2.5. Exigencias de aislamiento térmico según RITE: Estanqueidad

Es obvio que las fugas de aire por falta de estanqueidad de las redes de conductos constituyen uno de los factores que más contribuyen a la reducción de la eficiencia de las redes de transporte de los fluidos portadores.

Fugas de aire

Las fugas de aire en un sistema de climatización basado en conductos metálicos constituye una de las principales fuentes de pérdidas energéticas.

La gama CLIMAVER®, reduce las pérdidas energéticas por fugas un 90% con respecto a lo exigido por el RITE.

-90%



El RITE hace referencia a las normas UNE-EN 13779 y UNE-EN 12237 que establecen cuatro clases de estanqueidad para redes de conductos. La clase de estanqueidad se define con el coeficiente c de la ecuación:

$$F = c p^{0,65} 10^{-3}$$

Donde:

F = Fugas de aire en m³/(s·m²)

p = Presión estática en Pa

c = Coeficiente de fugas

El exponente 0,65 es universalmente aceptado para el cálculo teórico del paso de aire a través de aperturas de pequeño tamaño.

Las cuatro clases de estanqueidad son las siguientes:

Clase de estanqueidad	Coeficiente de fugas C	Límites de la presión estática (Pa)	
A	0,027	+500	-500
B	0,009	+1.000	-750
C	0,003	+2.000	-750
D	0,001	+2.000	-750

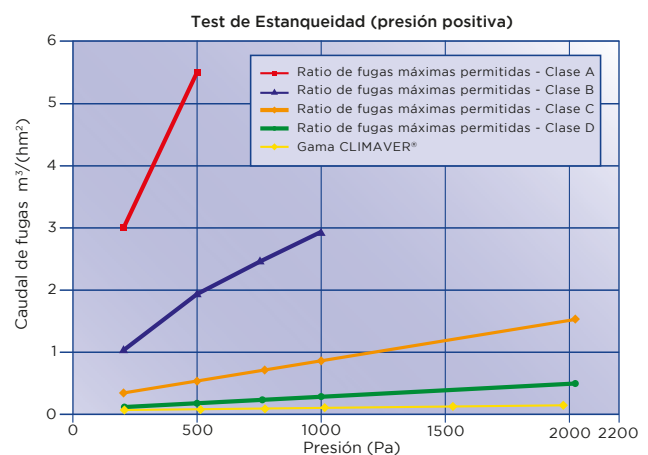
El RITE en su apartado IT 1.2.4.2.3 exige, en general, que la estanqueidad de una red de conductos sea como mínimo de la clase B por lo que el proyectista deberá de tener en cuenta las clases según las indicaciones anteriores.

A continuación, se representan las fugas de aire según la clase de estanqueidad de la red de conductos en función de la presión en el interior para las diferentes clases de estanqueidad:

Clase de estanqueidad	Coeficiente de fugas C	Pa	L/(sm ²)
A	0,027	500	1,53
B	0,009	1.000	0,80
C	0,003	2.000	0,42
D	0,001	2.000	0,14

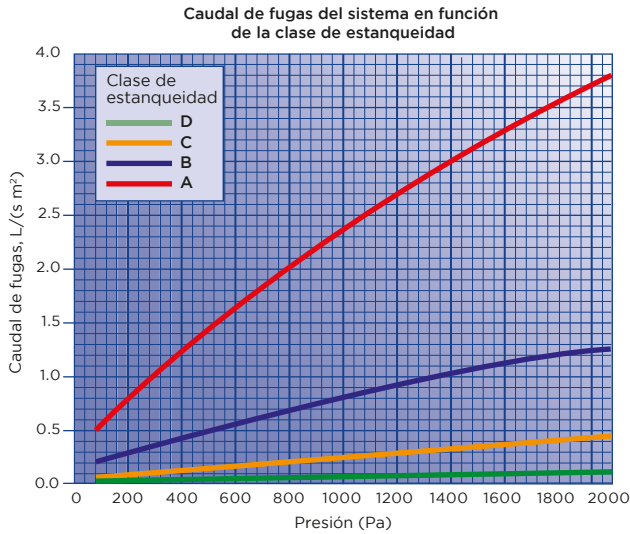
La estanqueidad es un requisito que puede mejorarse sin coste adicional. Las fugas de aire en un sistema de climatización son un parámetro crítico en la Eficiencia del sistema. El RITE, reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, especifica que "las redes de conductos tendrán una estanqueidad correspondiente a la clase B o superior" I.T. 1.2.4.2.3., pero esta clase representa más del 5% de fugas del caudal dependiendo de los casos.

Esto implica que para un conducto de clase B, con 300 Pa de presión estática a su entrada, se permiten unas fugas de 0,37 L/(s·m²). En una red de conductos que transporta un caudal de 5400 m³/h (1,5 m³/s) y tiene una superficie de 200 m², las fugas representan 74 L/s, es decir, casi el 5% del caudal. En el caso de tener el aire de climatización a 16 °C y una temperatura ambiente de 25 °C, las pérdidas energéticas equivalentes a estas fugas de aire para un año alcanzarían los 7.030 kWh.



Así, la clase de estanqueidad conseguida con los conductos pertenecientes a la gama CLIMAVER® según clasificación IT 1.2.4.2.3 del RITE es Clase D frente a la clase B exigida (una mayor clase de estanqueidad significa menores pérdidas energéticas).

Con CLIMAVER® APTA, las pérdidas energéticas por fugas según la siguiente gráfica, se reducirán en un 90% con respecto a lo exigido por el RITE (otros conductos del mercado 66%):



La clase de estanqueidad D está certificada por un laboratorio independiente acreditado.



La gama CLIMAVER® es la única en el mercado de las Lanas Minerales que permite obtener una clase de estanqueidad D.

D Clase de estanqueidad

Perdidas energéticas por fugas asociadas a las clases de estanqueidad:

Clase de Estanqueidad	Fugas permitidas L/(sm²)	Caudal total representado por las fugas (%)	Perdidas Energéticas Equivalentes 1 año (Kwh)	Coste equivalente (€)*	
B	0,370	5,0	7030	1265	Mínimo exigido por el RITE
C	0,120	1,6	2343	421	Otros productos Lana Mineral no CLIMAVER®
D	0,040	0,5	780	140	Requisitos mínimos clase D
Gama CLIMAVER®	0,017	0,2	330	60	Gama CLIMAVER®

* Suponiendo 0,18 €/Kw-h, 300 Pa, 5400 m³/h y 200 m².

3.3. Aislamiento térmico en equipos

La aplicación en cada caso de las fórmulas indicadas en el apartado 1, permitirá analizar las diversas pérdidas caloríficas con diferentes aislamientos.

Este caso general admite algunas simplificaciones sin errores apreciables; por ejemplo, las instalaciones con líquidos en su interior presentan un valor de $1/h_i$ muy bajo, que puede despreciarse comparativamente a otros términos de U.

Para instalaciones en el interior del edificio, pueden aplicarse con las fórmulas aproximadas:

Tuberías horizontales:

$$h_e = C_A + 0,05 \Delta\theta \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

Tuberías verticales y paredes planas:

$$h_e = C_B + 0,09 \Delta\theta \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

Usando los coeficientes de la siguiente tabla:

Superficie	C _A	C _B
Aluminio brillante	2,5	2,7
Aluminio oxidado	3,1	3,3
Chapa de metal galvanizado, limpio	4,0	4,2
Chapa de metal galvanizado, sucio	5,3	5,5
Acero Austenítico	3,2	3,4
Plancha aluminio-zinc	3,4	3,6
Superficies no metálicas	8,5	8,7

Las anteriores ecuaciones son aplicables para tuberías horizontales en el rango de $D_e = 0,25 \text{ m}$ hasta 1 m , y para tuberías verticales, de todos los diámetros.

Los valores de C_A y C_B son coeficientes aproximados. Sólo son aplicables para valores de $\Delta\theta < 100 \text{ °C}$ y donde la radiación sea poco apreciable por no ser significativa la diferencia de temperatura entre la superficie externa del equipo y la del ambiente.

3.4. Riesgo de condensaciones

Si una masa de aire con temperatura y humedad relativa (H_R) dadas tiende a enfriarse, se producirán condensaciones si se alcanza la “temperatura de rocío” (t_r), en la cual la H_R es 100%.

Este hecho es importante cuando la temperatura interior de los equipos o de las instalaciones es inferior a la ambiental: el aire exterior próximo a las superficies disminuye su temperatura, aumentando la HR, con el riesgo de condensaciones indicado.

En general, si el elemento separador es metálico o de otro material buen conductor del calor, el riesgo de condensaciones es alto, aún con bajas diferencias de temperatura en los ambientes exterior e interior, considerando ambientes de alta HR.

La utilización de elementos separadores tipo sándwich con aislamiento térmico incluido, como es el caso de la gama CLIMAVER[®], elimina los riesgos de condensaciones, incluso con diferencias notables de temperaturas.

No obstante, en cualquier caso es imprescindible estudiar el nivel de aislamiento térmico necesario en los equipos e instalaciones, teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables que puedan presentarse.

El cálculo de las temperaturas superficiales que pueden dar lugar a condensaciones, puede establecerse mediante los valores de U y h_e , determinando la temperatura en la superficie exterior θ_{se} y verificando el aumento de HR en el aire ambiental a esa temperatura.

El cálculo es laborioso, por lo que es más cómoda la aplicación del método gráfico simplificado que la norma VDI 2055, que permite calcular el espesor de aislante necesario en cada caso para evitar las condensaciones.

La utilización de aislantes de Lana de Vidrio exige la utilización de un barrera de vapor que evite la condensación intersticial en el interior de la masa de aislante. A este respecto, los conductos CLIMAVER[®] disponen de un revestimiento exterior que actúa como barrera de vapor,

Ejemplo

Se considera un conducto de chapa galvanizada, con una dimensión de 400x400 mm, con las siguientes condiciones:

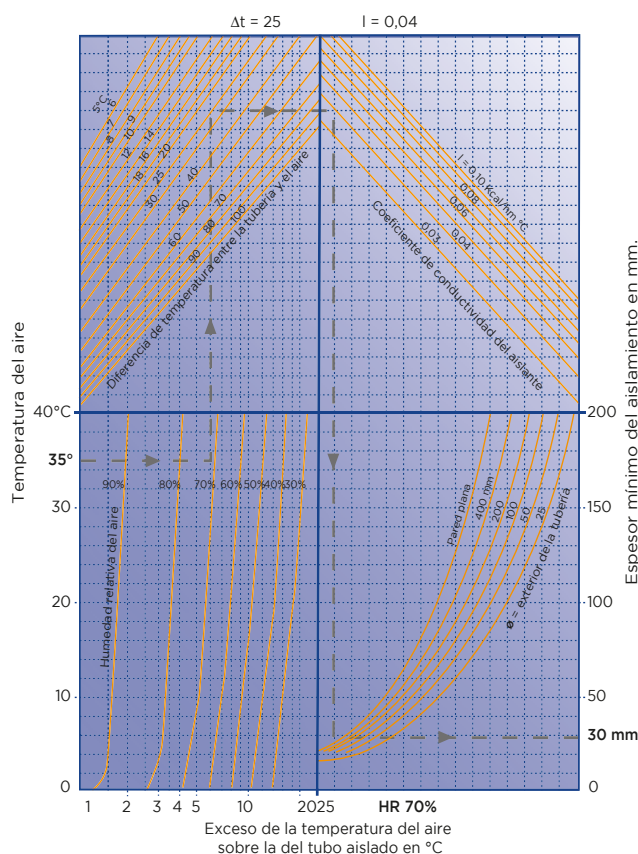
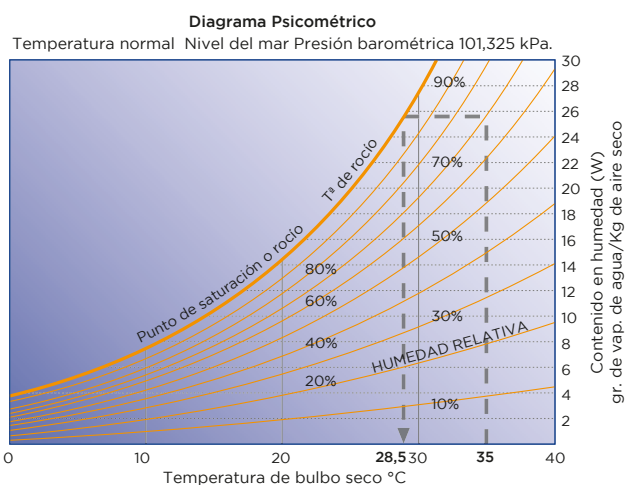
- El aire ambiente está a 35 °C con un 70% de HR.
- El aire que circula por el conducto está a 10 °C.

Se desea conocer si habrá condensaciones, y el aislamiento térmico necesario para que no las haya, utilizando un producto de $\lambda = 0,046 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Solución: El diagrama psicrométrico anterior nos indica que la t_r sería del orden de 28,5 °C, lo que supone la aparición de condensaciones.

Utilizando el siguiente gráfico de la VDI 2055, encontramos que serán necesarios al menos 30 mm del material citado para evitar las condensaciones.

Si el conducto utilizado fuese CLIMAVER Plus[®] R o Neto, con una $\lambda = 0,032 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, el espesor mínimo de producto necesario será de 20 mm. No existirán condensaciones, ya que el producto tiene 25 mm de espesor.



Resumen

El consumo energético en una instalación de aire puede reducirse mediante un aislamiento térmico adecuado, tanto del local a acondicionar como de los conductos y tuberías de distribución de fluidos (aire y agua).

En lo que respecta al aislamiento térmico en las redes de conductos, éste depende del producto utilizado para aislamiento, de su espesor, y de las fugas de aire en el sistema de conductos. Estos tres efectos se resumen en: resistencia térmica elevada y correcta estanqueidad de las redes de conductos.

Los conductos CLIMAVER[®] presentan la mayor eficiencia en cuanto a aislamiento térmico.

4. Aislamiento Acústico en la Climatización





El ruido, considerado como sonido no deseado, es un contaminante ambiental según la decisión adoptada en la conferencia internacional de medio ambiente de Estocolmo en 1972.

Las consecuencias del ruido sobre el hombre abarcan un amplio espectro, que comprende desde las molestias que afectan al confort, (falta de intimidad, dificultad de comunicación), hasta graves problemas de tipo físico o psíquico (alteración del ritmo cardiaco, fatiga, presbiacusia acelerada, etc.)

En una instalación de climatización, el ruido y las vibraciones producidas por la instalación y las turbulencias

causadas por el flujo del aire que circula a través de la red de distribución de aire pueden generar ruidos que se transmitan a los espacios habitables. Si la superficie interior de los conductos está constituida por un material que refleje con facilidad el sonido (como por ejemplo, el acero), estas turbulencias pueden provocar que las paredes de los conductos entren en vibración, transmitiendo así el ruido por el resto del recinto.

Solo podremos esperar un resultado óptimo si el aislamiento acústico lo hemos planificado e integrado en las primeras fases de un proyecto.

4.1. Objetivos y recomendaciones de confort acústico

Con el objeto de reducir en lo posible las consecuencias del ruido, todos los países han establecido limitaciones a los niveles sonoros máximos admisibles en los edificios y locales, según la utilización de los mismos.

El Real Decreto 1367/2007 que desarrolla la ley de ruido, establece valores límite en espacios interiores para periodos de mañana (Ld), tarde (Le), y noche (Ln), que podrán ser empleados como referencias de confort acústico.

Uso del edificio	Tipo de recinto	Índices de ruido		
		Ld	Le	Ln
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30
Educativo o cultural	Aulas	40	40	40
	Salas de lectura	35	35	35

Valores límite en espacios interiores RD 1367/2007.

Otras normas proponen valores máximos en diferentes espacios en función de la actividad a realizar en los mismos.

NIVELES CLÁSICOS DE RUIDOS intensidad sonora máxima según norma VDI 2058	
En el puesto de trabajo	Nivel sonoro db(A)
En trabajos predominantemente intelectuales	50
En trabajos de oficina sencillos y actividades semejantes	70
En otros trabajos	90
En la vecindad	
En zonas con sólo instalaciones industriales	70
En zonas con predominio de instalaciones industriales	
Durante el día	65
Durante la noche	50
En zonas con instalaciones industriales y viviendas	
Durante el día	60
Durante la noche	45
En zonas con predominio de viviendas	
Durante el día	55
Durante la noche	40
En zonas residenciales de viviendas	
Durante el día	50
Durante la noche	35
En zonas de sanatorios, hospitales, etc.	
Durante el día	45
Durante la noche	35

Valores de nivel de intensidad sonora máxima en espacios interiores según norma VDI 2058.

Tipo de local	Nivel sonoro db(A)
Salas para conciertos, conferencias, etc.	25-30
Teatros, iglesias y locales de uso parecido	30-35
Habitaciones en hospitales y hoteles	25-35
Quirofanos, salas de tratamiento y reconocimiento de enfermos y de espera	35
Cines, salas de reuniones, de dirección y de lectura	30-35
Aulas, clases, oficinas con exigencias más elevadas	35-40
Oficinas, restaurantes con exigencias más elevadas.	40-45
Grandes salas de oficinas con concurrencia de público, restaurantes normales.	45-50

Valores máximos permitidos de nivel sonoro en locales acondicionados, según norma VDI 2081-1971

Independientemente de los valores indicados, las comunidades autónomas y ayuntamientos tienen transferidas competencias de medioambiente, lo que les permite establecer niveles sonoros más restrictivos en el ámbito de su competencia.

Es muy importante que el proyectista de instalaciones de climatización conozca las normativas particulares que puedan afectar a un proyecto por su ubicación geográfica

Al margen de toda exigencia normativa, la esencia de una instalación de climatización es mejorar el confort de los usuarios del edificio. Parecería un contrasentido que no se tomaran las medidas necesarias para que las instalaciones no supusieran un deterioro del confort debido a los ruidos. Para ello la elección de los conductos supone la mejor herramienta.

4.2. Requisitos legales aplicables a instalaciones de climatización

Los requisitos legales generales aplicables a este tipo de instalaciones en lo que a condicionantes acústicos se refiere en los conductos, quedan recogidos según se detalla a continuación:

RITE: Artículo 11 apartado 4: Calidad del ambiente acústico: en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades producidas por el ruido y las vibraciones de las instalaciones térmicas estará limitado.

IT 1.1.4.4 Exigencia de calidad del ambiente acústico: Las instalaciones térmicas de los edificios deben cumplir las exigencias del documento DBHR Protección frente al ruido del Código Técnico de Edificación, que les afecten.

Código Técnico de la Edificación Documento Básico HR de protección frente al ruido 3.3.3.2 Aire acondicionado:

1. Los conductos de aire acondicionado deben ser absorbentes acústicos cuando la instalación lo requiera y deben utilizarse silenciadores específicos.
2. Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

Código Técnico de la Edificación Documento Básico HR de protección frente al ruido 3.3.3.3 Ventilación:

1. Los conductos de extracción que discurran dentro de una unidad de uso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, sea al menos 33 dBA, salvo que sean de extracción de humos de garajes en cuyo caso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, sea al menos 45 dBA.
2. Asimismo, cuando un conducto de ventilación se adose a un elemento de separación vertical se seguirán las especificaciones del apartado 3.1.4.1.2.: Cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un ele-

mento de separación vertical, se revestirá de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.

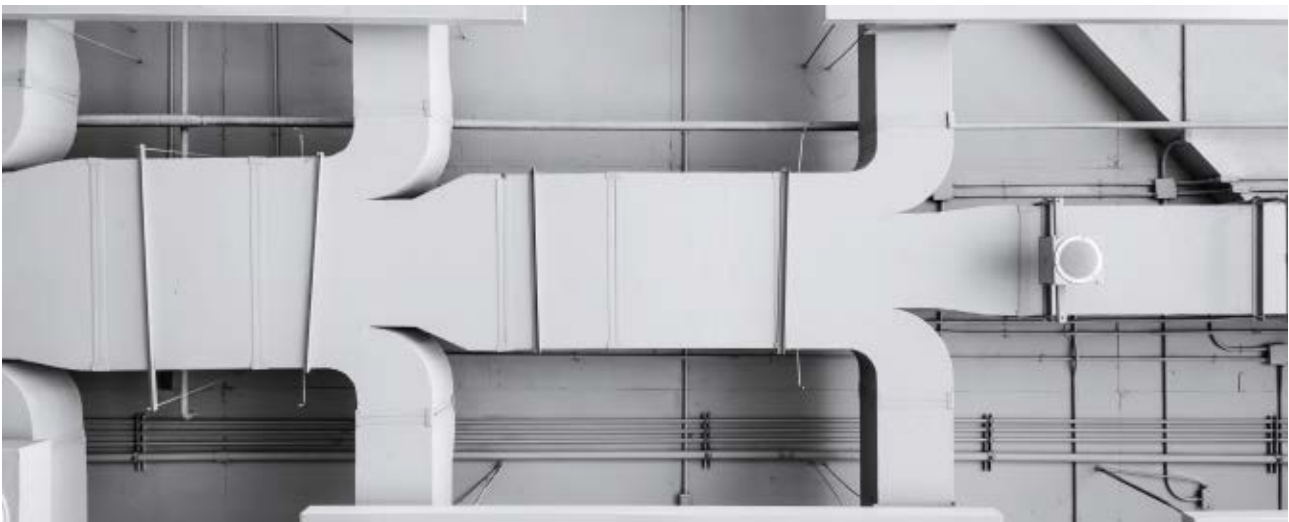
3. En el caso de que dos unidades de uso colindantes horizontalmente compartieran el mismo conducto colectivo de extracción, se cumplirán las condiciones especificadas en el DB HS3.

Además, el DB-HR establece otra serie de requisitos relativos al suministro de información por parte de los fabricantes:

- El nivel de potencia acústica, L_w , de equipos que producen ruidos estacionarios.
- El coeficiente de absorción acústica, α , de los productos absorbentes utilizados en conductos de ventilación y aire acondicionado.
- La atenuación de conductos prefabricados, expresada como pérdida por inserción, ΔL , y la atenuación total de los silenciadores que estén interpuestos en conductos o empotrados en fachadas o en otros elementos constructivos.
- La rigidez dinámica, K_{rig} , y la carga máxima, Q_{max} , de los lechos elásticos utilizados en las bancadas de inercia.
- El coeficiente de amortiguamiento, Cam , la transmisibilidad, τ , y la carga máxima, Q_{max} , de los sistemas antivibratorios puntuales utilizados en el aislamiento de maquinaria y conducto.

Y a las condiciones de montaje de equipos generadores de ruido estacionario:

- Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como, por ejemplo, del motor y el ventilador o del motor y la bomba.
- En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será



4. Aislamiento Acústico en la Climatización

de hormigón o acero, de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.

- Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la Norma UNE 100153 IN.
- Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.
- En las chimeneas de las instalaciones térmicas que lleven incorporados dispositivos electromecánicos para la extracción de productos de combustión se utilizarán silenciadores.

A título de recomendación el valor límite de nivel de potencia que deberán de tener los equipos instalados en el interior de recintos de instalaciones (salas de máquinas), vendrá determinado por la expresión:

$$LW \leq 70 + 10 \log V - 10 \log Tr - K\tau^2$$

Donde:

- L_w = Nivel de potencia del equipo en dB.
- V = Volumen del recinto en m^3 .
- T_r = Tiempo de reverberación del recinto en segundos.
- K = Constante que depende del tipo de equipo.
- τ = Transmisibilidad del sistema antivibratorios (porcentaje de energía vibratoria transmitida de la máquina a la base que la sustenta).

Como es lógico, el tiempo de reverberación del recinto de instalaciones o sala de máquinas, juega un papel fundamental a la hora de conseguir un adecuado acondicionamiento de la misma.

Tipo de equipo	K	τ
Calderas	12,50	0,15
Bombas de impulsión	12,50	0,10
Maquinaria de ascensores	1.000	0,01

El nivel de potencia acústica máxima generado por el paso del aire acondicionado en un recinto, a la salida de la rejilla viene determinado por la expresión:

$$L_w \leq L_{eqA,T} + 10 \log V - 10 \log T_r - 14$$

Donde:

- L_w = Nivel de potencia acústica en la rejilla en dB.
- V = Volumen del recinto en m^3 .
- T_r = Tiempo de reverberación del recinto en segundos.
- $L_{eqA,T}$ = Nivel sonoro continuo equivalente estandarizado.

4.3. Principales fuentes sonoras en una instalación de climatización

La clasificación de las diferentes tipologías del ruido generado en una instalación de climatización en la fase de diseño, resulta primordial con carácter previo a la propuesta de medidas correctivas en caminadas a la eliminación o minimización de las causas del problema acústico.

Sobre el tipo de ruido generado, tendremos que diferenciar perfectamente la generación de ruido aéreo y de ruido estructural, ya que su tratamiento será diferente:

- Ruido aéreo: Es aquel que se produce y se transmite en el aire (por ejemplo, el ruido generado por las aspas de un ventilador). En este caso la fuente del ruido es fácil de identificar, y su transmisión al receptor se produce directamente por el aire (huecos), o a través de las vibraciones que produce el aire sobre los elementos de separación entre el local emisor y receptor.

En la climatización pueden percibirse ruidos aéreos a través de los conductos debido a:

- Emisión desde los equipos motoventiladores.
- Emisión fluido-dinámica del aire, producida por variaciones de presión del aire circulante, así como los producidos por rozamiento del aire en los conductos por cambios de dirección o velocidad elevada.

- Transmisión cruzada, es decir, ruidos producidos en un local y percibidos en otro, siendo la vía de transmisión la red de conductos.

Lo trataremos con materiales absorbentes en base a Lanás Minerales.

- Ruido Estructural: se transmite por el medio sólido y se disipa en el medio aéreo. En general, son ruidos que se manifiestan en locales a veces muy alejados del origen, debido a la gran facilidad del sonido para transmitirse por los sólidos, lo que dificulta las posibilidades de detectar su procedencia.

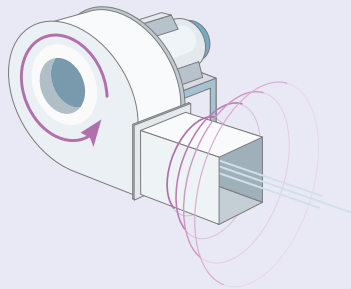
Ejemplos típicos de estos ruidos, son las vibraciones producidas por los equipos mecánicos en funcionamiento, transmitidas por sus apoyos a la estructura, como es el caso de climatizadores, torres de enfriamiento, etc.

Será tratado con sistemas de amortiguación (antivibratorios, bancadas de inercia) que impidan que el ruido pase a transmitirse por el medio sólido.

Principales fuentes de ruido en una instalación de climatización

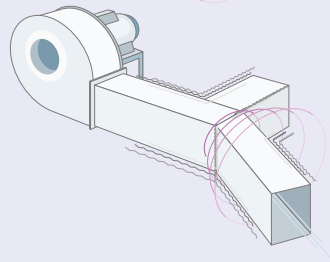
Sistemas de Ventilación:

- Transmisión de ruido debida al propio sistema de ventilación.



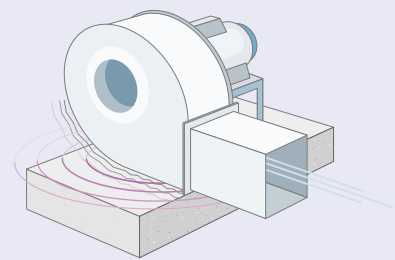
Circulación del aire:

- Regeneración de ruido por efecto de la velocidad del aire.



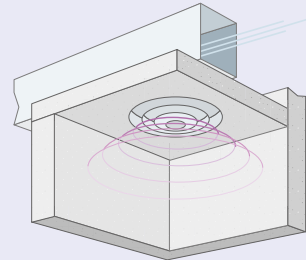
Vibraciones Máquina:

- Transmisión de ruido por la estructura a causa de la vibración.



Rejillas y Difusores:

- Transmisión de ruido a través de las rejillas y difusores.



4.3.1. Sistemas de ventilación

Los ventiladores emiten ruido en todo el espectro de frecuencias debido al desplazamiento del aire y al movimiento de las aspas a una determinada velocidad (a medida que aumenta la velocidad de giro, aumenta el nivel de ruido emitido) y presentan un pico a la llamada "frecuencia de aspas", que puede determinarse a través de la siguiente expresión:

$$f_{\text{aspas}} = \frac{N^{\circ}_{\text{aspas}} \text{ RPM}_{\text{ventilador}}}{60}$$

Donde:

- f_{aspas} = Frecuencia característica del ventilador en Hz.
- N°_{aspas} = Número de aspas del ventilador.
- RPM = Velocidad del ventilador en revoluciones por minuto.

Para proyectar la instalación, es necesario conocer los niveles de presión sonora en bandas de octava del ventilador a través del espectro sonoro del equipo aportado por el fabricante procedente de ensayos normalizados. En caso de ausencia de los mismos, existen expresiones, tablas y ábacos que permiten disponer de un orden de magnitud de esta variable. Una de las expresiones más utilizadas es la de Madison-Graham:

$$L_w = 10 \log Q + 20 \log P + 40$$

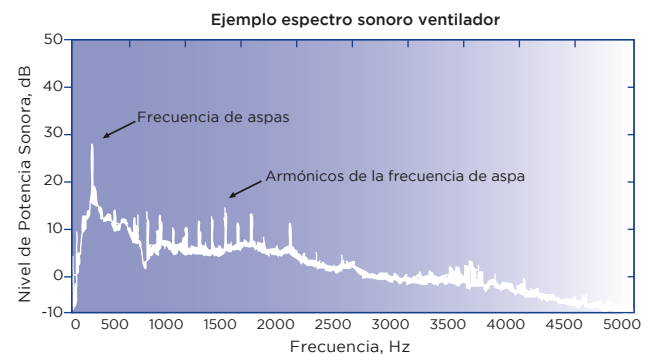
Donde:

- L_w = Nivel de presión sonora del ventilador en dB.
- Q = Caudal de aire (m^3/s).
- P = Presión estática (Pa).

A partir del valor calculado anteriormente, podemos obtener los niveles de potencia sonora espectral aplicando las siguientes correcciones:

Correcciones del espectro sobre L_w

	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
Ventilador Axial	-5	-6	-7	-8	-10	-13	dB
Ventilador Centrifugo	-7	-12	-17	-22	-27	-32	dB



4.3.2. Unidades interiores

El ruido aéreo generado por una máquina en un local interior, afecta al local donde se encuentre ubicado el equipo y desde este se produce una transmisión del ruido al resto del edificio. El nivel de presión sonora en este caso se puede determinar a través de la expresión:

$$L_{p_r} = L_w + 10 \log \left(\frac{\phi}{4 \pi \delta^2} + \frac{4}{A} \right)$$

Donde:

- L_{p_r} = Nivel presión sonora a una distancia r de la fuente en dB.
- L_w = Nivel de potencia acústica de la fuente en dB.
- d = Distancia a la fuente en m.
- A = Área absorbente del recinto en m^2 .
- ϕ = Factor de directividad de la fuente sonora.

4.3.3. Unidades exteriores

La legislación de referencia, establece que el nivel de potencia máximo de determinados equipos situados en cubiertas y zonas exteriores no debe de sobrepasar los niveles de calidad acústica fijado en función del tipo de área acústica. En el caso de un Hospital:

El ruido aéreo generado en el funcionamiento de las unidades exteriores, se transmite al entorno, afectando al propio edificio y a los edificios próximos.

Objetivos de calidad acústica exterior dB

	L diurno	L vespertino	L nocturno
Sector con predominio de uso sanitario	60	60	50

Para determinar si se superan estos objetivos de calidad a una distancia determinada emplearemos la expresión:

$$L_{p_r} = L_w + 10 \log \left(\frac{\phi}{4 \pi d^2} \right)$$

Donde:

L_w = Nivel de potencia sonora de la máquina en dB.

ϕ = Factor de directividad de fuentes puntuales emitiendo en campo abierto.

d = Distancia en m.

Es decir que conocida la potencia acústica emisora L_w se determinará el nivel L_{p_d} del receptor más próximo.

Factor de directividad

4.3.4. Conductos metálicos y rejillas

Los conductos no absorbentes y las rejillas de un sistema de climatización, son focos de generación de ruido producido por las variaciones de la velocidad y dirección del flujo de aire.

El proyectista, deberá por lo tanto estudiar las características de la red de distribución a proyectar teniendo en cuenta el ruido generado en:

- Tramos rectos
- Bifurcación y figuras
- Salidas Rejillas y Difusores

La potencia generada por estos sistemas, deberá de ser aportada por los fabricantes o bien ser estimada a partir de las expresiones siguientes. En el caso de los tramos rectos:

$$L_w = 50 \log V + 10 \log S + 7 \quad [\text{dB}]$$

$$L_{WA} = -25 + 70 \log V + 10 \log S \quad [\text{dBA}]$$

Donde:

L_w = Potencia sonora generada en conductos metálicos rectos.

V = Velocidad en m/s.

S = Sección del conducto en m^2 .

Correcciones del espectro sobre L_w

F(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
-	-4	-6	-8	-13	-18	-23

L_w es el nivel de potencia sonora generado al cual debe de realizarse la siguiente corrección por frecuencias para la realizar los calculos en bandas de Octava.

Ejemplo

En los conductos metálicos, existe una generación de ruido producido por los cambios de velocidad y dirección del flujo de aire.

La gama CLIMAVER[®] no solo evita este fenómeno sino que actúa como eliminador del ruido debido a su extrema capacidad de absorción.

En el caso de rejillas y difusores:

$$L_{WA} = -4 + 70 \log V + 30 \log \zeta + 10 \log S \quad [\text{dBA}]$$

$$L_{WA} = -40 + 10 \log Q + 60 \log v + 10 \log \zeta \quad [\text{dBA}]$$

$$L_{WA} = -33 + 10 \log Q + 30 \log \Delta P \quad [\text{dBA}]$$

Donde:

V = Velocidad de soplado en m/s.

ζ = Coeficiente de resistencia al flujo del difusor.

S = Sección del conducto en m².

Q = Caudal de aire en m³/h.

ΔP = Pérdida de carga en Pa.

El aire que circula por los conductos produce una regeneración de ruido que se suma a la potencia sonora generada por el ventilador. Producir cambios de secciones y ramificaciones es adecuado para disminuir la energía sonora procedente de la fuente pero puede ser perjudicial si se genera un régimen tal que provoque nidos de regeneración. Por esta razón, de una manera general y simplista diremos que $q_{Vmax}=10$ m/s en conductos principales 7,5 m/s en ramificaciones y 4 m/s en conductos próximos a terminales.

4.3.5. Radiación del ruido a través del conducto

El ruido generado por el ventilador del sistema, se transmite a través de la red de conductos y si estos no producen una absorción acústica del mismo, el ruido atravesará la pared del conducto generando una radiación sonora hacia el exterior. Según la expresión dada por Allen, el nivel de potencia sonora radiado a través del conducto viene dado por:

$$L_{w\text{radiado}} = L_w - R + 10 \log (PL/S)$$

L_w = Nivel de potencia sonora en el interior del conducto dB.

R = Aislamiento acústico del material del conducto dB.

P = Perímetro sección transversal del conducto m.

L = Longitud del conducto m.

S = Área sección transversal del conducto m².

4.4. Soluciones contra el ruido en instalaciones

Encontrar solución a los problemas de ruidos, requiere:

- Evaluarlos.
- Conocer su origen y vía de transmisión.
- Aplicar soluciones correctoras.

Por lo tanto el proyecto debe incluir un estudio de las evaluaciones acústicas esperadas en los locales del edificio, así como las medidas aplicables para que los ruidos no representen un nivel sonoro inadecuado, según las normativas exigidas, o bien unas condiciones de confort mínimas para los usuarios.

No es posible establecer una solución única y sencilla para reducir el nivel sonoro de los ruidos que pueden producirse en una instalación de climatización. Sin embargo, existen soluciones efectivas, que serán más sencillas, eficaces y económicas si se consideran desde la fase de proyecto de la instalación.

Por una parte, hay equipos que transmiten ruidos aéreos y de transmisión por vía sólida de un modo simultáneo, como son los motores.

Asimismo, habrá que considerar, que el nivel de ruido que emite una fuente sonora está ligado a características propias del equipo, como es la potencia consumida en su funcionamiento.

A este respecto, la energía acústica radiada por los equipos electromecánicos es del orden de 10^{-3} a 10^{-7} de la energía consumida en su funcionamiento. Sin embargo, la sensibilidad del oído humano, capaz de detectar sonidos desde intensidades acústicas de potencia 10^{-12} W/m², percibe ya sonidos molestos para valores de 10^{-4} W/m², que representarán 80 dB.

Otra consideración importante es la ergonómica: el confort de los usuarios admite un nivel sonoro máximo en los locales. En todos los casos, la aplicación de unos métodos

correctores u otros dependerá del nivel sonoro emitido por la fuente, la distancia y las vías de transmisión.

Por todo lo anterior, se explican a continuación los métodos a aplicar en función del origen del ruido, con especial atención a aquellos que se transmiten por los conductos.

4.4.1. Equipos de tratamiento (UTAS, Torres de refrigeración)

Estos equipos, con elementos móviles, siempre serán fuentes de ruido de **transmisión vía sólida**, así como de tipo aéreo por la radiación al ambiente de las vibraciones de sus elementos.

Además, como en ellos se produce un flujo de aire, se pueden producir **ruidos complementarios** de tipo aéreo, tanto en las aspiraciones como en las impulsiones de aire.

Por otra parte, su **ubicación** en el edificio es un condicionante más para las medidas contra el ruido: no serán las mismas para equipos situados en una terraza, que las necesarias para un equipo en el interior del edificio.

4.4.1.1. Ruido de Transmisión Vía Sólida

Si los apoyos o sustentaciones de equipos en funcionamiento son rígidos, se transmitirá una parte importante de la energía perturbadora a las estructuras del edificio, produciéndose ruidos de transmisión vía sólida.

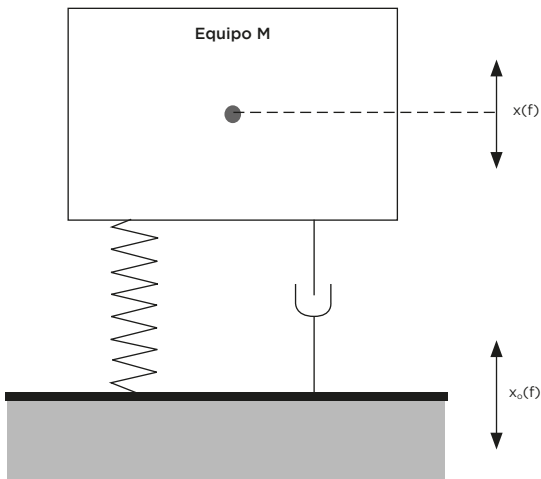
La solución siempre pasa por la disposición de elementos flexibles antivibratorios en lugar de uniones rígidas, al efecto de disminuir la transmisión de las fuerzas vibratorias originadas por el equipo.



En la figura se observa el caso más sencillo. Un equipo de masa M , origina en su funcionamiento una fuerza F normal, con una frecuencia perturbadora dada f_p . Si se instalan en los apoyos unos elementos de amortiguación de rigidez K , el sistema tenderá a vibrar con una frecuencia:

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}}$$

Donde f_n es la denominada “frecuencia natural del sistema”, y es a la cual el sistema vibraría indefinidamente si no existieran otros tipos de amortiguación (por ejemplo, rozamientos).

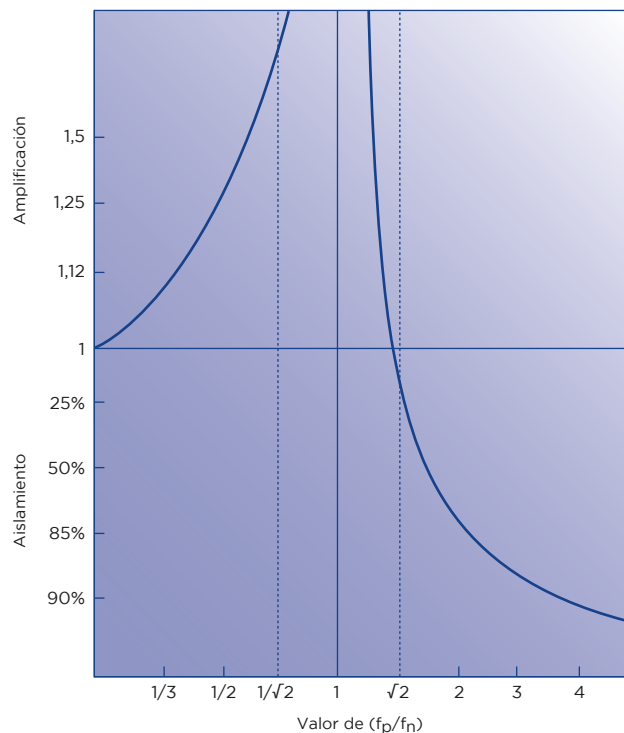


El interés está en conocer, para el sistema, cual es la parte del esfuerzo F que realmente se transmitirá, llamando T a la transmisibilidad. Esta se obtiene de la siguiente manera:

$$T = \frac{F}{\left(\frac{f_p}{f_n}\right)^2 - 1}$$

La representación gráfica indica:

- < 1 , aumento de la T por f_n encima del valor de F , creciendo cuanto más próximo es f_p a f_n .
- > 2 , disminución de T respecto a F , en sentido del aumento de la relación de frecuencias.



La solución del problema se simplifica para el proyectista:

- Se supone conocido el equipo en geometría y carga por cada uno de los apoyos, mediante datos del fabricante.
- La frecuencia perturbadora del sistema es normalmente la del rotor del equipo.
- La elección de dos elementos amortiguadores se efectuará considerando que la amortiguación eficaz se obtiene para relaciones de $k = 3$ ó 4 , y teniendo en cuenta la carga que debe soportar cada amortiguador.

Este último punto es muy importante en la selección: los amortiguadores comerciales (muelles, cauchos naturales...), se construyen para unas condiciones de carga determinadas, para las cuales tienen la rigidez prevista, definida por una deflexión bajo carga o deflexión estática (d_{est}), siendo:

$$d_{est} = \frac{M}{K}$$

Por lo que la frecuencia natural de sistema será:

$$f_n = \frac{15,76}{\sqrt{d_{est}}}$$

Con d_{est} en mm.

Ejemplo

Se trata de determinar el tipo de amortiguadores para un compresor, cuyo motor gira a 1.450 r.p.m., con un peso total de 2.000 Kg, montado en una bancada para 6 apoyos con reacciones iguales en cada uno de ellos.

La solución es:

- Reacción por apoyo: $2.000/6 = 333,33$ Kg.
- Frecuencia perturbadora: $f_p = 1.450/60 = 24,16$ Hz.
- Frecuencia natural del sistema: $f_n \leq f_p/3 = 8,05$ Hz (Máxima).
- Deflexión estática:

$$d_{est} = \left(\frac{15,76}{8,05} \right)^2 = 3,83 \approx 4 \text{ mm}$$



4.4.1.2. Ruidos de Transmisión Aérea

En este apartado existen dos posibilidades: equipos situados en espacio abierto (p. e.: terrazas de edificios) y equipos en los locales cerrados del edificio.

Equipos en Espacio Abierto

El ruido aéreo generado en el funcionamiento por las carcasas de protección o las tomas de aire, se transmite al entorno, afectando a los edificios próximos y al propio.

El nivel de ruido percibido en cada caso, depende de la energía total sonora emitida, de la directividad del sonido y de la distancia. La intensidad sonora disminuye con la distancia, según la siguiente expresión:

$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{\phi}{4 \pi \delta^2} \right)$$

Donde:

L_p = Nivel de presión sonora a distancia "r" de la fuente (dB)

L_w = Nivel de potencia acústica de la fuente (dB)

r = Distancia (m)

ϕ = Directividad ($\phi = 1$ para emisión esférica)

($\phi = 4$ para emisión semiesférica)

Nota: Los valores de L_p y L_w corresponden a cada banda o tercio de octava.

Conocida la potencia acústica emisora L_w (o calculada como se indica más adelante), se determinará el nivel L_p del receptor más próximo.

Si el valor L_p resultante global en dB(A) es superior al admisible por la normativa municipal existente o por las condiciones autoimpuestas, es necesario disponer de medidas correctoras apropiadas.

Para ello, debe considerarse que los equipos situados en espacios abiertos, disponen de carcasas de **protección exterior**, lo que equivale a un aislamiento acústico en las zonas así protegidas.

Asimismo, las zonas abiertas de tomas de aire son los puntos de emisión de potencia sonora más elevada de todo el conjunto, y los primeros que deben disponer de medidas correctoras por medio de atenuadores acústicos. Para controlar estas zonas abiertas se emplean generalmente **silenciosos disipativos o de absorción**, contruidos a base de carcasas metálicas que contienen en su interior colisas de Lana de Vidrio o Roca, responsables de la amortiguación sonora al entrar en contacto con la corriente de aire.

El empleo de silenciosos de absorción aporta atenuaciones significativas sin producir, en la mayoría de los casos, pérdidas de carga importantes. El material absorbente se coloca tanto en los laterales como en el centro de la corriente de fluido, montado sobre bastidores. El número de los mismos, la altura que los separa y la altura del silencioso definen la sección útil.

En cuanto a la protección del material absorbente, la necesidad de realizarla o el tipo más adecuado, depende de la velocidad de la corriente del fluido, no siendo necesaria para velocidades menores de 10 m/s (en general, se utilizan productos tipo PANEL neto). Para velocidades hasta 25 m/s, además del tejido de vidrio debe protegerse con chapa perforada o bien un tejido de alta resistencia mecánica.

4. Aislamiento Acústico en la Climatización

La **elección del modelo de silencioso** debe fundamentarse en las características del equipo emisor del ruido y en la situación del receptor más próximo, considerando las normativas existentes (ordenanzas municipales, etc.)

Existen fabricantes que, tras realizar los correspondientes ensayos en cámaras anecoicas, aportan el espectro sonoro de su equipo. En caso contrario, será necesario calcularlo. Para ello, suele considerarse que el foco emisor predominante son los ventiladores, y se utilizan las siguientes fórmulas empíricas en función de los datos disponibles:

$$L_w = 25 + 10 \log Q + 20 \log P \text{ (dB)} \text{ (Madison-Graham)}$$

$$L_w = 77 + 10 \log W + 10 \log P \text{ (dB)} \text{ (Allen)}$$

Donde:

Q = Caudal de aire (m³/h)

P = Presión Estática (mm.c.a.)

W = Potencia del Ventilador (kW)

Para conocer la potencia sonora en cada banda de octava, se adapta el nivel global L_w obtenido mediante la introducción de unos coeficientes correctores para cada frecuencia. Estos coeficientes varían según el tipo de ventilador.

Los ventiladores emiten “ruido” en todo el espectro de frecuencias, presentando un pico a la llamada “frecuencia de aspas”, que puede determinarse con la siguiente expresión:

$$f_{\text{aspas}} = \frac{W_g \cdot N}{60} \text{ Hz}$$

Donde:

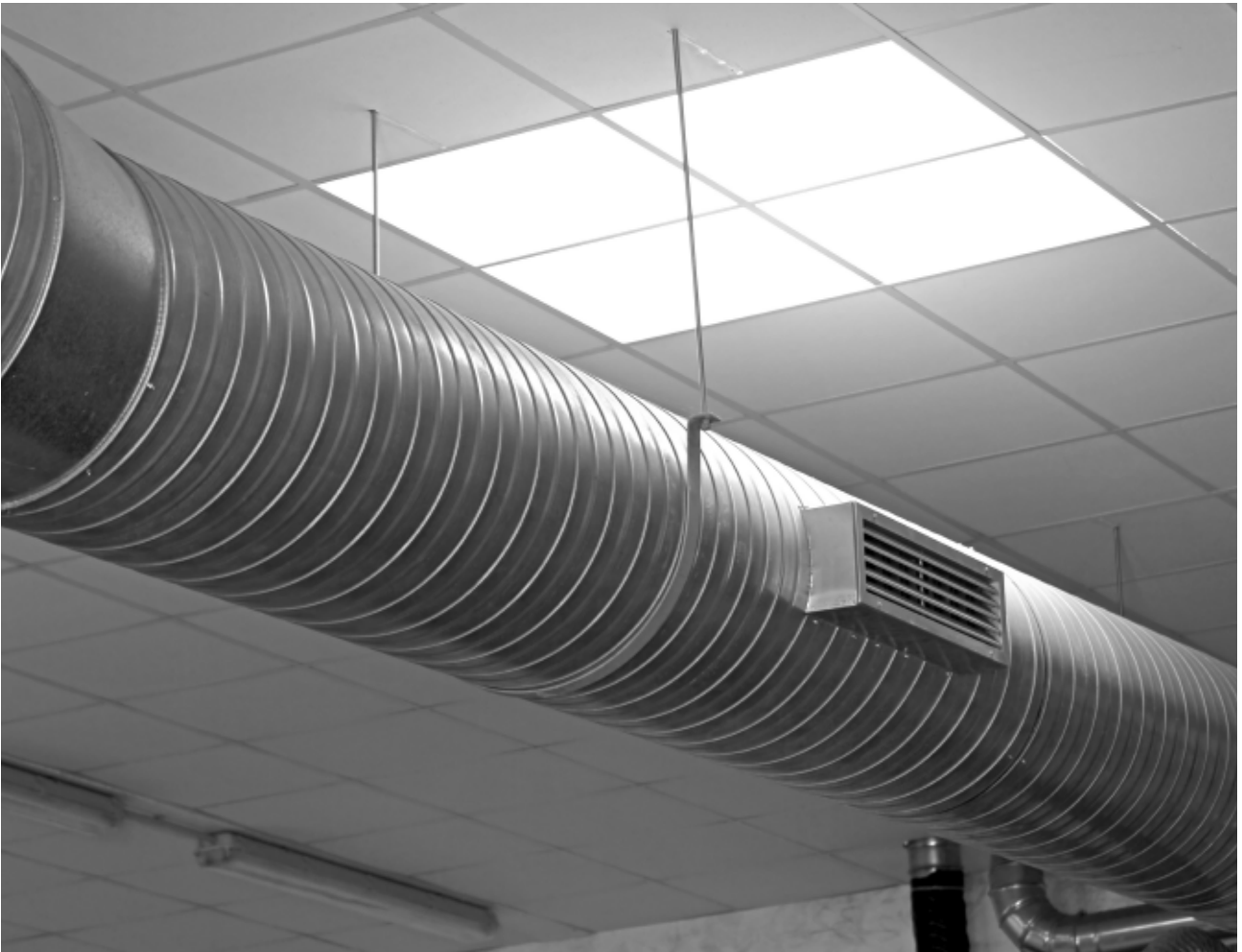
W_g = Velocidad de giro de las aspas. (r.p.m.)

N = Número de aspas.

Al aumentar la velocidad de giro, se incrementa el nivel de ruido emitido, pudiendo anotarse a nivel indicativo que, para un cierto tipo de ventilador, doblar las revoluciones de giro supone aumentar el nivel sonoro en aproximadamente 17 dB.

Sonido

En campo abierto, el sonido se amortigua de forma muy similar a la onda que produciría en un estanque infinitamente grande una gota de agua que cayera en la superficie.



Ejemplo

Determinar el silencioso de absorción necesario para atenuar el ruido emitido por una torre de refrigeración, con un ventilador helicoidal que mueve un caudal de aire de 20.000 m³/h, venciendo una pérdida de carga de 15 mm. de columna de agua, si el receptor más próximo se encuentra a 20 m.

Solución:

Utilizando la fórmula de Madison-Graham:

$$L_w = 91,53 \text{ dB.}$$

Si se introducen los coeficientes correctores para un ventilador helicoidal (no indicados) se tendrá el espectro del ruido:

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L _w (dB)	86,53	83,53	84,53	82,53	80,53	80,53	78,53	66,53

Se determina el nivel en el receptor (en cada banda de frecuencia); según la fórmula de propagación del sonido en espacios abiertos:

$$L_p = L_w + 10 \log \frac{1}{4\pi (20)_2} = L_w - 37,01 \text{ (dB)}$$

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L _p	49,52	46,52	47,52	45,52	43,52	43,52	41,52	29,52
L _p (A)	23,52	30,52	38,52	42,52	43,52	44,52	42,52	28,52

Nota: L_p(A) se obtiene aplicando la ponderación A a los valores L_p.

El nivel global se obtiene con la fórmula:

$$L_{pg} = 10 \log \sum \text{antilog } L_p / 10$$

Con lo que:

$$L_{pg} = 49,81 \text{ dB(A)}$$

Si se considera que la normativa no permite un nivel de presión sonora superior a 40 dB(A), será necesario instalar un silencioso que reduzca al menos 9,81 dB(A).

Eligiendo dentro de la oferta disponible, de acuerdo con las características exigidas y la geometría deseada (los fabricantes aportan tablas de selección en función de la amortiguación requerida y las condiciones de trabajo), se llegaría a un silenciador con el siguiente espectro de atenuación:

F(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atenuación silencioso en dB	4	6	11	22	25	25	19	15

Nota: (La selección se ha realizado entre aquellos que reducen como mínimo 10 dB a la frecuencia de 250 Hz, existiendo soluciones alternativas que presentan atenuaciones, similares.)

El nivel sonoro en el lugar del receptor sería:

L _p	45,52	40,52	36,52	23,52	18,52	18,52	22,52	14,52
L _p (A)	19,52	24,52	27,52	20,52	18,52	19,52	23,52	13,52

El nivel global es: L_{pg} = 31,64 dB(A)

Se cumple, por lo tanto, la normativa del ejemplo.

Equipos en locales cerrados

El ruido aéreo generado afecta al local donde está ubicado el equipo, y desde éste se transmite al resto del edificio, principalmente a las zonas más próximas. Si se tratase de vibraciones, podrían repercutir en dependencias no colindantes con el local considerado.

Los equipos situados en locales cerrados presentan los problemas de vibraciones que se mencionaron en el capítulo anterior, y por lo tanto deben ser tratados con los

amortiguadores adecuados. En cuanto a las tomas de aire, cuyo nivel sonoro ha de ser calculado, en caso necesario se instalaría un silencioso disipativo.

El nivel de presión sonora percibido depende, como en el caso anterior, de la directividad del sonido y de la distancia, influyendo además el área absorbente del recinto, según la siguiente expresión:

$$L_{pr} = L_w + 10 \log \left(\frac{\phi}{4 \pi d^2} + \frac{4}{A} \right)$$

Donde:

$L_{p,r}$ = Nivel presión sonora a una distancia r de la fuente en dB.

L_w = Nivel de potencia acústica de la fuente en dB.

r = Distancia m.

φ = Directividad ($\varphi = 1$ para emisión esférica).
($\varphi = 4$ para emisión semiesférica).

A = Área absorbente ($A = \sum \alpha_i S_i$) m².

α_i = Coeficiente de absorción Sabine de los materiales del recinto.

S_i = Superficie de los cerramientos del recinto m².

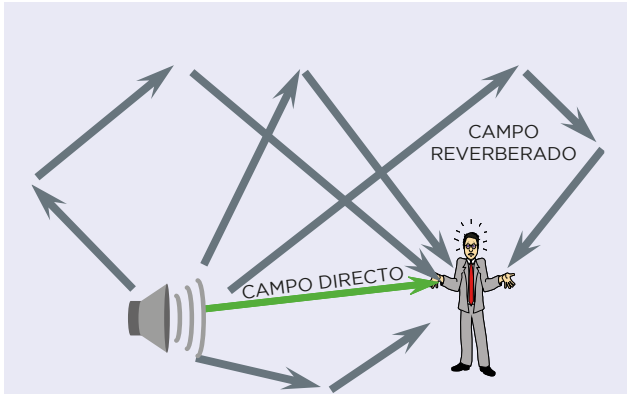
Nota: Los valores de L_p y L_w corresponden a cada banda o tercio de octava.

Los niveles de presión en los locales colindantes dependerán del aislamiento a ruido aéreo de los cerramientos separadores.

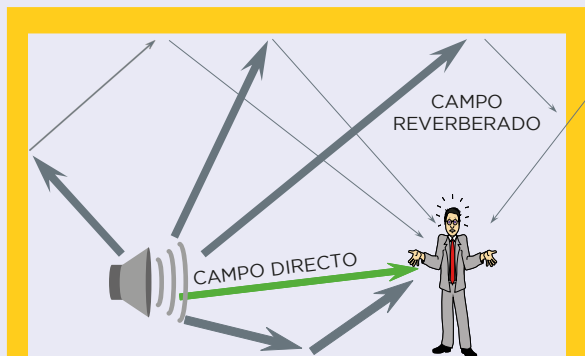
Como solución general, además de aislar acústicamente el equipo, se realizará un tratamiento de los elementos constructivos del recinto con material absorbente, y se procurará que los cerramientos proporcionen el aislamiento adecuado.

La absorción acústica es una característica intrínseca a los materiales y se corresponde con su capacidad de absorber la energía sonora y limitar la reverberación de los sonidos aéreos.

Se define por el coeficiente de absorción sonora Sabine α y se obtiene por medición de la absorción acústica en unacámara reverberante según la norma EN ISO 354.



En un recinto cerrado, el receptor percibe un campo directo y un campo reverberado (o resultado de las reflexiones del sonido en las paredes del recinto).



La aplicación de materiales absorbentes acústicos en las superficies interiores de un recinto puede disminuir el campo reverberado.

4.4.2. Conductos de distribución de aire

El ruido que se genera en los conductos se debe a las turbulencias causadas por el flujo de aire que circula a través de los mismos, flujo turbulento producido por curvas, ramificaciones laterales, cambios de sección, etc.

En ocasiones, las turbulencias provocan que las paredes de los conductos no revestidos interiormente entren en vibración, incrementando de forma importante el ruido transmitido al recinto. Los sonidos que se propagan a través de conductos sin material absorbente por su interior, apenas se atenúan (generalmente la posible amortiguación se desprecia).

Para lograr incrementar de forma significativa la amortiguación de estos sonidos puede revestirse la superficie interior de los conductos con un material absorbente acústico como una Lana Mineral.

La utilización de conductos de otros materiales, como chapa metálica principalmente, no es buena solución para la atenuación acústica, debido a su bajo coeficiente de absorción (α) en todo el espectro de frecuencias.

Para resolver este problema se puede optar por dos tipos de soluciones:

- Instalar atenuadores o silenciosos de absorción inmediatamente después de la salida de la máquina, de características similares a los indicados en el apartado anterior. su cálculo está muy condicionado a la geometría del conducto y a las pérdidas de carga admisibles.
- Utilizar elementos absorbentes que recubran el interior del conducto, incrementando así el valor de alfa en toda la gama de frecuencias. Para esto se deben utilizar planchas o mantas de Lana de Vidrio como CLIMLINER Roll G1, material de Lana de Vidrio de 25 mm de espesor, recubierto en una de sus caras por un tejido de vidrio de color negro de alta resistencia.

Los mejores resultados en cuanto a atenuación acústica, con gran diferencia, se obtienen con la utilización de conductos autoportantes de Lana de Vidrio de la gama CLIMAVER®.

Atenuación acústica en las diferentes partes de una instalación con conductos CLIMAVER®:

4.4.2.1. Conductos rectos de CLIMAVER®

Para la estimación de la atenuación acústica en el tramo recto, puede emplearse la expresión siguiente:

$$L = 1,05 \cdot \alpha^{1,4} \cdot \frac{P}{S}$$

Donde:

L = Atenuación acústica en dB.

α = Coeficiente de absorción acústica Sabine del material.

P = Perímetro interior del conducto en m.

S = Sección libre del conducto en m².

l = Longitud conducto recto en m.

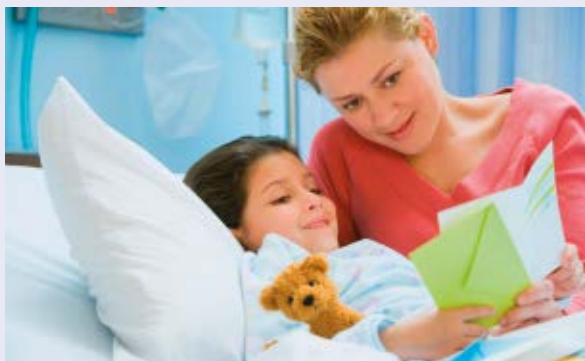
Al utilizar esta fórmula, hay que considerar que el coeficiente de absorción acústica α depende de la frecuencia, y, por tanto, la amortiguación resultante depende de la frecuencia analizada. Los materiales absorbentes cuentan con mejores coeficientes de absorción a frecuencias altas; para aumentar los valores de absorción en bajas frecuencias, es conveniente aumentar el espesor del material empleado.

De la anterior fórmula se deduce que hay dos factores que influyen en la atenuación acústica aportada por un conducto de aire:

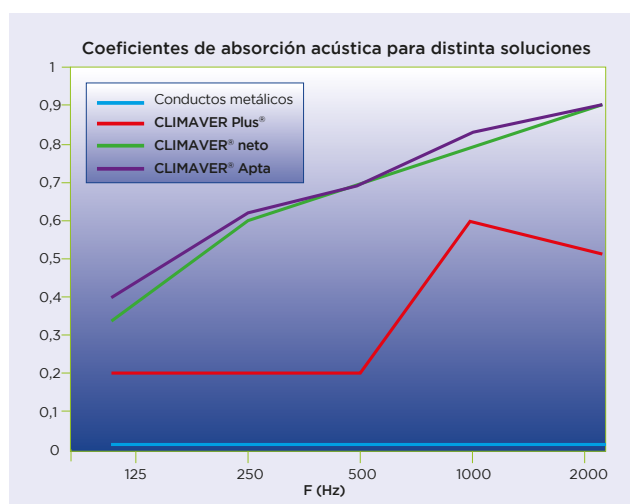
- **Relación Perímetro-Sección:** Cuanto más pequeños sean los conductos mayor será la atenuación lograda.
- **Absorción acústica del material del conducto:** Depende de la naturaleza y geometría del material en contacto con el flujo del aire. Puesto que, habitualmente, se utilizan superficies planas, es el tipo de producto, y el espesor del mismo, la variable que más influye en el coeficiente alfa Sabine (α). A mayor espesor, mayor α , y, por tanto, mayores atenuaciones. Por otra parte, los materiales con mayor capacidad para absorber el sonido son los calificados como absorbentes acústicos (Lanas Minerales).

La atenuación acústica en un conducto depende fundamentalmente del coeficiente de absorción acústica del material utilizado.

A mayor coeficiente de absorción acústica mayor atenuación.



Como ejemplo, se muestran los coeficientes de absorción de distintas alternativas para conductos:



Estos valores del coeficiente de absorción, por aplicación de la fórmula anterior, otorgan distintos valores de atenuación en el conducto, en función de la sección del mismo.

Se observa la elevada absorción acústica en el último caso, especialmente en las frecuencias bajas, donde el problema del ruido generado por el ventilador es mayor.

La estimación anterior sólo es válida para tramos rectos y velocidades de aire en el interior del conducto inferiores a 10 m/s (para velocidades mayores, existen ruidos adicionales, y la fórmula anterior no es válida). En cualquier caso, aumentos de velocidades por encima de este valor contradicen el sentido de la búsqueda de efectividad acústica, y no deberían emplearse en esta situación.

Como ejemplo de aplicación de la expresión anterior supongamos un ventilador con el siguiente perfil (datos aportados en las especificaciones técnicas del fabricante de la máquina de aire). Veamos cuántos metros de conductos de distintos materiales y dimensiones 400x200 mm necesitamos para atenuar el ruido del ventilador hasta un valor por ejemplo de 40 db, teniendo en cuenta que la máquina no genera ruido estructural a través de sus soportes.

Espectro de salida ventilador Lw dB

F(Hz)	125	250	500	1000	2000
dB	83,0	80,0	79,0	77,0	77,0

Debemos de tomar los valores de absorción acústica declarados por los fabricantes de los distintos materiales.

Coefficientes de absorción acústica

F(Hz)	125	250	500	1000	2000
Metálico	0,07	0,07	0,19	0,19	0,10
CLIMAVER PLUS® R	0,20	0,20	0,20	0,60	0,50
CLIMAVER neto®	0,35	0,65	0,75	0,85	0,90
CLIMAVER® APTA	0,40	0,65	0,75	0,90	0,90

La relación P/S del conducto en nuestro caso viene dada por:

$$P/S = (0,2 \times 2 + 0,4 \times 2) / (0,2 \times 0,4) = 15$$

A continuación aplicando la fórmula:

$$L = 1,05 \cdot \alpha^{1,4} \cdot \frac{P}{S} \cdot 1$$

Obtenemos la atenuación acústica para la longitud L:

Atenuación acústica en dB para L= 5m.

F(Hz)	125	250	500	1000	2000
Metálico	2	2	7,5	7,5	3
CLIMAVER PLUS® R	8,5	8,5	8,5	38,5	30
CLIMAVER neto®	18	43	52,5	62,5	68
CLIMAVER® APTA	22	43	53	68	68

4. Aislamiento Acústico en la Climatización

Con el espectro de salida del ventilador y los valores de atenuación acústica podemos obtener el nivel sonoro tras la longitud deseada:

$$L_p = L_w - L$$

Nivel sonoro a 5m de la fuente (dB)

F(Hz)	125	250	500	1000	2000	Global
Metálico	81	78	71,5	69,5	74	84
CLIMAVER PLUS® R	74,5	71,5	70,5	38,5	47	77,5
CLIMAVER neto®	65	37	26,5	14,5	9	65
CLIMAVER® APTA	61	37	26	9	9	61

Para la obtención de los niveles globales debemos de aplicar la expresión:

$$L_{total} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10}$$

Para obtener los valores en dB(A) debemos de aplicar la curva de ponderación A a los anteriores valores.

Curva ponderación dB(A)

F(Hz)	125	250	500	1000	2000
Corrección A	-16	-9	-3	0	1

Obtenemos el nivel global a la salida y a la entrada. La diferencia nos da la atenuación en niveles globales y es fácil ver la longitud de conducto necesaria para alcanzar el valor de 40 dB que nos habíamos planteado.

CLIMAVER

La gama CLIMAVER® presenta la mejor absorción acústica del mercado con valores de hasta $\alpha_w = 0,90$.

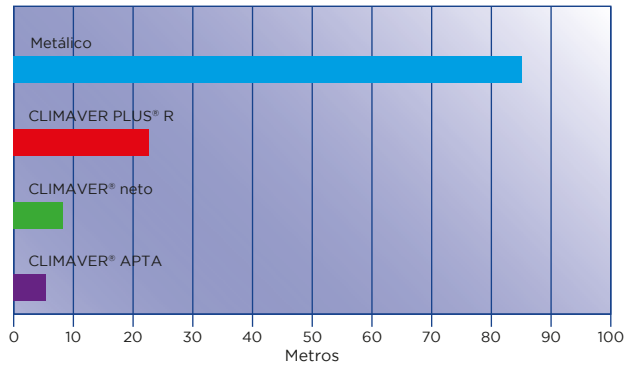


Nivel sonoro a 5m de la fuente dB(A)

F(Hz)	125	250	500	1000	2000	Global dB(A)
Metálico	65	69	68,5	69,5	75	78
CLIMAVER PLUS® R	58,5	62,5	67,5	38,5	48	69,5
CLIMAVER® neto	49	28	23,5	14,5	10,0	49
CLIMAVER® APTA	45	28	23,5	9,0	10,0	45,5

De esta forma, vemos que los metros lineales teóricos (aproximación) necesarios para alcanzar una atenuación en tramo recto hasta 40 dB(A) son:

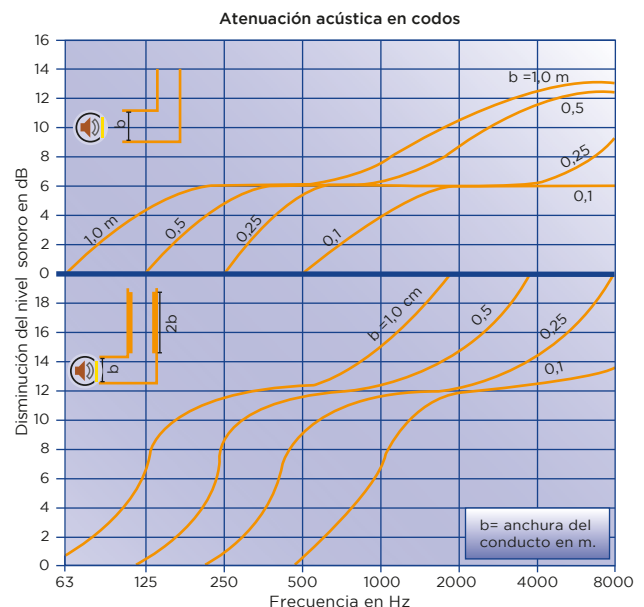
F(Hz)	Nº mínimo de metros
Metálico	85
CLIMAVER PLUS® R	23
CLIMAVER neto®	8
CLIMAVER® APTA	6



El efecto principal en la reducción de presión sonora para materiales poco absorbentes es la longitud del conducto, factor a tener en cuenta a la hora de desarrollar estos cálculos en el caso de los conductos metálicos. Conviene igualmente precisar, que los anteriores valores son teóricos y no representan la atenuación efectiva ya que los valores reales que se obtienen en una red de conductos además del ruido del ventilador, depende de otra serie de factores como por ejemplo la velocidad del aire, el tipo de derivaciones, diseño de rejillas y difusores, etc.

4.4.2.2. Cambios de dirección (codos)

Todo cambio de dirección en un conducto absorbente en forma de codo provoca una amortiguación acústica, la cual depende de la frecuencia. Esta atenuación, puede determinarse a través de gráficos empíricos tal y como se muestra en la grafica adjunta donde obtenemos la atenuación sonora producida por un codo en una red de distribución en función de las dimensiones y características geométricas de la acometida para materiales con revestimientos interiores absorbentes.



La curvatura de los conductos puede generar ruidos adicionales por lo que los cambios de dirección, deben de proyectarse de la forma más "suave" posible, con el objetivo de minimizar las pérdidas de carga y ruidos generados por turbulencias en un cambio de dirección de 90°.



4.4.2.3. Derivaciones

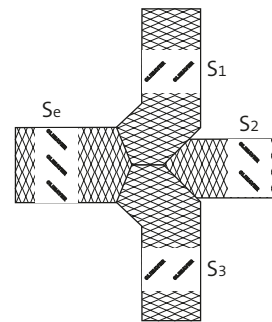
En las derivaciones de flujo, se produce una atenuación acústica que viene dada por la expresión:

$$\Delta L = 10 \log \frac{S_e}{S_i}$$

Donde:

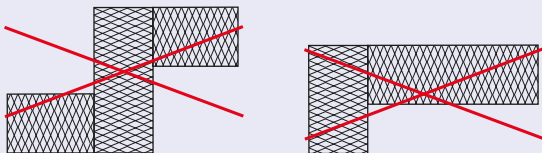
S_i = es la sección del conducto considerado.
 S_e = sección conducto primario (de entrada).

En este caso como se puede observar, la amortiguación es independiente de la frecuencia.



En este caso como se puede observar, la amortiguación es independiente de la frecuencia.

Mal



4.4.2.4. Ensanches de sección

En el caso de un ensanche producido en la sección de la red de conductos, la atenuación acústica viene dada por la expresión:

$$\Delta L = 10 \log \frac{(m_s + 1)^2}{4m_s}$$

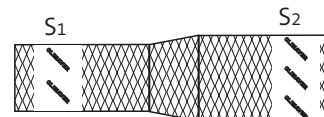
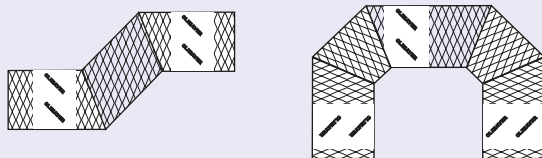
Donde:

m_s = Relación entre las secciones antes y después del ensanche (es decir S_1/S_2).

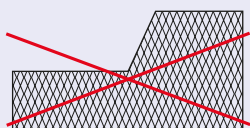
S_1 = Sección antes del ensanche en m^2 .

S_2 = Sección después del ensanche en m^2 .

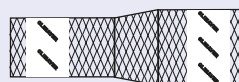
Bien



Mal



Bien

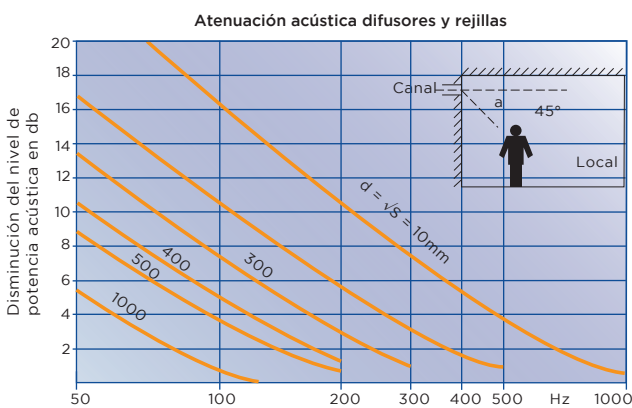


Estos cambios de sección por un lado producen una atenuación acústica, pero por otro pueden producir problemas de generación de ruido si no están correctamente diseñados:

4.4.2.5. Salidas de aire en difusores y rejillas

Las salidas de aire en difusores y rejillas producen una atenuación en el nivel de potencia sonora antes de la descarga debido a las pequeñas dimensiones de paso de las bocas de salida de aire en relación con la longitud de onda del sonido (esta reducción de la sección provoca zonas de flujo turbulento, aspecto que se derivará en la generación de nuevos niveles sonoros que han de ser determinados a partir de datos suministrados por el fabricante o bien a partir de las expresiones especificadas en el apartado de conductos metálicos y rejillas).

Para la estimación de la atenuación acústica, puede emplearse la siguiente gráfica en la que *d* expresa la raíz cuadrada de la sección de salida en mm:



En el caso de rejillas o difusores acústicos, será necesario emplear los valores aportados por el fabricante.

La potencia sonora en la red de distribución, será igual a la suma logarítmica de la potencia sonora de cada una de las fuentes de ruido menos la suma de la atenuación de cada uno de los elementos atenuantes existentes:

$$L_{w, salida} = 10 \log (\sum 10^{L_m/10}) - \Delta L_T$$

Con la gama CLIMAVER® en la mayor parte de los casos no es necesario la instalación de silenciadores acústicos, lo que otorga:

- Ahorro de costes de instalación.
- Ahorro de espacio.
- Menores pérdidas de carga



Los conductos autoportantes de Lana de Vidrio (gama CLIMAVER®) representan una solución muy ventajosa, desde el punto de vista acústico, para atenuar el ruido que se transmite a los locales a través de los conductos, cuyo origen es la unidad de tratamiento. En las fichas técnicas de cada producto de la gama CLIMAVER®, se indican los valores del coeficiente de absorción acústica (α), de acuerdo con los resultados normalizados de los ensayos en laboratorio y la atenuación acústica teórica en bandas de octava, de un tramo recto de conducto en dB/m, para los diferentes soluciones CLIMAVER®, así como para diversas geometrías de conductos.


Tabla 1: Atenuación acústica en tramo recto dB/m CLIMAVER PLUS® R

🔊	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Espesor d, mm	Coefficiente práctico de absorción acústica, α_p EN ISO 354 / EN ISO 11654					
25	0,20	0,20	0,20	0,60	0,50	0,40
Sección, 5 mm²	Atenuación acústica, en un tramo recto, ΔL (dB/m)²					
200x200	2,21	2,21	2,21	10,27	7,96	5,82
300x400	1,29	1,29	1,29	5,99	4,64	3,40
400x500	0,99	0,99	0,99	4,62	3,58	2,62
400x700	0,87	0,87	0,87	4,04	3,13	2,29
500x1000	0,66	0,66	0,66	3,08	2,39	1,75

Tabla 2: Atenuación acústica en tramo recto dB/m CLIMAVER neto®

🔊	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Espesor d, mm	Coefficiente práctico de absorción acústica, α_p EN ISO 354 / EN ISO 11654					
25	0,35	0,65	0,75	0,85	0,90	0,90
Sección, 5 mm²	Atenuación acústica, en un tramo recto, ΔL (dB/m)²					
200x200	4,83	11,49	14,04	16,73	18,12	18,12
300x400	2,82	6,70	8,19	9,76	10,57	10,57
400x500	2,17	5,17	6,32	7,53	8,15	8,15
400x700	1,90	4,51	5,51	6,57	7,12	7,12
500x1000	1,45	3,45	4,21	5,02	5,44	5,44

Tabla 3: Atenuación acústica en tramo recto dB/m CLIMAVER® APTA

	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Esesor d, mm	Coeficiente práctico de absorción acústica, α_p EN ISO 354 / EN ISO 11654					
40	0,40	0,70	0,85	0,85	0,90	1,00
Sección, 5 mm ²	Atenuación acústica, en un tramo recto, ΔL (DB/m) ²					
200x200	5,82	12,75	16,73	16,73	18,12	21,00
300x400	3,40	7,43	9,76	9,76	10,57	12,25
400x700	2,29	5,01	6,57	6,57	7,12	8,25

Sin embargo conviene precisar que los valores anteriores son teóricos y no representan la atenuación efectiva. Los

valores reales que se obtienen en una red de conductos, dependen de dos factores importantes: el espectro del ruido en la unidad de tratamiento y las geometrías necesarias de los conductos, especialmente en la salida de la máquina y primeros tramos de la red.

Influencia del Espectro de ruido real

Se comprueba que, en la mayoría de los casos, los sonidos originados en la unidad de tratamiento, tienen componentes dominantes en las frecuencias medias y bajas. Por tanto, son los valores de α para esas frecuencias los que mayor influencia tienen en la atenuación acústica real



Resumen

Las instalaciones de climatización presentan gran complejidad acústica, ya que las incidencias en lo que al ruido se refiere pueden encontrarse en diversos puntos de la instalación. Sin embargo, existen soluciones viables para tratar los problemas acústicos en una instalación; estas soluciones serán más efectivas, sencillas y económicas si se consideran desde la fase de proyecto.

En lo que se refiere a los conductos de distribución de aire, éstos pueden contribuir a disminuir los ruidos generados en la instalación, mediante el empleo de materiales absorbentes, bien constituyendo el conducto, o bien en silenciadores de absorción.

A la hora de estudiar y elegir las soluciones y materiales para tratar el ruido en una instalación de climatización, será

primordial analizar la reducción del nivel de presión sonora en cada banda de frecuencia, teniendo especial cuidado con las frecuencias bajas, siempre más complicadas de tratar.

Toda la gama CLIMAVER®, ofrece valores muy altos de absorción acústica y en particular el producto CLIMAVER® APTA ofrece la mejor absorción acústica existente en el mercado con $\alpha_w = 0.90$ que asegura la mejor atenuación acústica existente en la actualidad.

Además, la gama CLIMAVER® alcanza unos valores muy elevados de absorción acústica en las frecuencias bajas, donde el problema del ruido es más acentuado para los ventiladores.

5. La Protección contra Incendios en la Climatización





Los incendios consituyen **uno de los riesgos más importantes** para los usuarios de los edificios, por lo que las exigencias legislativas para la protección contra incendios son cada vez mayores, como es el caso del documento básico-seguridad en caso de incendio (DB-SI) incluido en el código técnico de la edificación, el cual es de obligado cumplimiento.

Las redes de conductos pueden contribuir a la propagación de incendios entre locales, así como al transporte del humo. por ello, es necesaria la disposición de medios de protección pasiva (materiales) y activa (mecanismos), que reduzcan los riesgos a un límite razonable.



5.1. Generalidades sobre el origen y desarrollo de un incendio

Un material inicia un incendio cuando alcanza, en una zona, la temperatura de combustión.

Al ser la combustión un proceso exotérmico, se produce un aumento de la temperatura en las zonas próximas al foco del incendio, que puede ser suficiente para que otras partes del material u otros materiales próximos entren en combustión.

Este proceso se incrementa de un modo casi exponencial en la relación tiempo-temperatura, siempre que exista el suficiente material combustible.

En un incendio real, dentro de un local determinado, se alcanzará en el tiempo una temperatura que provoca la combustión súbita y generalizada de todo el material combustible en el local, lo que se denomina flash over.

A partir de ese momento, el incendio es incontrolable: la temperatura se eleva hasta el punto de equilibrio en el que el calor aportado por la combustión es igual al evacuado al ambiente. el proceso continúa hasta la disminución progresiva de la temperatura por falta de material combustible.

Los factores determinantes en la curva temperatura-tiempo son:

- La carga de fuego del local.
- La capacidad y velocidad de propagación del incendio.

La carga al fuego está representada por el poder calorífico de los materiales existentes, medida por unidad de superficie del local. Esta característica depende de cada material y no es posible su modificación.

También la capacidad y velocidad de propagación de llama es característica de un material, pero es susceptible de ser modificada de forma artificial mediante la utilización de ignífugantes, que actúan como retardadores de llama.

Flash over

El "flash over" se define como el momento a partir del cual el incendio es incontrolable y todo el volumen del recinto es ocupado por las llamas.



5.2. Comportamiento ante el fuego de los materiales: Normativa

Para garantizar una libre circulación de productos en el seno de la Unión Europea, es preciso armonizar los métodos de caracterización de los mismos. Las Euroclases se refieren a la clasificación de los productos con respecto a su comportamiento al fuego y sustituyen a la clasificación según la norma UNE 23727 (M0, M1....)

Esta clasificación legal obligatoria establece diferentes clases de reacción al fuego conforme a la norma UNE-EN 13501-1, con denominación A1, A2, B, C, D, E y F. Estas clases indican la contribución al incendio, el poder calorífico y el grado de inflamabilidad del material.

Un material clasificado como A1 será aquel que no contribuya en ningún caso al incendio, incluso en un incendio plenamente desarrollado. Un material A2 será el que no puede aportar, de modo significativo, una carga al fuego, ni contribuir a su desarrollo. Un material B será un material combustible que no haya superado los valores exigidos para las clases anteriores, y así sucesivamente.

Los productos clasificados como A2, B, C y D deberán añadir además dos clasificaciones adicionales:

- En relación a la producción de humo: s1 (nulo o bajo nivel de humos), s2 (producción media de humos), s3 (muy elevada producción de humos). Esta clasificación tiene en cuenta la toxicidad y opacidad de los mismos.
- En relación con la producción de gotas y/o partículas en llamas: d0 (ninguna caída), d1 (caída de gotas a plazo) y d2 (caída rápida de gotas).

Euroclases

Las Euroclases suponen un sistema de clasificación y ensayo único para toda Europa.

Esta normativa es de ámbito europeo, por lo que los materiales fabricados en Europa irán etiquetados con esta clasificación en cuanto a su reacción al fuego.

Reacción al fuego: Nomenclatura Clasificación		
Contribución al Fuego A-B-C-D-E-F	Intensidad de humos m ² /sec 2 s1,s2,s3	Caída de gotas d0-d1-d2
🔥 A1: Flashover imposible	Ensayo innecesario	Ensayo innecesario
🔥 A2: Flashover imposible 🔥 B: Flashover imposible 🔥 C: Flashover después de 10m. 🔥 D: Flashover entre 2-10 min.	🔥 s1 🔥 s2 🔥 s3	💧 d0 - Sin caída de gotas después de 600 secs 💧 d1 - Caída de gotas entre 10 y 600 secs 💧 d2 - No es D0 o d1
🔥 E: Flashover antes de 2 min.	Sin ensayo	o d2
🔥 F: Sin ensayo	Sin ensayo	Sin ensayo

5.3. Exigencias normativas para los materiales en la Climatización

Todos los materiales que formen parte de una instalación de climatización, deben tener una clase de comportamiento ante el fuego, de acuerdo con el DB-SI incluido en el código técnico de la edificación.

Destacamos en la sección SI 1, el apartado 4, “Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario”, y dentro de éste, el punto 2, en el cual podemos leer:

5.3.1. Reacción al fuego

Situación del elemento	Revestimientos ⁽¹⁾	
	De techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾	De suelos ⁽²⁾
Zonas ocupables ⁽⁴⁾	C-s2,d0	E _{FL}
Pasillos y etiquetas protegidos	B-s1,d0	C _{FL} -s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial ⁽⁵⁾	B-s1,d0	B _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos, tales como patinillos, falsos techos y suelos elevados (excepto los existentes dentro de las viviendas) etc. o que siendo estancos, contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio.	B-s3,d0	B _{FL} -s2 ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.

⁽²⁾ Incluye las tuberías y conductos que transcurran por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.

⁽³⁾ Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.

⁽⁴⁾ Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En uso Hospitalario se aplicarán las mismas condiciones que en pasillos y escaleras.

⁽⁵⁾ Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto, con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.

La lectura de este apartado de la normativa vigente permite la siguiente observación:

- Los conductos y sus aislamientos deben de ser Euroclase B-s3, d0 como mínimo, certificada mediante ensayo normalizado en laboratorios acreditados por la administración, como es preceptivo.

A este respecto, todos los materiales fabricados por ISOVER para conductos autoportantes de la gama CLIMAVER[®], como los destinados al aislamiento térmico de conductos (CLIMCOVER, IBERCOVER, CLIMLINER Roll G1) cumplen esta clasificación e incluso la mejoran en lo que se refiere a emisión y toxicidad de humos, alcanzado el nivel más favorable: s1. Además la gama CLIMAVER[®] está disponible en versión A2-s1, d0 y también incluye CLIMAVER[®] A1 APTA, con reacción al fuego A1, el cual no contribuye al incendio en ninguna fase, ni emite humos opacos ni produce caída de gotas o partículas incandescentes en caso de incendio.



	Reacción al fuego: Gama CLIMAVER®		
	Contribución al Fuego A-B-C-D-E-F	Intensidad de humos m ² /sec 2 s1,s2,s3	Caída de gotas d0-d1-d2
CLIMAVER® A1 APTA	A1: Flashover imposible	Ensayo innecesario	Ensayo innecesario
CLIMAVER® A2 PLUS CLIMAVER® A2 NETO CLIMAVER® A2 DECO CLIMAVER® A2 APTA	A2: Flashover imposible	s1	d0 - Sin caída de gotas después de 600 secs
CLIMAVER PLUS® R CLIMAVER neto® CLIMAVER® APTA CLIMAVER® STAR	B: Flashover imposible	s1	d0

5.3.2. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de un elemento constructivo es el tiempo durante el cual este elemento es capaz de cumplir las condiciones de estabilidad, ausencia de gases inflamables, no paso de llamas y límite de temperatura en la cara no expuesta.

El DB-SI, en la sección SI 1, en el apartado 3 “Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios”, en el punto 3 indica que la resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc... Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:

a) Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en

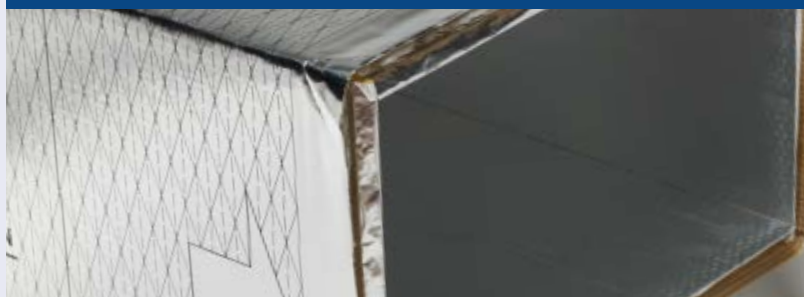
dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado
b) Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado.

La interpretación de este apartado de la normativa nos permite hacer la siguiente valoración:

- En el caso de necesitar disponer de un elemento que en caso de incendio obture la sección de paso (Alternativa a) se puede utilizar un conducto CLIMAVER® o chapa aislada con una compuerta cortafuego. Esta compuerta debe ser instalada según recomendaciones de fabricante.
- En caso de que no sea posible instalar una compuerta cortafuego como en escaleras protegidas, vestíbulos a sobrepresión, o cuando en caso de incendio se necesite que haya un caudal de aire continuo, existe una solución que es la utilización de conductos resistentes al fuego como la solución ULTIMATE PROTECT (Alternativa b).

Soluciones para garantizar la resistencia al fuego en elementos de compartimentación.

CLIMAVER® + Compuerta Cortafuego



ULTIMATE PROTECT



5.4. El problema de los humos en la seguridad contra incendios

Los humos en los incendios presentan dos problemáticas diferenciadas:

- La opacidad visual que provocan
- El grado de toxicidad de los componentes de los humos.

La opacidad de humos se manifiesta como el oscurecimiento visual en los caminos de evacuación que permiten

escapar a los usuarios de un edificio donde se ha declarado un incendio. Cuanto mayor es el grado de oscurecimiento, más lento y difícil será poder escapar, y más aumenta el riesgo de ser víctima de aquel.

En cuanto a la toxicidad de los humos, sabemos que la composición química de los gases de la combustión es di-

ferente según el tipo de material. Siempre que el material tenga origen orgánico, como es el caso de los conductos de polisocianurato, existirá un elevado porcentaje de CO₂ y menores cantidades de CO y NO_x.

Además, como existen otros componentes, se puede producir desprendimiento de gases tipo CIH, FENOL, HCN, SO₂...

Todos ellos presentan una acción de toxicidad en el ser humano, dependiendo de una relación tiempo-concentración, que es diferente para cada uno. En general, se define una "concentración crítica" como aquella que provocaría la mortalidad en un 50% de las personas, en un periodo de 45 minutos.

En la norma UNE-EN 13501-1, podemos encontrar cómo definir un material según su producción de humo. Para ello, deberemos medir dos variables:

- SMOGRA: tasa de producción de humo. Es el valor máximo del cociente de la velocidad de producción de humo por la muestra y el tiempo durante el cual se ha producido.
- TPS_{600s}: producción total de humos en 600 segundos (m²).

Ver norma en 13823 para más información.

Tendremos un producto clasificado s1 si:

- SMOGRA ≤ 30 m²/s² y TPS_{600s} ≤ 50 m².

Tendremos un producto clasificado s2 si:

- SMOGRA ≤ 180 m²/s² y TPS_{600s} ≤ 200 m².

Finalmente, los productos s3 son aquellos en los que no se declara ningún comportamiento o no cumplen los criterios de s1 y s2.

Nota: CLASIFICACIÓN GAMA CLIMAVER® = s1 (la más segura frente al fuego).

En un incendio, los humos constituyen el mayor riesgo de víctimas, por inhalación o bien por no permitir ver las salidas de emergencia (opacidad).



5.5. Caída de gotas y partículas en llamas

Otro de los parámetros que introducen las Euroclases en su nomenclatura es la producción de gotas y/o partículas en llamas. Es claro que, dado que las redes de conductos se instalan sobre falsos techos, la no proliferación de estas gotas o partículas en caso de incendio es de vital importancia, tanto para la seguridad de las personas que se encuentran en el recinto como para la no contribución a la propagación del fuego (por ejemplo, mediante la combustión del mobiliario debido a la caída de gotas).

La forma de determinar la clasificación la establece la Norma EN 13501-1.

- Tendremos una clasificación d0 si no se producen gotas/partículas en llamas dentro de un periodo de 600

segundos cuando se ensayen de acuerdo con la Norma EN 13823.

- Tendremos una clasificación d1 si no se producen gotas/partículas en llamas, con una persistencia superior a 10 segundos, dentro de un periodo de 600 segundos cuando se ensayen de acuerdo con la Norma EN 13823.
- Finalmente, tendremos un producto d2 si no se declara ningún comportamiento o si el producto:

- No cumple los criterios de clasificación d0 y d1 indicados o;
- inflama el papel en el ensayo de inflamabilidad (UNE-EN ISO 11925-2).

Nota: CLASIFICACIÓN GAMA CLIMAVER® = d0 (la mejor posible).

Resumen

Los incendios constituyen una de las principales causas de siniestros en los edificios, dando lugar a pérdidas tanto humanas como materiales por seguridad en la edificación, por tanto, deben considerarse las técnicas y materiales que impidan el desarrollo o propagación de un incendio.

En lo que respecta a las redes de conductos, esta circunstancia es especialmente importante. Al elegir el material que constituya el conducto, debe considerarse

su comportamiento al fuego, evaluado por su Euroclase, clasificación que determina: su poder calorífico, su emisión de humos, o la caída de gotas al quemarse.

Los conductos de Lana de Vidrio CLIMAVER®, representan la opción más segura para un conducto de climatización, al no producir humos ni gotas incandescentes, y aportar un mínimo poder calorífico.

6. Pérdidas de carga en Conductos CLIMAVER®





El aire que circula por la red de conductos, recibe la energía de impulsión (aspiración) por medio de un ventilador. Esta energía debe ser suficiente para que el aire sea distribuido a todos los locales a acondicionar, en las condiciones previstas de caudal, temperatura y velocidad, según las condiciones de diseño.

El problema reside en el diseño correcto de las dimensiones de los conductos, para que circule por ellos el caudal previsto, y para que la energía total del aire sea capaz de vencer de manera equilibrada las inevitables pérdidas que se producen en todo proceso de flujo dinámico en conductos.

Estas pérdidas son de dos tipos:

- Pérdidas por rozamiento, debido a la viscosidad del fluido. Dependen de la geometría, la rugosidad interna de los conductos y el régimen de movimiento del aire.
- Pérdidas dinámicas, causadas por las perturbaciones de velocidad, por cambios direccionales o por variaciones bruscas de la temperatura.

A lo largo de este capítulo, se tratará de establecer tanto el método de cálculo como la valoración de estas pérdidas.

6.1. Presiones estática, dinámica y total

6.1.1. Conceptos

La energía suministrada por el sistema de impulsión (aspiración) se establece en forma de presiones, mediante dos componentes:

- La presión estática, P_s , que es la consecuencia de la compresión del fluido dentro del conducto. Se mide por exceso (o defecto) sobre la presión atmosférica ambiental. Esta presión es positiva en impulsión y negativa en aspiración. La presión estática es máxima en el punto de impulsión y decrece a lo largo del conducto por efecto de las pérdidas por fricción, hasta ser prácticamente nula en la salida. Sucede lo mismo en el circuito de aspiración, aunque con valores negativos.
- La presión dinámica, P_d , es la componente de energía debido a la velocidad del fluido, y su valor se obtiene mediante la expresión:

$$P_d = \frac{\rho V^2}{2} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Siendo:

ρ = densidad del aire circulante (kg/m^3)

v = velocidad del aire circulante (m/s)

La presión dinámica siempre es positiva (en el sentido de avance del aire).

Como la masa de aire transportada en la unidad de tiempo es constante a lo largo del conducto, la velocidad varía en

cada cambio de sección del conducto, hasta su salida o hasta la distribución del aire en las bifurcaciones.

- La presión total, P_t , es la resultante de la suma algebraica de $P_s + P_d$.

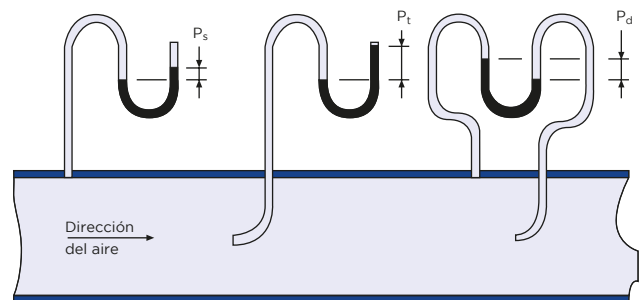
En un conducto de aspiración, la P_t será negativa (depresión), siendo siempre positiva en conductos de impulsión.

6.1.1.1. Unidades y equipos de medida

La unidad utilizada para medida de presiones en el Sistema Internacional es el Pascal ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$).

Habitualmente, en cálculos relativos a aire acondicionado se utiliza también el milímetro de columna de agua (mm.c.a.), cuya equivalencia es: $1 \text{ mm.c.a.} = 9,81 \text{ Pa}$.

Como equipo de medida se utilizan tubos de Pitot, como se indica en la figura.



6.2. Pérdidas de carga

El progreso fluido-dinámico del aire en los conductos provoca dos tipos de pérdidas de carga: pérdidas por rozamiento y pérdidas dinámicas.

6.2.1. Pérdidas de carga por rozamiento

Se deben a la viscosidad del fluido, y a las variaciones de dirección y choques de las partículas de aire dentro del régimen de turbulencia, en las condiciones habituales para la climatización.

Las pérdidas se producen a lo largo de toda la extensión lineal del conducto, y se expresan en valores de pérdidas de la presión total por unidad de longitud del conducto considerado: (Pa/m) o (mm.c.a./m).

El cálculo de pérdidas de carga mediante formulación es complicado, ya que depende de un número de factores

considerable en forma de ecuaciones exponenciales, establecidas por Darcy-Weisbach y Colebrook. Únicamente es posible la utilización de estas fórmulas con métodos informáticos, mediante el software adecuado.

Otro método más práctico, si no se dispone de software, es la utilización de Gráficos de Rozamientos, que se establecen para una geometría del conducto, tipo de material (única rugosidad absoluta), y unas condiciones del aire en temperatura y densidad, así como de presión atmosférica (altura).

Las variaciones en las condiciones señaladas en los gráficos necesitan factores de corrección que, aplicándose a los obtenidos directamente de las Gráficas de Rozamiento, darán el valor de pérdida de carga real buscado.

6.2.1.1. Pérdidas de carga en conductos CLIMAVER PLUS® R y CLIMAVER neto®

Las experiencias de laboratorio, realizadas sobre montajes reales de diversas secciones, han permitido establecer:

- Las pérdidas de carga reales son prácticamente iguales a las teóricas determinadas por el Gráfico de Rozamiento de ASHRAE para conductos cilíndricos de chapa galvanizada, dentro del campo de velocidades de 0 a 15 m/s para CLIMAVER PLUS® R, y de 0 ó 10 m/s para CLIMAVER neto® (*).
- Los codos de dos ángulos de 135°, es decir, aquellos fabricados a partir de tramos rectos, tienen similares o ligeramente inferiores pérdidas de carga que los codos curvos fabricados a partir de CLIMAVER PLUS® R y CLIMAVER neto®.

(*). Para conseguir una adecuada atenuación acústica, se recomienda trabajar a baja velocidad en instalaciones de conductos CLIMAVER neto®.

En estas condiciones, es posible la utilización directa del gráfico indicado, por lo que se procede del modo siguiente:

- Establecer el diámetro del conducto rectangular, con una sección circular que representa la misma pérdida de carga para igual caudal.
Para ello, se utiliza la equivalencia:

$$D_e = 1,3 \frac{(a \cdot b)^{0,625}}{(a + b)^{0,25}} \text{ (mm)}$$

Siendo a y b los lados del conducto rectangular en mm.

- Conocido el caudal (m³/h) y el valor "De", se determina la pérdida de carga en el Gráfico de Rozamiento correspondiente a estos conductos.

Ejemplo

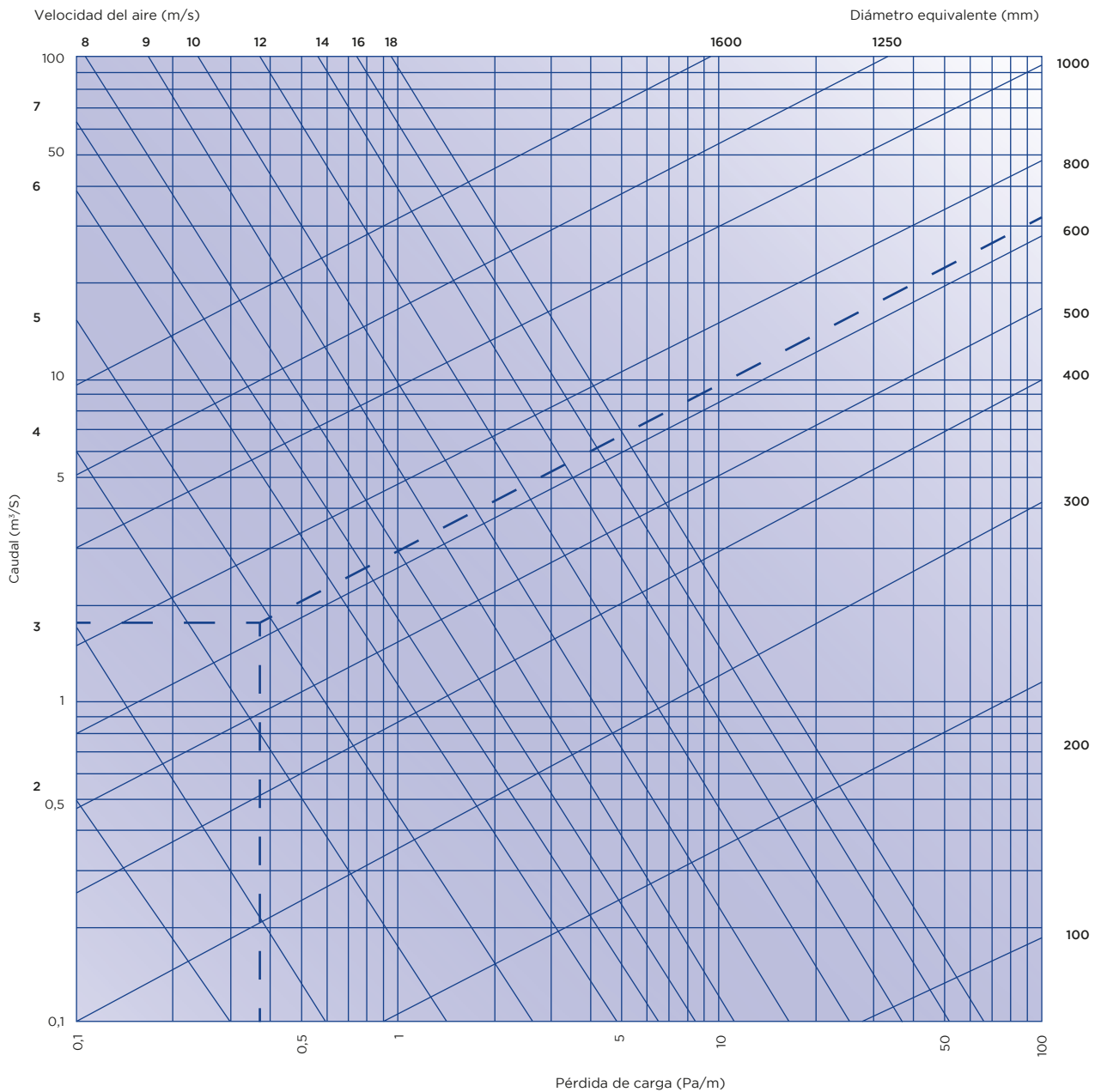
Se desea conocer la pérdida de carga a 20 °C y 760 mm.c.a. (101,325 KPa) de un conducto de CLIMAVER PLUS® R de 600x600 mm de sección y considerando un caudal de 1,70 m³/s.

$$D_e = 1,3 \frac{(600 \cdot 600)^{0,625}}{(600 + 600)^{0,25}} = 656,3 \text{ mm}$$

Para este diámetro equivalente y un caudal de 1,7 m³/s, el Gráfico de Rozamiento indica una pérdida de carga de 0,37 Pa/m (0,037 mm.c.a./m).



Gráfico de rozamiento para CLIMAVER PLUS® R y CLIMAVER neto®



6.2.2. Pérdidas de carga locales o dinámicas

Corresponden a aquellos puntos o tramos donde el flujo sufre perturbaciones de velocidad por cambios de direcciones o variación de sus valores absolutos.

Estas pérdidas dinámicas, aunque se producen en toda la longitud de un conducto, a efectos prácticos se suponen localizadas en las zonas que afectan al cambio en la velocidad que se ha mencionado, lo que facilita el cálculo de las mismas.

Este cálculo es válido, siempre que se considere que las pérdidas de carga por rozamiento afectan a tramos rectos suficientemente largos (longitudes mayores que 6 diámetros equivalentes). Si el tramo recto entre dos uniones

que supongan pérdidas de carga locales, es inferior a esta cantidad, las configuraciones de la corriente no permiten este tipo de cálculo.

6.3.1.1. Coeficientes para pérdidas locales

Son valores adimensionales que responden a la relación de pérdidas de carga, referidas a la presión total, respecto de la presión dinámica en la sección considerada:

$$C = \frac{\Delta P_t}{P_v}$$

Siendo:

- C = Coeficiente de pérdidas (adimensional).
- DP_t = Pérdida de presión total en la sección considerada (Pa).
- P_v = Presión dinámica en la sección considerada (Pa).

Estos coeficientes responden a configuraciones geométricas en las uniones, así como a las características adimensionales de los conductos.

Cuando el flujo de aire cambie de dirección en un conducto, las consideraciones geométricas deben complementarse con otro coeficiente que afecta a las características propias del aire circulante, mediante correcciones debidas al número de Reynolds (Re):

$$Re = \frac{\rho \cdot D \cdot v}{\mu}$$

Donde:

- Re = Número de Reynolds (adimensional).
- ρ = Densidad del aire (Kg/m³).
- D = Diámetro equivalente del conducto (m).
- v = Velocidad del aire (m/s).
- μ = Viscosidad del aire (m·Pa/s).

En condiciones normales, aplicables al aire acondicionado:

$$Re = 6,63 \times 10^4 \cdot D \cdot v$$

En estos casos, el coeficiente de pérdidas viene representado por:

$$C = C' \cdot K_{Re}$$

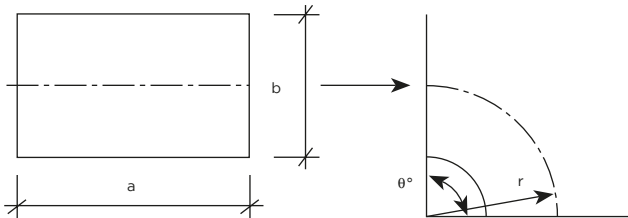
Siendo:

- C' = Coeficiente de pérdidas por características geométricas (adimensional).
- K_{Re} = Coeficiente de pérdidas por flujo (adimensional).

6.3.1.2. Valores de los Coeficientes de Pérdidas Locales en Conductos CLIMAVER®

Se indican a continuación los coeficientes C para algunas de las condiciones geométricas más usuales en los conductos de la gama CLIMAVER®. Para el producto CLIMAVER PLUS® R o CLIMAVER neto®, los coeficientes C son equivalentes a los valores de la chapa galvanizada y pueden obtenerse a partir de los valores reflejados en el "Manual Fundamentals" de ASHRAE.

Codo con radio uniforme y sección rectangular:



a) Codo a 90°:

$$C = C' \cdot K_{Re}$$

Siendo:

Valores de C'											
a/b	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
r/b											
0,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	0,98	0,92	0,89	0,85	0,83
0,75	0,57	0,52	0,48	0,44	0,40	0,39	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44
1,0	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,18	0,19	0,20	0,27	0,21
1,5	0,22	0,20	0,19	0,17	0,15	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
2,0	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15

Valores de K _{Re}									
Re · 10 ⁻⁴	1	2	3	4	6	8	10	14	20
r/b									
0,5	1,40	1,26	1,19	1,14	1,09	1,06	1,04	1,0	1,0
≥0,75	2,0	1,77	1,64	1,56	0,46	1,38	1,30	1,15	1,0

b) Codo a θ° :

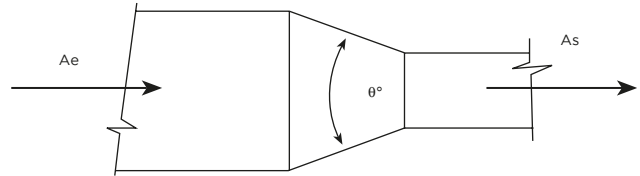
$$C = C' \cdot K_{Re} \cdot K_\theta$$

Siendo:

Valores de K _θ										
θ°	20	30	45	60	75	90	110	130	150	180
K _θ	0,31	0,45	0,60	0,78	0,90	1,00	1,13	1,20	1,28	1,40

Nota: C' y K_{Re} corresponden a los valores indicados en a).

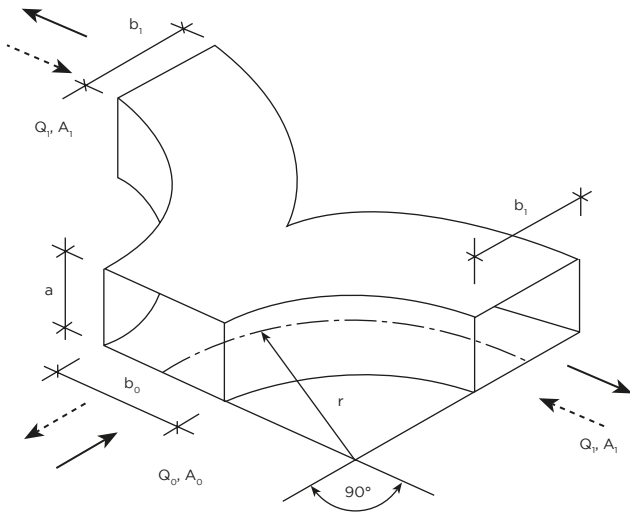
Reducción y sección rectangular:



Valores de C							
θ°	10	15-40	50-60	90	120	150	180
Ae/As							
2	0,05	0,05	0,06	0,12	0,18	0,24	0,26
4	0,05	0,04	0,07	0,17	0,27	0,35	0,41
6	0,05	0,04	0,07	0,18	0,28	0,36	0,42
10	0,05	0,05	0,08	0,19	0,29	0,37	0,43

Nota: C' y K_{Re} corresponden a los valores indicados en a).

Y simétrica y sección rectangular

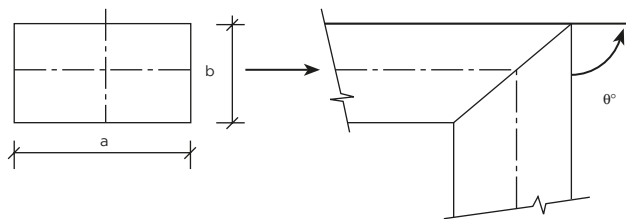


Nota: sólo para $r/b_0 = 1,5$

$$Q_1 = Q_0/s$$

Valores de C		
A ₁ /A ₀	0,5	1'
Flujo		
Convergente	0,23	0,07
Divergente	0,3	0,25

Codo a bisel y sección rectangular



Nota: sólo para $r/b_0 = 1,5$

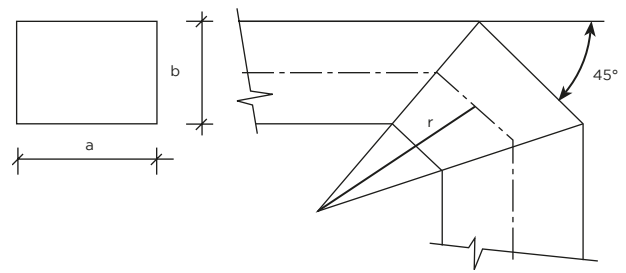
$$C = C' \cdot K_{Re}$$

Siendo:

Valores de C'											
a/b	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
θ°											
20	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05
30	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
45	0,38	0,37	0,36	0,34	0,33	0,31	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24
60	0,60	0,59	0,57	0,55	0,52	0,49	0,46	0,43	0,41	0,39	0,38
75	0,89	0,87	0,84	0,81	0,77	0,73	0,67	0,63	0,61	0,58	0,57
90	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	0,98	0,92	0,89	0,85	0,83

Valores de K _{Re}								
Re · 10 ⁻⁴	1	2	3	4	6	8	10	≥14
K _{Re}	1,40	1,26	1,19	1,14	1,09	1,06	1,04	1,0

Codo 90° (achaflanado 45°) y sección rectangular



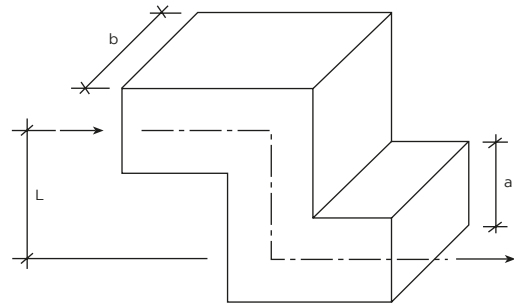
$$C = C' \cdot K_{Re}$$

Siendo:

Valores de C'							
a/b	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	3
r/b							
0,5	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	0,98
0,75	0,9	0,85	0,78	0,72	0,65	0,64	0,64
1	0,49	0,47	0,44	0,40	0,36	0,34	0,34
1,5	0,47	0,45	0,43	0,39	0,34	0,32	0,32
2	0,46	0,45	0,43	0,39	0,34	0,32	0,32

Piezas en Z, codos a 90° y sección rectangular

a) Para a = b



$$C = C' \cdot K_{Re}$$

Siendo:

Valores de C'											
L/a	0,4	0,6	0,8	1	1,4	1,8	2	2,4	2,8	3,2	4
C'											
C'	0,62	0,9	1,6	2,6	4	4,2	4,2	3,7	3,3	3,2	3,1

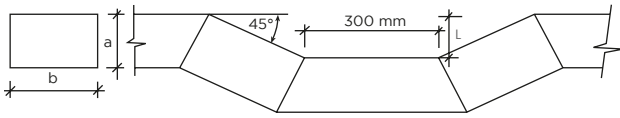
b) Para a ≠ b

$$C = C' \cdot K_{Re} \cdot K_{Ge}$$

Siendo C' y K_{Re}, valores iguales a a) y:

Valores de K _{Ge}								
b/a	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4
K _{Ge}	1,1	1,07	1,04	1	0,95	0,9	0,83	0,78

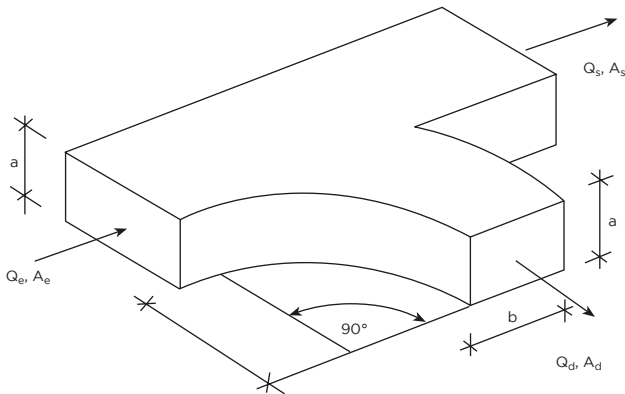
Bordeo de obstáculo y sección rectangular



$a/b = 0,5$
 $L 1,5 a$

Valores de C					
V (m/s)	4	6	8	10	12
C	0,18	0,22	0,24	0,25	0,26

Derivación con radio y sección rectangular



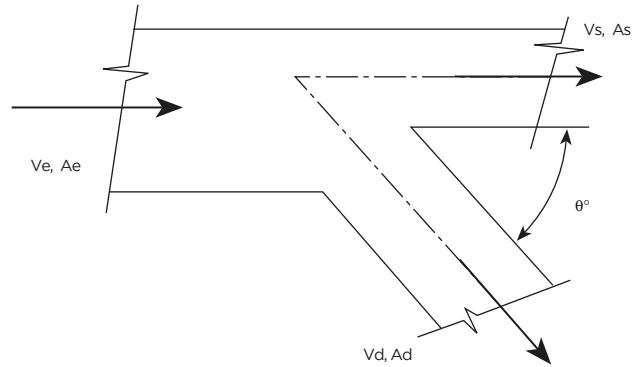
Nota: sólo para $q = 90^\circ$ y $r = b$

Q_e, A_e = Caudal y área de entrada.
 Q_s, A_s = Caudal y área de salida (principal).
 Q_d, A_d = Caudal y área de la derivación.

Valores de C_d (en derivación)										
Q_d/Q_e		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Ad/As	Ad/Ae									
0,25	0,25	0,55	0,50	0,60	0,85	1,2	1,8	3,1	4,4	6,0
0,33	0,25	0,35	0,35	0,50	0,80	1,3	2,0	2,8	3,8	5,0
0,5	0,5	0,62	0,48	0,40	0,40	0,48	0,60	0,78	1,1	1,5
0,67	0,5	0,52	0,40	0,32	0,30	0,34	0,44	0,62	0,92	1,4
1,0	0,5	0,44	0,38	0,38	0,41	0,52	0,68	0,92	1,2	1,6
1,0	1,0	0,67	0,55	0,46	0,37	0,32	0,29	0,29	0,30	0,37
1,33	1,0	0,70	0,60	0,51	0,42	0,34	0,28	0,26	0,26	0,29
2,0	1,0	0,60	0,52	0,43	0,33	0,24	0,17	0,15	0,17	0,21

Valores de C_s (en C. principal)										
Q_d/Q_e		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Ad/As	Ad/Ae									
0,25	0,25	-0,01	-0,03	-0,01	0,05	0,13	0,21	0,29	0,38	0,46
0,33	0,25	0,08	0	-0,02	-0,01	0,02	0,08	0,16	0,24	0,34
0,5	0,5	-0,03	-0,06	-0,05	0	0,06	0,12	0,19	0,27	0,35
0,67	0,5	0,04	-0,02	-0,04	-0,03	-0,01	0,04	0,12	0,23	0,37
1,0	0,5	0,72	0,48	0,28	0,13	0,05	0,04	0,09	0,18	0,30
1,0	1,0	-0,02	-0,04	-0,04	-0,01	0,06	0,13	0,22	0,30	0,38
1,33	1,0	0,10	0	0,01	-0,03	-0,01	0,03	0,10	0,20	0,30
2,0	1,0	0,62	0,38	0,23	0,13	0,08	0,05	0,06	0,10	0,20

Derivación a bisel y conducto rectangular



Nota: sólo para $15^\circ < q < 90^\circ$ y $A_e = A_s + A_d$

V_e, A_e = velocidad y área de entrada.

V_s, A_s = velocidad y área de salida (principal).

V_d, A_d = velocidad y área de la derivación.

Valores de C_d (en derivación)													
V_d/V_e	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
θ°													
15	0,81	0,65	0,51	0,38	0,28	0,20	0,11	0,06	0,14	0,30	0,51	0,76	1,0
30	0,84	0,69	0,56	0,44	0,34	0,26	0,19	0,15	0,15	0,30	0,51	0,76	1,0
45	0,87	0,74	0,63	0,54	0,45	0,38	0,29	0,24	0,23	0,30	0,51	0,76	1,0
60	0,90	0,82	0,79	0,66	0,59	0,53	0,43	0,36	0,33	0,39	0,51	0,76	1,0
90	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Valores de C_s (en cond. principal)							
θ°	15-60		90				
V_s/V_e	As/Ae	0-1,0	0-0,4	0,5	0,6	0,7	$\geq 0,8$
0		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1		0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
0,2		0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
0,3		0,50	0,50	0,52	0,52	0,50	0,50
0,4		0,36	0,36	0,40	0,38	0,37	0,36
0,5		0,25	0,25	0,30	0,28	0,27	0,25
0,6		0,16	0,16	0,23	0,20	0,18	0,16
0,8		0,04	0,04	0,17	0,10	0,07	0,04
1,0		0	0	0,20	0,10	0,05	0
1,2		0,07	0,07	0,36	0,21	0,14	0,07
1,4		0,39	0,39	0,79	0,59	0,39	-
1,6		0,90	0,90	1,4	1,2	-	-
1,8		1,8	1,8	2,4	-	-	-
2,0		3,2	3,2	4,0	-	-	-

Resumen

Al diseñar una red de conductos, debe evaluarse la resistencia al paso del aire que ofrece el conducto; y las pérdidas de presión a las que esta resistencia da lugar. Para la evaluación de las pérdidas de carga, pueden utilizarse programas informáticos, o ábacos, o tablas, que relacionan el caudal, sección, velocidad y pérdida de carga, algunos de los cuales se presentan en este manual.

En lo que respecta a los conductos CLIMAVER®, tanto CLIMAVER PLUS® R como CLIMAVER neto® asimilan sus pérdidas de carga a la de conductos metálicos, y, por tanto, pueden utilizarse los gráficos de Ashrae para cálculos.

7. Los Conductos de Aire y su Influencia en la Calidad de Aire Interior





Los aspectos relativos a la calidad del aire de los ambientes de los edificios se tratan con frecuencia en el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE). Se indica en este reglamento la necesidad de una correcta ventilación de los locales, haciéndose referencia a la Norma UNE-EN-13779. En concreto, se menciona:

- El aire exterior de ventilación, se introducirá debidamente filtrado en el edificio.
- Se establecerán clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad de aire exterior, y de la calidad de aire interior requerida.
- En el proyecto se detallarán los puntos de control y limpieza de la instalación de filtrado para mantenimiento de equipos y conductos.
- Por lo general, hay que recurrir a los sistemas de acondicionamiento de aire para que las condiciones higrométricas del ambiente y las de confort coincidan.

Los conductos de aire son elementos estáticos de la instalación, a través de los cuales circula el aire en el interior del edificio, conectando todo el sistema: aspiración, unidades de tratamiento, locales de uso, retorno y evacuación del aire viciado.

Considerando la calidad del aire interior y el confort que deben proporcionar las instalaciones, los conductos pueden presentar diversos factores, que veremos en el punto 7.2 de este capítulo, que influyen en la calidad de aire y en el confort de la instalación:

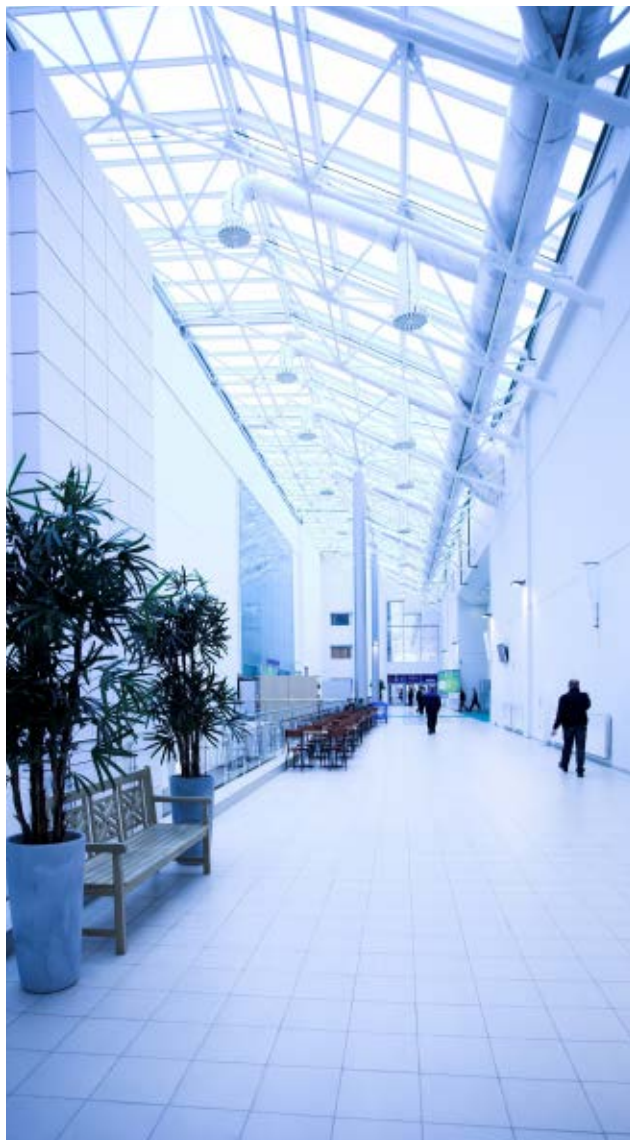
- Variación de las magnitudes físicas del aire.
- Ruidos.
- Factores exógenos y endógenos de calidad del aire.

7.1. Exigencia de calidad de aire interior

El RITE en la IT 1.1.4.2 indica que en los edificios de viviendas, los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación. El resto de edificios dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes.

También establece las categorías de calidad de aire interior (IDA) en función del uso de los edificios:

- IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.



- IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

- IDA 4 (aire de calidad baja).

En la IT 1.1.4.2.3 el RITE indica el caudal mínimo del aire exterior de ventilación para alcanzar las categorías de calidad de aire interior explicadas anteriormente:

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

En el caso de que los espacios no estén dedicados a la ocupación humana permanente los caudales de aire exterior necesarios son:

Categoría	dm ³ /(s · m ²)
IDA 1	no aplicable
IDA 2	0,83
IDA 3	0,55
IDA 4	0,28

Asimismo el RITE en la IT 1.1.4.2.4. muestra la filtración del aire exterior mínimo de ventilación según la tabla siguiente

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7+F9	F6+F8	F5+F7	F5+F6
ODA 3	F7+GF(*)+F9	F7+GF+F9	F5+F7	F5+F6

(*) GF = Filtro de gas (filtro de carbono) y, o filtro químico o físico-químico (fotocatalítico) y solo serán necesarios en caso de que la ODA 3 se alcance por exceso de gases.

Clasificando la Calidad de aire exterior (ODA) con los siguientes niveles:

- ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo polen).
- ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
- ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P).

7.2. Factores que influyen en la calidad del aire debido a los conductos

7.2.1. Variaciones de temperatura y humedad

La red de conductos trata de conseguir que el aire tratado llegue al local a acondicionar con la temperatura y humedad fijados en proyecto. Este aire proveniente de la máquina de aire acondicionado, circula con unas características de temperatura y humedad diferentes a las del ambiente a acondicionar, por lo que existirá una transferencia de calor (no deseada) a través de las paredes del conducto de aire acondicionado.

Esta transferencia de calor será tanto mayor cuanto menor sea el aislamiento utilizado en los conductos (Gráfico 1).

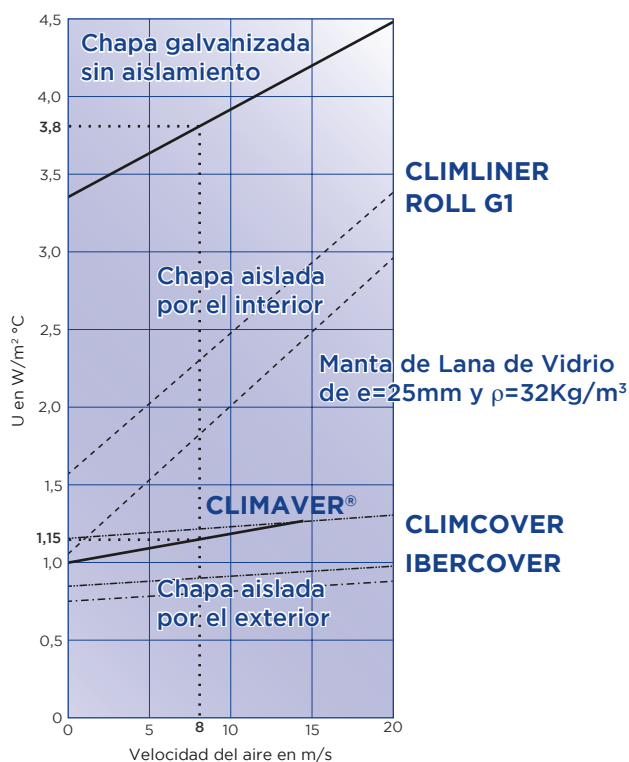


Gráfico 1: Obtención del coeficiente U de transmitancia térmica para distintos tipos de conductos. Fuente: ASHRAE Fundamentals.

A esta transferencia de calor no deseada hay que añadir las pérdidas energéticas debidas a las filtraciones de aire tratado a través de las juntas de los conductos de aire acondicionado.

El efecto de estas pérdidas energéticas a través de los conductos de aire acondicionado es doblemente negativo, puesto que por un lado, repercute en un mayor consumo energético (la máquina deberá aportar un caudal extra para compensar las pérdidas) y por otro lado, significa que el caudal de aire, que en su paso a través de la red de conductos, ha ido perdiendo sus características higrométricas originales, llegará al local a acondicionar con unas características diferentes a las de proyecto.

La **solución** pasa irrevocablemente por conseguir un **aislamiento térmico** eficaz en la red de conductos, construyendo los conductos a partir de paneles de material aislante, como en el caso de CLIMAVER®. Otra solución es añadir un material aislante (manta de Lana de Vidrio), si se parte de un conducto construido a partir de materiales sin estas características intrínsecas.

7.2.2. Condensaciones

Otra característica muy importante relacionada con un correcto aislamiento térmico de los conductos, pasa por la presencia o no de condensaciones en los conductos

Una de las condiciones de partida de proyecto debe ser la total ausencia de condensaciones en la red de conductos, puesto que éstas pueden dar lugar a un caldo de cultivo para bacterias u hongos. En este sentido, los conductos CLIMAVER® no contribuyen al desarrollo o proliferación de mohos.

Para constatar este hecho, se han realizado ensayos en laboratorio homologado, siguiendo la norma europea UNE-EN 13403, los cuales demuestran que los conductos CLIMAVER® no constituyen sustrato para desarrollo o proliferación de mohos.

En este ensayo, se toman dos muestras de conducto de Lana de Vidrio de dimensiones 102 mm x 102 mm x 25 mm, y se depositan mohos y esporas de pan en puntos concretos, sobre cada cara de estas muestras. A continuación se colocan las muestras así tratadas, junto con una muestra sin tratar en una cámara climática acondicionada a temperatura ambiente y saturada en vapor de agua.

Se observa periódicamente el estado de las muestras, detectando si existe crecimiento de mohos o esporas, o si se desintegran. Si no se da ninguna de estas dos situaciones, se mantiene en la cámara durante 60 días. Pasado este tiempo se estudia si hay extensión del moho, deterioro de la estructura o abertura de juntas en el material.

En el caso de los paneles de Lana de Vidrio ensayados, los resultados obtenidos en todas las muestras ensayadas fueron idénticos:

- No existe deterioro de la estructura del panel ni aberturas de juntas.
- No se observa crecimiento del moho fuera de la zona inoculada.

Así pues, las conclusiones del ensayo son claras: las muestras cumplen con los requisitos de la Norma UNE-EN 13403, pues el moho inoculado no se extiende, la estructura no se deteriora y las juntas no se abren, por lo que se concluye la **no proliferación de mohos en conductos de Lana de Vidrio**.

7.2.3. Desequilibrios de presión

El transporte de fluidos supone admitir unas pérdidas de carga, por la acción combinada para cada fluido de los siguientes factores:

- Rozamiento del fluido con las paredes del conducto: función del régimen de flujo, de la geometría y rugosidad de la cara interna.
- Pérdidas dinámicas: por variación de la geometría y/o dirección del flujo.

Para que la difusión sea correcta, las bocas de los conductos deben de tener una sección correctamente definida, con una velocidad media de aire dada y una presión estática equilibrada.

Diseños inadecuados de redes de conductos, o defectos en la ejecución material y en el equilibrado de presiones, producirán unas condiciones de confort inadecuadas sobre las previstas, lo que producirá una descompensación de las cargas térmicas en los locales a acondicionar y, en una parte de los mismos, un aporte insuficiente de aire de renovación, con las consecuencias que esto implica en el bienestar de los usuarios.

7.2.4. Ruido en la red de conductos y Atenuación Acústica

Otro aspecto no material en el que los conductos pueden jugar un papel fundamental es la atenuación acústica del ruido, proveniente tanto de la instalación de climatización en sí (unidades de tratamiento, ventiladores, flujo de aire en el conducto, difusores...), como de los ruidos de “transmisión cruzada”, que son los producidos en un local y transmitidos a otros adyacentes vía el sistema de conductos.

Entendiendo el ruido como un sonido no deseado, es evidente que conseguir atenuar el ruido redundará en una mayor calidad del ambiente interior.

Para ello, **se deben instalar conductos con un alto coeficiente de absorción acústica** (conductos de Lana de Vidrio), o bien recubrir el interior del conducto con este tipo de material.



7.2.5. Factores exógenos y endógenos de calidad de aire

Es un hecho bien conocido por los profesionales que se dedican al control y al mantenimiento de las instalaciones de aire acondicionado, la presencia de depósitos de suciedad en zonas del interior de los conductos.

El origen de esta suciedad que finalmente ha terminado depositada en el interior del conducto puede ser muy variado. Entre las causas, podemos encontrar desde la suciedad producida en el montaje de la instalación (recogiendo polvo, tierra o restos de otros materiales de construcción), hasta los depósitos de suciedad debidos a una toma de aire exterior contaminada unido a un incorrecto filtrado de este aire exterior.

No obstante, también debido al uso diario del edificio, puede acumularse suciedad en el interior del conducto. En este sentido el propio sudor de las personas que habitan en el local acondicionado, las fibras que se desprenden de moquetas, alfombras o cortinas, pueden terminar depositándose en los conductos de aire acondicionado, ensuciando el conducto, y pudiendo llegar a deteriorar la calidad del aire interior. Asimismo, el aire exterior aporta una cantidad variable de materia orgánica e inorgánica, que penetra en el sistema de conductos. Si no disponemos de un sistema de tratamiento de aire adecuado, una parte de este aire será introducida en los locales y otra se depositará en la vías de transporte, en este caso, la red de conductos.

Cabe recalcar, para contrastarlo con los argumentos otras veces más alarmistas, que según un estudio de la empresa Health building international sobre un total de 11 millones de metros cuadrados de conductos, solo un 10% de las quejas relacionadas con una incorrecta calidad del aire interior tienen su origen en la contaminación en el interior de los conductos.

Operaciones de mantenimiento	76%
Filtrado ineficiente	56%
Ventilación insuficiente	54%
Mala distribución del aire	21%
Contaminación interior de conductos	12%

No obstante, y atendiendo a esta casuística, es evidente que debe diseñarse la red de conductos con la previsión de una futura limpieza de los mismos. En concreto, el RITE menciona que debe efectuarse la limpieza de las redes de conductos una vez terminado su montaje, y según las directrices de la Norma UNE 100012.

Asimismo, se debe de garantizar una limpieza inicial de los mismos, antes de la puesta en funcionamiento del edificio. Durante el periodo de funcionamiento, además de una tasa de renovación de aire adecuada, son necesarios filtros eficientes y aplicar unas condiciones de limpieza y mantenimiento de la instalación adecuadas.

7.3. Mantenimiento de instalaciones

El RITE, en lo que se refiere al mantenimiento de las instalaciones, establece un programa de mantenimiento preventivo de la instalación en la IT 3.3: Programa de mantenimiento preventivo.

Para instalaciones de potencia útil nominal mayor de 70 kW cuando no exista “Manual de uso y mantenimiento»

la empresa mantenedora contratada elaborará un «Manual de uso y mantenimiento» que entregará al titular de la instalación. Las operaciones en los diferentes componentes de las instalaciones para instalaciones de potencia útil mayor de 70 kW serán las indicadas en la tabla siguiente:

Tabla: Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad

1. Limpieza de los evaporadores	t	21. Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	m
2. Limpieza de los condensadores	t	22. Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	2 t
3. Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración	2 t	23. Revisión de unidades terminales agua-aire	2 t
4. Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos	m	24. Revisión de unidades terminales de distribución de aire	2 t
5. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas	2 t	25. Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire	t
6. Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea	2 t	26. Revisión de equipos autónomos	2 t
7. Limpieza del quemador de la caldera	m	27. Revisión de bombas y ventiladores	m
8. Revisión del vaso de expansión	m	28. Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria	m
9. Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	m	29. Revisión del estado del aislamiento térmico	t
10. Comprobación de material refractario	2 t	30. Revisión del sistema de control automático	2 t
11. Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera	m	31. Instalación de energía solar térmica	(*)
12. Revisión general de calderas de gas	t	32. Comprobación del estado de almacenamiento del biocombustible sólido	S*
13. Revisión general de calderas de gasóleo	t	33. Apertura y cierre del contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido	2 t
14. Comprobación de niveles de agua en circuitos	m	34. Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido	m
15. Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías	t	35. Control visual de la caldera de biomasa	S(*)
16. Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación	2 t	36. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa	m
17. Comprobación de tarado de elementos de seguridad	m	37. Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa	m
18. Revisión y limpieza de filtros de agua	2 t	38. Revisión de la red de conductos según criterio de la Norma UNE 100012	t
19. Revisión y limpieza de filtros de aire	m	39. Revisión de la calidad ambiental según criterios de la Norma UNE 171330	t
20. Revisión de baterías de intercambio térmico	t		

Donde:

S = Una vez cada semana.

S* = Estas operaciones podrán realizarse por el propio usuario, con el asesoramiento previo del mantenedor.

m = Una vez al mes; la primera al inicio de la temporada.

t = Una vez por temporada (año).

2 t = Dos veces por temporada (año); una al inicio de la misma y otra a la mitad del período de uso, siempre que haya una diferencia mínima de dos meses entre ambas.

(*) El mantenimiento de estas instalaciones se realizará de acuerdo con lo establecido en la Sección HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria del Código Técnico de la Edificación.

Para instalaciones de potencia útil nominal menor o igual a 70 kW cuando no exista "Manual de uso y mantenimiento" las instalaciones se mantendrán de acuerdo con el criterio profesional de la empresa mantenedora. A título orientativo en las tablas siguientes se indican las operaciones de mantenimiento preventivo y sus periodicidades.

Instalación de climatización:

- Limpieza de los evaporadores. Limpieza de los condensadores.
- Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración.
- Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos.
- Revisión y limpieza de filtros de aire.
- Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo.
- Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor.
- Revisión de unidades terminales agua-aire.
- Revisión de unidades terminales de distribución de aire.
- Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire.
- Revisión de equipos autónomos.

Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad		
Equipos y potencias útiles nominales (Pn)	Usos	
	Viviendas	Restantes usos
Calentadores de agua caliente sanitaria a gas $P_n \leq 24,4$ kW	5 años	2 años
Calentadores de agua caliente sanitaria a gas $24,4$ kW < $P_n \leq 70$ kW	2 años	anual
Calderas murales a gas $P_n \leq$ kW	2 años	anual
Resto instalaciones calefacción 70 kW $\leq P_n$	anual	anual
Aire acondicionado $P_n \leq 12$ kW	4 años	2 años
Aire acondicionado 12 kW < $P_n \leq 70$ kW	2 años	anual
Instalaciones de potencia superior a 70 kW	mensual	mensual

Tal y como aparece en RITE la revisión de la red de conductos debe hacerse según criterio de la Norma UNE 100012 y con una frecuencia anual.

Para poder hacer esta revisión, y limpieza si procede, el RITE en su IT 1.1.4.3.4 establece las aperturas de servicio para la limpieza de conductos y plenums de aire:

- Las redes de conductos deben estar equipadas de aperturas de servicio de acuerdo a lo indicado en la Norma UNE-ENV 12097 para permitir las operaciones de limpieza y desinfección.
- Los elementos instalados en una red de conductos deben ser desmontables y tener una apertura de acceso o una sección desmontable de conducto para permitir las operaciones de mantenimiento.
- Los falsos techos deben tener registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos.

En cuanto a las frecuencias de evaluación del estado higiénico de las redes de conductos en función del uso del edificio la UNE-EN 100012 establece las siguientes frecuencias:

Frecuencias de evaluación		
Uso del edificio	UTAs	Redes de conductos
Industrial	1 año	1 año
Residencial	1 año	2 años
Oficinas	1 año	1 año
Comercial	1 año	2 años
Sanitarias y usos especiales	6 meses	1 año
Restauración	1 año	1 año
Multiuso	1 año	1 año

7.4. Limpieza de conductos

El RITE tiene en cuenta de forma significativa la necesidad de que las instalaciones de acondicionamiento de aire se puedan limpiar de forma adecuada y la necesidad de establecer a nivel de proyecto un programa de mantenimiento higiénico de las instalaciones. Por ello en la IT 1.3.4.2.10 establece que el interior de los conductos resistirá la acción agresiva de los productos de desinfección, y su superficie interior tendrá una resistencia mecánica que permita soportar los esfuerzos a los que estará sometida durante las operaciones de limpieza mecánica que establece la Norma UNE 100012 sobre la higienización de los sistemas de climatización.

La Norma EN 13403 (Ventilación de edificios. Conductos no metálicos. Red de Conductos de Planchas de Material Aislante)

establece que las planchas deben de resistir operaciones de limpieza equivalentes a un ciclo de vida de 20 años de uso (una operación de limpieza por año) sin ningún daño.

Cuando se haya ensayado, después de que se hayan realizado 20 simulaciones de limpieza, el material de la superficie interior del conducto no debe desprenderse, desconcharse o mostrar evidencias de erosión o delaminación.

El procedimiento para la operación de limpieza de los conductos se desglosa en:

- Inspección del sistema de aire acondicionado y evaluación para determinar si existe necesidad de limpiar los conductos y, en caso positivo, acciones a seguir.

- En caso necesario, apertura de los conductos para su limpieza.
- Métodos de limpieza.
- Cierre de los conductos después de la limpieza, inspección final y puesta en funcionamiento.

7.4.1. Inspección de la instalación

La limpieza de la red de conductos puede ser costosa e ineficaz para resolver el problema de la calidad del aire interior si la fuente de la contaminación está en otra parte. Por esa razón, antes de tomar la decisión de limpiar los conductos, deben de investigarse completamente todas las causas potenciales del problema, realizando un chequeo total del ambiente interior y de la instalación de aire acondicionado en el caso de que este análisis nos dirija hacia la misma.

Una lista guía de comprobaciones puede ser:

- ¿Cuáles son los síntomas? Debe de estudiarse si las reacciones de los ocupantes provienen de la temperatura, el polvo, el aire viciado, olores... debe de analizarse el tipo de reacción que produce.
- ¿Dónde y cuándo se produce el problema? Se determinará si éste es localizado o general, para tratar de detectar la fuente de contaminación.
- ¿Cuál es el estado de mantenimiento del edificio?
- ¿Cómo es la distribución del aire? ¿Es eficaz y contempla un adecuado retorno del aire?
- ¿Funcionan correctamente las unidades de tratamiento del aire? Se inspeccionaran los equipos para determinar si las baterías de calor y frío, los filtros y los sistemas de humectación funcionan correctamente y tienen un mantenimiento adecuado. Especial relevancia tiene la existencia de humedad excesiva.
- ¿Qué sucede con el aire exterior? ¿Están correctamente situadas las tomas de aire exterior? ¿Es adecuada la filtración del mismo?
- ¿Y el aire interior? ¿Existen fuentes de contaminación interna anómalas?
- ¿Qué sucede con el inmueble? Debe de verificarse si el uso que se está haciendo de él es compatible con su diseño inicial. Es importante comprobar que los materiales decorativos, el mobiliario y los equipos de trabajo (fotocopiadoras, impresoras...) no constituyan una fuente de contaminación excesiva, o en su caso, que esté previsto el tratamiento de dicha contaminación.

Aunque los problemas de calidad del aire interior son atribuibles con frecuencia a algunas de las causas mencionadas anteriormente, los conductos contaminados también pueden ser fuente de problemas, por lo que debe realizarse una inspección cuidadosa del interior de los conductos. No obstante deben tenerse en cuenta dos puntos:

- El moho no se desarrolla en los conductos, a no ser que se den unas condiciones determinadas y conjuntas de humedad y suciedad.
- Generalmente se deposita una capa de polvo sobre las superficies interiores (en contacto con el flujo de aire) de todos los tipos de conductos, incluidos los metálicos.

Esto no debe de considerarse un problema. No obstante, si la inspección del conducto revela la presencia de polvo, y no en una delgada capa, es hora de proceder a la limpieza de los conductos, según los criterios de la Norma UNE EN 100012.

7.4.1.1. Protección personal

El sistema de climatización debe estar parado para la inspección del circuito.

Deberán tomarse precauciones para evitar la exposición de los ocupantes a la contaminación, que podría desprenderse durante el trabajo de inspección.

Debe evitarse también la exposición de los trabajadores a los contaminantes de los conductos. Deberán llevar guantes, protección ocular de seguridad de seguridad, blusa de manga larga y mascarilla.

7.4.1.2. Operaciones de inspección detalladas

Son las siguientes:

- Verificar si el aire está siendo correctamente distribuido por todos los espacios ocupados del edificio.
- Inspeccionar el equipo de filtración de aire.
- Inspeccionar los serpentines de refrigeración.
- Verificar los equipos centrales de calor y refrigeración (incluyendo humidificadores).

El acceso al interior de los conductos con propósitos de inspección deberá efectuarse a través de aperturas ya existentes, tales como puertas de acceso, y de aperturas de rejillas y registros.

Efectuar un reconocimiento ocular del interior de los canales de impulsión y de retorno, mediante aperturas de inspección colocadas a intervalos apropiados a lo largo de la longitud del conducto. Donde se detecte el desarrollo de moho o de cualquier materia extraña, recoger muestras para su análisis.

Las aperturas de inspección deben cerrarse antes de que empiece la limpieza del conducto.

El resultado de la inspección debe de ser contrastado cuidadosamente con los planos del circuito de climatización, para determinar en qué partes del conducto y con qué intensidad hay que efectuar la limpieza.



7.4.2. Apertura de conductos

Según el RITE debe instalarse aperturas de servicio en las redes de conductos para facilitar su limpieza; las aperturas se situarán según lo indicado en la UNE-EN 12097. Esta norma indica tanto el número de registros necesarios, la distancia entre ellos y su ubicación.

Aparte de las indicaciones de la Norma UNE EN 12097 la Norma UNE EN 100012 establece los siguientes requisitos para las aperturas de registros en las conducciones:

- Deben quedar, al final de los trabajos, perfectamente señaladas e identificadas
- Deben ser practicables y reutilizables
- El sistema escogido para el corte debe minimizar el riesgo de incendio
- En el corte en fibra de vidrio no deben quedar restos de fibra sueltos o libres
- El material aislante externo de los conductos metálicos no debe reutilizarse nunca

Independientemente del tipo de construcción y aislamiento del conducto, es muy importante que las aperturas para acceder a la limpieza se hagan de tal forma que, cuando la limpieza se haya completado y cerrado las aperturas, éstas queden perfectamente estancas.

RITE

El RITE indica: "Las redes de conductos deben estar equipadas con aperturas de servicio de acuerdo a lo indicado en la Norma UNE-EN 12097 para permitir las operaciones de limpieza y desinfección".



7.4.3. Métodos de limpieza de conductos

Existen varios métodos usados para la limpieza de los conductos. Los tres más empleados y que se consideran más eficaces son descritos a continuación.

Dentro de las distintas alternativas de limpieza que hay se aconseja seguir, de forma unitaria o combinada los siguientes métodos, ya que son ampliamente aceptados y de reconocida eficacia:

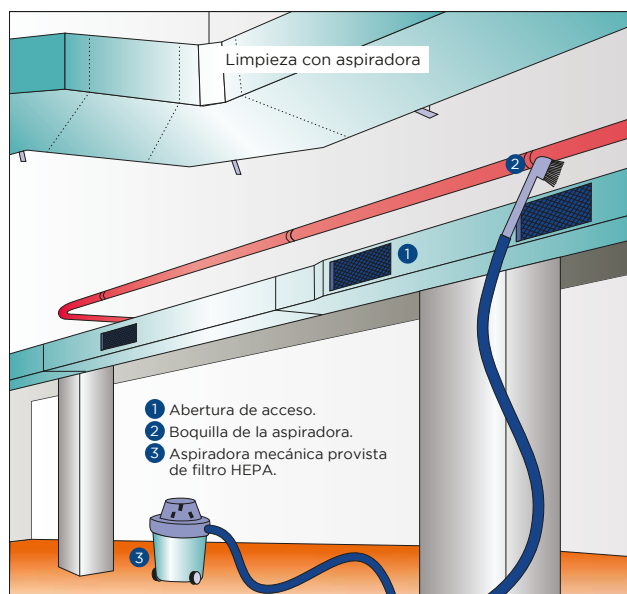
- Aspiración por contacto.
- Limpieza por aire a presión.
- Limpieza por aire a presión con cepillado.

7.4.3.1. Método de aspiración por contacto

La limpieza convencional por aspiración de la superficie interior de los conductos, realizada a través de aberturas practicadas en los mismos, es satisfactoria en la medida en que se haga con un cuidado razonable. El riesgo de dañar las superficies es mínimo. Sólo debe usarse el equipo de aspiración Hepa (recuperador de partículas de alta eficiencia) si la descarga del aire se hace en el interior de espacios ocupados. Los equipos convencionales de aspiración de polvo pueden liberar en la atmósfera partículas extremadamente finas, en lugar de recogerlas.

La aspiración directa requerirá, por lo general, aperturas de acceso más grandes que si se utilizan los otros métodos, para permitir que los equipos de limpieza alcancen hasta el último rincón del conducto. La separación entre las aperturas dependerá del tipo de equipo de aspiración utilizado y de la distancia que hay que alcanzar desde la abertura.

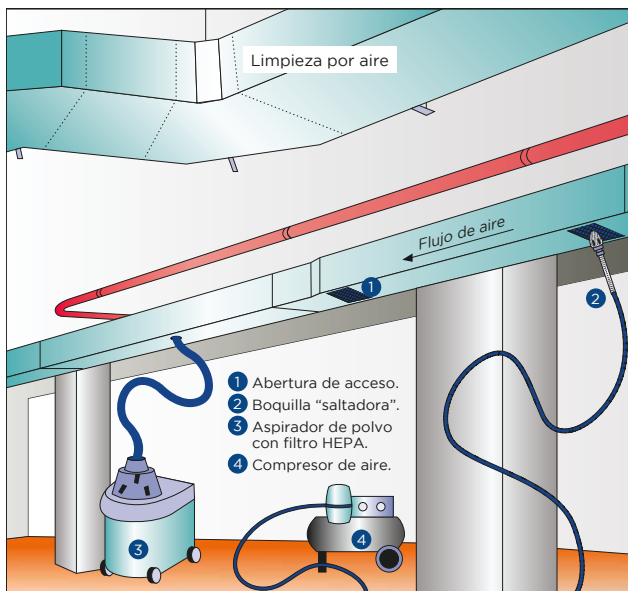
La cabeza de la aspiradora se introduce en el conducto por la abertura más cercana al inicio de la red de conductos (UTA). Seguidamente, se pone en marcha la máquina. La aspiración continuará siguiendo el curso de la corriente de aire, lo suficientemente despacio para permitir que la aspiradora vaya recogiendo toda la suciedad.



7.4.3.2. Método de limpieza por aire a presión

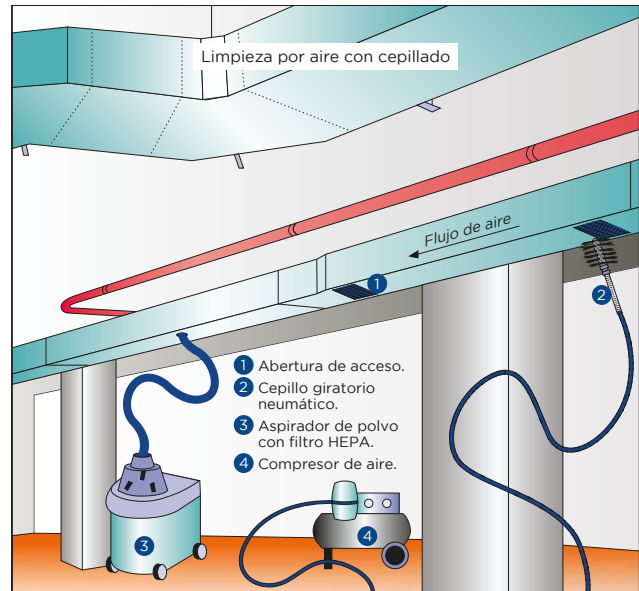
Se conecta un dispositivo colector de polvo por aspiración en una apertura del conducto, situada en un punto extremo, aguas abajo del mismo. Se recomienda que la zona aislada del circuito de conductos que se está limpiando tenga una presión estática mínima de 25 mm. c.a., para asegurar un transporte correcto del material desprendido. Por medio de una manguera, provista en su extremo por una boquilla "saltadora", se introduce aire comprimido en el interior del conducto.

Esta boquilla está diseñada de manera que el aire comprimido la impulse a lo largo del interior del conducto. De esta forma se desalojan los residuos, que al flotar en el aire son arrastrados corriente abajo del conducto y son extraídos del mismo por la acción del equipo de aspiración de polvo. La fuente de aire comprimido debe de ser capaz de producir entre 11 kg/m² y 13,5 kg/m², y tiene que tener una cubeta colectorora de 70 litros, para que el método de lavado por aire sea efectivo.



7.4.3.3. Método de limpieza por aire a presión con cepillado

Como en el sistema de limpieza por aire, se conecta un dispositivo de aspiración de polvo en el punto más extremo, aguas abajo del conducto a través de una apertura. Para desalojar la suciedad y las partículas de polvo que luego estarán suspendidas en el aire, se usan unos cepillos rotatorios, movidos eléctrica o neumáticamente. Las partículas de suciedad son arrastradas en la dirección de la corriente del aire por el interior de los conductos, siendo evacuadas por el aspirador de polvo. El cepillado mecánico requerirá, normalmente, mayores aberturas de acceso que en el método anterior; sin embargo, se necesitará un número de aberturas menor. Hay cepillos mecánicos capaces de alcanzar hasta 7 m en ambas direcciones de la apertura.



7. Los Conductos de Aire y su Influencia en la Calidad de Aire Interior

Los revestimientos interiores de la gama CLIMAVER®, aseguran la resistencia mecánica necesaria para proceder a la higienización de los sistemas de climatización según la Norma UNE 100012, incluido la limpieza con cepillos, sin provocar ningún deterioro ni que se necesiten tratamientos posteriores a la limpieza (encapsulamiento).

Por la misma razón, la resistencia del revestimiento interno permite reducir el número necesario de registros de acceso para desarrollar las limpiezas.

Ensayos realizados sobre toda la gama CLIMAVER®, demuestran su idoneidad tras más de 20 ciclos con los métodos de limpieza más agresivos (informe CETIAT).

La gama CLIMAVER® ha sido ensayada por los métodos más agresivos de limpieza, como certifica AELSA (Asociación Española Limpiadora de Instalaciones).

En cuanto a la operativa de aplicación de cada método de limpieza de los sistemas de climatización la UNE EN100012 establece los siguientes trabajos, objetivos y tareas:

Protocolo de limpieza de sistemas de climatización		
Trabajo	Objetivo	Tareas
1. Limpieza de los conductos de retorno.	Eliminar los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos. Siempre se empieza por el final del conducto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si no es posible acceder por las rejillas de retorno, apertura de registros en conducto. 2. Limpieza del conducto. <ul style="list-style-type: none"> • Cepillado 3. Acompañamiento del bateado o cepillado con aspiración negativa. 4. Desinfección del conducto en caso de ser necesaria. 5. Sellado del conducto en caso de ser poroso.
2. Limpieza de rejillas de retorno.	Eliminar los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desmontaje de rejillas. 2. Aplicación de detergente-desinfectante.
3. Limpieza de la UTA.	Eliminar los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos y aumentar los caudales y el intercambio térmico.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar el protocolo de limpieza de climatizadores.
4. Limpieza de los conductos de impulsión.	Eliminar los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos. Siempre se empieza por el principio del conducto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si no es posible acceder por los difusores, apertura de registros en conducto. 2. Limpieza del conducto: <ul style="list-style-type: none"> • Cepillado y aire a presión. 3. Acompañamiento del bateado o cepillado con aspiración negativa. 4. Desinfección del conducto en caso de ser necesaria. 5. Sellado del conducto en caso de interior poroso.
5. Limpieza de difusores	Eliminar los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desmontaje de los difusores. 2. Aplicación de detergente-desinfectante. 3. Cepillado de los difusores. 4. Aclarado. 5. Colocación de difusores.

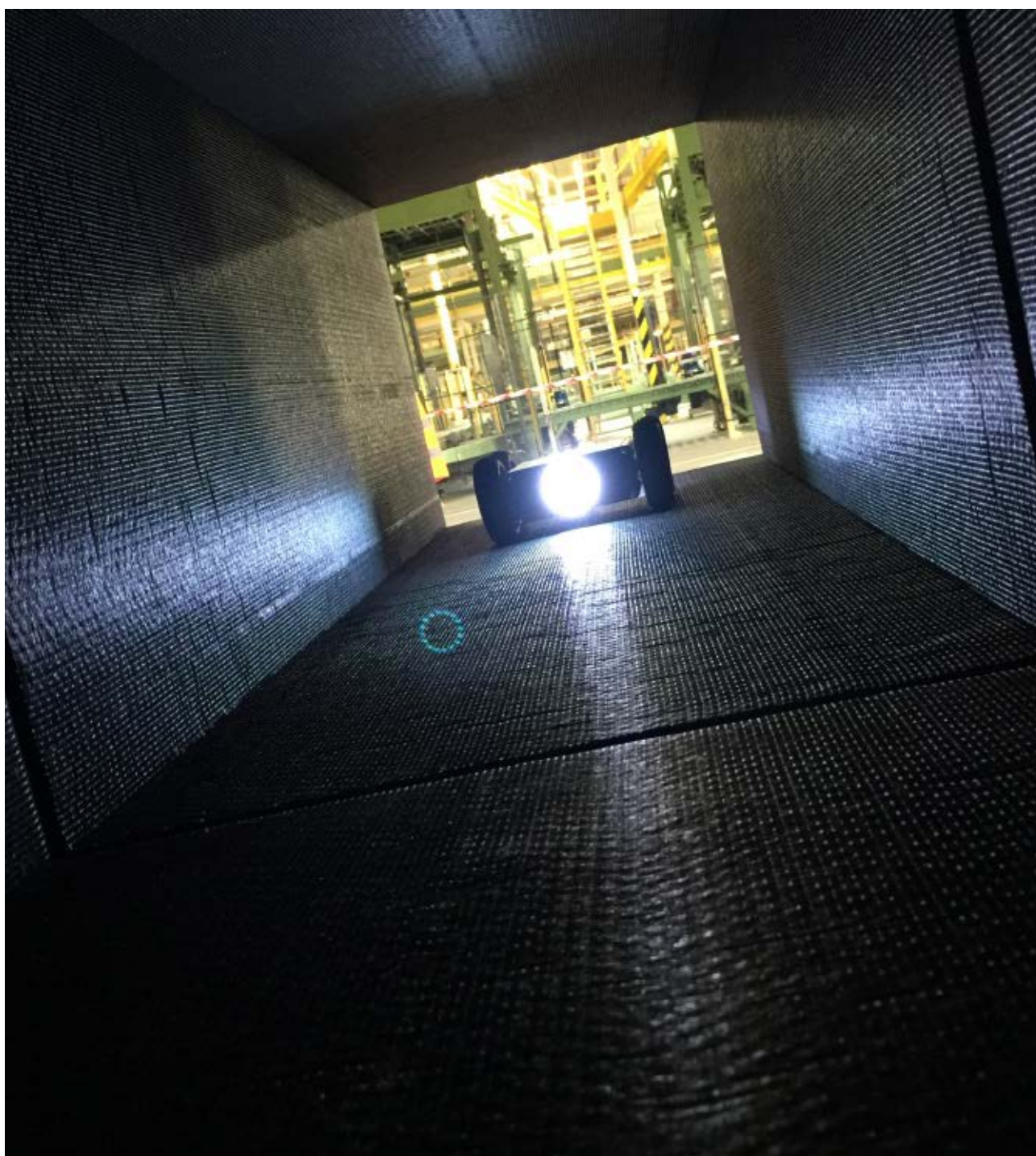
La UNE EN100012 también recomienda realizar un ensayo de comprobación. Es aconsejable realizar una evaluación

previa y posterior a la higienización, como control de la efectividad y calidad del proceso de limpieza.



Resumen

- Un diseño adecuado y una ejecución correcta de las instalaciones, garantizan que no existirán problemas que alteren las magnitudes físicas del aire interior y otros aspectos adicionales ligados al confort.
- La suciedad en los conductos es el principal responsable de la contaminación endógena del aire, lo que hace imprescindible la limpieza inicial, el filtrado adecuado de todo el aire circulante y un mantenimiento apropiado.
- Los materiales de conductos normalizados que se utilizan en España no aportan unos contaminantes en grado significativo al aire conducido por la red de conductos.
- La gama CLIMAVER® asegura además la no proliferación bacteriana en el interior de los conductos debido a la propia naturaleza inorgánica de la Lana Mineral según ensayos realizados siguiendo la Norma Europea EN 13403.
- La detección de problemas que reduzcan la calidad del aire suministrado, requiere una inspección de todos los elementos del sistema. Para el caso de eventuales depósitos de polvo en cualquier red de conductos, se requiere:
 - Un sistema de inspección visual del interior, mediante endoscopia luminosa u otro sistema. La red de distribución de aire debe de disponer de compuertas para acceder al interior de los conductos.
 - Algunos de los sistemas de limpieza que combinan presión y aspiración de aire.
- Los ensayos realizados sobre toda la gama CLIMAVER®, demuestran su idoneidad tras más de 20 ciclos con los métodos de limpieza más agresivos (informe CETIAT).



8. Contribución de los conductos de aire a las certificaciones medioambientales





ISOVER se ha convertido en referente en construcción sostenible, ofreciendo soluciones a sus clientes y usuarios finales para hacer frente a los retos climáticos y medioambientales que se les plantean y mejorando la vida cotidiana mediante soluciones de alto rendimiento. El 23 de septiembre de 2019, Saint-Gobain formalizó su apoyo al Pacto Mundial de las Naciones Unidas “Business Ambition for 1.5°C”, comprometiéndose a lograr la neutralidad en emisiones en 2050. Este compromiso se enmarca

además con la ambición del Grupo: mejorar la vida de todos haciendo del planeta -nuestro hogar común- un lugar más justo, más armonioso y más sostenible para vivir.

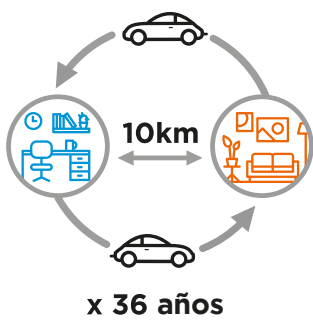
ISOVER, está plenamente comprometido con este propósito y para lograrlo, lleva trabajando en la mejora de sus soluciones y sus procesos desde hace años gracias a la ECOINOVACIÓN y al ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA de sus productos.

8.1. Introducción

CLIMAVER® es un conducto autoportante para sistemas de aire acondicionado, ventilación y calefacción que ha sido diseñado para ofrecer una acústica y un rendimiento térmico excelentes. Durante la etapa de construcción permite, en una única operación, que el aislamiento quede completamente integrado en el sistema, ahorrando tiempo y costes de trabajo, que también se optimizan gracias al método del tramo recto. Los paneles CLIMAVER® disponen de un revestimiento exterior exclusivo con marcado de líneas guía que facilita el corte de los conductos rectos

para la obtención de figuras y elimina riesgos de errores en el trazado y desperdicio en obra.

Además, ofrece un alto nivel de estanqueidad, lo que hace que el sistema sea eficiente desde el punto de vista energético, mejorando también el confort de los ocupantes durante la etapa de uso. Para un edificio de oficinas representativo, emplear 1.000m² de conducto autoportante en lugar de conductos metálicos con aislamiento equivale a:



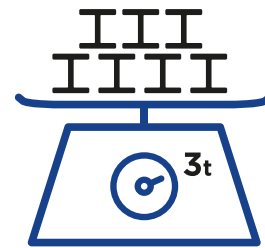
Más de 36 años conduciendo 20 km al día para llegar al trabajo.

Equivalente a 180.000 km recorridos en coche o a 30 T de emisiones de CO₂.



La electricidad consumida por 4.000 habitantes durante 24h.

Equivalente a 215.000 MJ de consumo eléctrico ahorrado en 25 años.



Más de 3 toneladas de acero para instalar, aislar y desmontar al final del ciclo de vida.



ISOVER, como parte del grupo Saint-Gobain, participa activamente en la creación de nuevos y más exigentes estándares de calidad que avalan el compromiso medioambiental y van más allá del requerimiento normativo. Logrando soluciones que ofrecen comportamientos excelentes y que son fuente de la innovación y la mejora continua que se impone en el grupo.

La investigación y la innovación dentro del ámbito de la edificación sostenible forma parte de la estrategia del grupo Saint-Gobain.

Nota: el edificio objeto de estudio está situado en Valencia (España) considerando una vida útil de 50 años. Las conclusiones son similares si se compara un conducto autoportante respecto a un conducto metálico aislado por el interior

8.2. Sistemas de certificación ambiental de edificios Leed, Breeam, Verde y Well.

Un edificio diseñado, construido o rehabilitado de forma sostenible contribuirá en cada una de las etapas de su ciclo de vida en la mejora del confort y bienestar, minimizará el consumo de recursos naturales, incluida la energía, reducirá el impacto ambiental y mejorará la viabilidad financiera del proyecto.

Los sistemas de certificación de edificios como LEED, BREEAM, VERDE o WELL se caracterizan por proporcionar una sistemática para la evaluación del comportamiento ambiental de los edificios valorando el impacto de los mismos en distintas categorías, y en todos ellos, los sistemas de climatización adquieren un papel fundamental.

Aunque el proceso de certificación es similar en dichos esquemas, analizaremos, a lo largo de este capítulo, uno a uno la contribución de las redes de conductos de un sistema de climatización en cada uno de ellos.



Construir edificios sostenibles permite capitalizar la inversión en sostenibilidad y convertirse en un referente que promueve los valores de respeto al medioambiente.

8.2.1. LEED V4.1 BD+C

LEED, es un sistema de evaluación y estándar internacional desarrollado por el Consejo de Edificación Sostenible de Estados Unidos (U.S. Green Building Council, USGBC) para fomentar el desarrollo de edificaciones basadas en criterios sostenibles y de alta eficiencia.

La Certificación LEED, Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (Leadership in Energy and Environmental Design), se caracteriza por proporcionar una evaluación de la sostenibilidad de los edificios valorando su impacto en 6 categorías principales: Localización y Transporte (LT), Parcelas Sostenibles (PS), Eficiencia en Agua (EA), Energía y Atmósfera (EyA), Materiales y Recursos (MR) y Calidad Ambiental Interior (CAI). Una categoría adicional, Innovación (IN), atiende la pericia de la construcción sostenible, así como las medidas de diseño que no están cubiertas

dentro de las seis categorías ambientales anteriores. Los créditos de Prioridad Regional (PR) son otra categoría adicional de LEED que reconoce con ellos la importancia de establecer estrategias que aborden problemas ambientales de una región específica, pudiendo obtener así “puntos adicionales”.

LEED no certifica un producto específico, sino un edificio en su conjunto. El uso de los productos de aislamiento para conductos de climatización contribuye en más de 10 créditos, pudiendo optar a la obtención de hasta 41 puntos en el proyecto LEED BD+C: Nueva Construcción.



LEED V4.1 CATEGORÍA	CONTRIBUCIÓN DE LAS SOLUCIONES CLIMAVER®	CONTRIBUCIÓN DE LAS SOLUCIONES CLIMAVER® A LOS CRÉDITOS LEED V4.1	MÁXIMO PUNTOS POSIBLES POR CATEGORÍA
PROCESO INTEGRADOR	○	PI Proceso integrador.	1
ENERGÍA Y ATMÓSFERA	●	EA Optimización del rendimiento energético (18). EA Rendimiento energético mínimo (req.).	18
MATERIALES Y RECURSOS	●	MR Reducción del impacto del ciclo de vida de los edificios (5). MR Declaraciones ambientales de productos (1). MR Origen de las materias primas (2). MR Ingredientes de los materiales (1). MR Gestión de residuos de construcción y demolición (2).	11
CALIDAD AMBIENTAL EN INTERIORES	●	CA Materiales de bajas emisiones (3). CA Confort térmico (1). CA Rendimiento acústico (1). CA Rendimiento acústico mínimo (req. escuelas). CA Análisis de la calidad del aire interior (1).	6
INNOVACIÓN	○	IN Innovación (5).	5
TOTAL			Hasta 41

● Contribución mayor. ○ Contribución menor.

Nuestra contribución y la documentación disponible para nuestros productos

	HASTA		CONTRIBUCIONES	DOCUMENTACIÓN, SERVICIOS
Proceso integrador	1 punto	<input type="radio"/>	Los objetos y dibujos BIM de nuestros productos pueden ayudar en el desarrollo de modelos para evaluar el consumo de energía, los valores de aislamiento y los rangos de comodidad térmica, así como para anticipar operaciones y el mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> Biblioteca de objetos BIM de Saint-Gobain disponible para 28 países. https://www.isover-technical-insulation.com/documentation https://www.bimobject.com/en/isover-es
ENERGÍA Y ATMÓSFERA				
Optimización del rendimiento energético	18 puntos	<input checked="" type="radio"/>	La gama de conductos CLIMAVER®, ofrece la mejor combinación de eficiencia energética, confort térmico, acústico y seguridad. Facilitamos el modelado energético a través de los archivos disponibles de Building Information Modeling (BIM).	<p>Opción 1: Ensayos de estanqueidad, cálculos del valor U, objetos BIM de ayuda para la modelización disponibles.</p> <p>Opción 2: Aplicar y documentar el cumplimiento de las recomendaciones aplicables.</p>
Rendimiento energético mínimo	Requerido	<input type="radio"/>	La gama CLIMAVER® contribuye al ahorro energético mediante la reducción de fugas en los conductos de aire acondicionado. Con los conductos CLIMAVER® es posible alcanzar la clase máxima de estanqueidad.	Herramientas de cálculo térmico: Open BIM ISOVER y Techcalc.
MATERIALES Y RECURSOS				
Reducción del impacto del ciclo de vida de los edificios	5 puntos	<input type="radio"/>	ISOVER está comprometido con la mejora de la huella ambiental y el diseño sostenible de sus productos en cada etapa de su ciclo de vida.	Opción 4: Productos con DAP disponibles para hacer la DAP del edificio Enfoque del ACV.
Declaraciones Ambientales de Producto	1 punto	<input checked="" type="radio"/>	Las DAP de la gama CLIMAVER® están verificadas por una tercera parte independiente y cumplen con las normas internacionales de transparencia absoluta.	<p>Opción 1 y 2:</p> <p>https://www.isover.es/declaraciones-ambientales-de-producto</p> <p>https://www.environdec.com/library</p>
Origen de las materias primas	2 puntos	<input type="radio"/>	Saint-Gobain ISOVER, como parte del grupo Saint-Gobain, ha publicado un informe de responsabilidad social corporativa según el marco GRI, verificado por una tercera parte independiente, dirigido a las buenas prácticas de extracción, y la priorización del uso de materiales sostenibles.	<p>Informe de RSC, según el marco GRI.</p> <ul style="list-style-type: none"> ISO 14001. Declaración de contenido reciclado disponible.
Ingredientes de los materiales	1 punto	<input type="radio"/>	La lana mineral de ISOVER cuenta con la certificación EUCB. Además, se ha inventariado a 100 ppm sus ingredientes químicos y no contiene sustancias prohibidas por la certificación.	Opción 2: Disponible optimización REACH.
Gestión de residuos de construcción y demolición	2 puntos	<input type="radio"/>	Las lanas minerales de ISOVER son materiales 100% reciclables que han sido específicamente diseñados para no generar residuos.	<p>Los residuos en la obra se reducen al máximo.</p> <ul style="list-style-type: none"> Residuos de recortes de lana mineral \leq 5%, pueden devolverse a la fábrica para ser reciclados. Los palés se pueden reciclar al 100%. Los embalajes de cartón pueden reutilizarse, formando una caja en la que depositar el material sobrante, facilitando la separación de residuos, su reciclaje y la eliminación responsable. La caja de cartón es 100% reciclable. Material de embalaje de polietileno: puede separarse en obra y reciclarse por la gestora de residuos, ya que es reciclable 100%.

● Contribución mayor. ○ Contribución menor.

8. Contribución de los conductos de aire a la certificaciones medioambientales

	HASTA		CONTRIBUCIONES	DOCUMENTACIÓN, SERVICIOS
CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR				
Materiales de baja emisión	3 puntos	●	La gama CLIMAVER® cuenta con productos ensayados bajo los estándares internacionales más exigentes en cuanto a calidad del aire.	Opción 1: Declaración de emisiones. Opción 2: Método de cálculo de presupuesto necesario.
Rendimiento acústico	1 puntos	●	ISOVER está permanentemente comprometido con la investigación y el desarrollo para mejorar el rendimiento acústico preservando el confort térmico.	La gama CLIMAVER® ofrece soluciones integrales que minimizan el ruido transmitido en las instalaciones de HVAC.
Rendimiento acústico mínimo	Requerido	●	Saint-Gobain Isover, líder en aislamiento sostenible, puede contribuir a mejorar el diseño acústico aportando sus soluciones de aislamiento para diferentes aplicaciones, como conductos de HVAC.	Proporcionar el coeficiente de global de absorción acústica. Cálculo mediante ClimCalc Acoustic.
Confort térmico	1 punto	●	Los productos de aislamiento fabricados por Saint-Gobain Isover, son materiales con una mínima conductividad térmica, lo que garantiza una comodidad térmica de calidad. Nuestras soluciones proporcionan un rendimiento térmico y acústico eficiente en el mercado de HVAC.	Opción 1: <ul style="list-style-type: none"> Ficha de datos del producto para la conductividad térmica según las diferentes temperaturas. Pruebas de estanqueidad para CLIMAVER® Cálculo del valor U y análisis del riesgo de condensación . Opción 2: <ul style="list-style-type: none"> Ficha de datos del producto para la conductividad térmica según las diferentes temperaturas. Pruebas de estanqueidad para CLIMAVER®. Cálculos del valor U y análisis del riesgo de condensación.
INNOVACIÓN				
Innovación	5 puntos	○	La investigación y la innovación en el ámbito de la construcción ecológica son el núcleo de la estrategia de ISOVER como parte del grupo Saint-Gobain. Nuestros esfuerzos se centran tanto en las innovaciones de vanguardia como en las mejoras continuas. Nuestras sólidas competencias en física de la construcción (térmica, acústica, estanqueidad, gestión de la humedad, calidad del aire, comportamiento ante el fuego) ayudan a diseñar nuevos sistemas y nuevas soluciones, más fáciles de instalar y que ofrecen mejores prestaciones. Los sistemas de conductos CLIMAVER® son rápidos y fáciles de instalar, sustituyen perfectamente a los conductos metálicos convencionales y proporcionan un excelente rendimiento térmico, ignífugo, acústico y de calidad del aire.	Eco-innovación.

● Contribución mayor. ○ Contribución menor.



8.2.2. BREEAM ES Nueva construcción 2015 y vivienda 2020

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) es un método de evaluación y certificación de la sostenibilidad de la edificación, desarrollado por la BRE (Building Research Establishment) en Reino Unido.

BREEAM analiza una serie de créditos estándar que se reparten en 9 categorías: Gestión (GST), Salud y Bienestar (SyB), Energía (ENE), Transporte (TRA), Agua (AG), Materiales (MAT), Residuos (RSD), Uso del suelo y ecología (USE), y Contaminación (CONT). Existe una categoría adi-

cional, Innovación, que tiene en cuenta los niveles ejemplares de los requisitos del resto de categorías, así como las innovaciones aprobadas por BREEAM.

BREEAM no certifica un producto específico, sino un edificio en su conjunto. El uso de los productos de aislamiento para conductos de climatización contribuye en más de 10 créditos, pudiendo optar a la obtención de hasta 44 puntos en el proyecto BREEAM Nueva Construcción y hasta 55 en el de vivienda.



BREEAM CATEGORÍA	CONTRIBUCIÓN DE LAS SOLUCIONES DE AISLAMIENTO	CONTRIBUCIÓN DE LAS SOLUCIONES DE AISLAMIENTO A LOS CRÉDITOS BREEAM	MÁXIMO CRÉDITOS POSIBLES POR CATEGORÍA
GESTIÓN	○	GST 03 Impactos en las zonas de obras (1) (NC) GST 03 Prácticas de construcción responsable (1) (VIV)	1
SALUD Y BIENESTAR	●	SyB 02 Calidad del aire interior (4-5) SyB 04 Confort térmico (2-3) SyB 05 Eficiencia acústica (2-4)	8-12
ENERGÍA	●	ENE 01 Eficiencia energética (15) ENE 04 Diseño bajo en carbono (3) (VIV)	15-18
MATERIALES	●	MAT 01 Impacto del ciclo de vida (6) MAT 03 Abastecimiento responsable de productos de construcción (VIV) (4) MAT 04 Aislamiento (1) (NC) MAT 06 Eficiencia de los materiales (VIV) (1)	7-11
RESIDUOS	●	RSD 01 Gestión de residuos de la construcción (3)	3
INNOVACIÓN	○	INN 01 Innovación (10)	10
TOTAL			Hasta 44-55

● Contribución mayor. ○ Contribución menor.

Nuestra contribución y la documentación disponible para nuestros productos

	HASTA		CONTRIBUCIONES	DOCUMENTACIÓN, SERVICIOS
GESTIÓN				
Impactos en las zonas de obras	1 punto	○	Los palets utilizados para el transporte de los paneles CLIMAVER® provienen de madera certificada PEFC.	Declaración de proveniencia de la madera ISOVER
SALUD Y BIENESTAR				
Calidad del aire en interiores	3 puntos	●	La gama CLIMAVER® cuenta con productos ensayados bajo los estándares internacionales más exigentes en cuanto a calidad del aire.	Declaración de emisiones.
Confort térmico	2-3 puntos	●	Utilizando técnicas adaptadas de aislamiento y ahorro de energía los aislamientos de ISOVER pueden ahorrar hasta el 80 % del consumo de energía de un edificio para calefacción o refrigeración. Nuestras soluciones proporcionan un rendimiento térmico y acústico eficiente en el mercado de HVAC.	Herramientas de cálculo térmico: Open BIM ISOVER y Techcalc
Eficiencia acústica	2-4 puntos	○	Saint-Gobain Isover, líder en aislamiento sostenible, puede contribuir a mejorar el diseño acústico aportando sus soluciones de aislamiento para diferentes aplicaciones, como conductos de HVAC.	Proporcionar el coeficiente global de absorción acústica. Cálculo mediante ClimCalc Acoustic.

● Contribución mayor. ○ Contribución menor.

8. Contribución de los conductos de aire a la certificaciones medioambientales

	HASTA		CONTRIBUCIONES	DOCUMENTACIÓN, SERVICIOS
ENERGÍA				
Eficiencia energética	15 puntos	○	Los productos de aislamiento fabricados por Saint-Gobain Isover, son materiales con una mínima conductividad térmica, lo que garantiza una comodidad térmica de calidad. Nuestras soluciones proporcionan un rendimiento térmico y acústico eficiente en el mercado de HVAC.	Ficha de datos del producto para la conductividad térmica según las diferentes temperaturas. <ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de estanqueidad para CLIMAVER® • Cálculo del valor U y análisis del riesgo de condensación
Diseño bajo en carbono	3 puntos	○	Saint-Gobain Isover contribuye eficazmente a reducir el consumo de energía de los edificios y las emisiones de carbono asociadas, proporcionando soluciones de aislamiento HVAC como la Gama CLIMAVER®.	---
MATERIALES				
Impacto del ciclo de vida	6 puntos	●	Las DAP de la gama CLIMAVER® están verificadas por una tercera parte independiente y cumplen con las normas internacionales de transparencia absoluta.	https://www.isover.es/declaraciones-ambientales-de-producto https://www.environdec.com/library
Abastecimiento responsable de productos de construcción	4 puntos	●	ISOVER ha certificado su proceso clave, la fabricación de lana mineral, bajo la ISO14001 en su centro Industrial situado en Azuqueca de Henares, Guadalajara. Los palets utilizados para el transporte de los paneles CLIMAVER® provienen de madera certificada PEFC e ISOVER declara la procedencia de sus materias primas.	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de RSC, según el marco GRI. • ISO 14001. • Procedencia de la madera.
Aislamiento	1 punto	●	ISOVER ha certificado su proceso clave, la fabricación de lana mineral, bajo la ISO14001 en su centro Industrial situado en Azuqueca de Henares, Guadalajara. Los palets utilizados para el transporte de los paneles CLIMAVER® provienen de madera certificada PEFC e ISOVER declara la procedencia de sus materias primas.	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de RSC, según el marco GRI. • ISO 14001. • Procedencia de la madera.
Eficiencia de los materiales	1 punto	○	Los conductos CLIMAVER® integran el aislamiento, ahorrando tiempo y costes de trabajo, que también se optimizan gracias al método del tramo recto. Los paneles CLIMAVER® permiten reducir la generación de residuos durante la fase de construcción. La vida útil de las soluciones CLIMAVER® es igual o más larga (sin necesidad de mantenimiento y posibilidad de reutilizarlo después de cambiar los sistemas HVAC).	Las DAP proporcionan información sobre los impactos asociados a todo el ciclo de vida del producto.
RESIDUOS				
Gestión de residuos de la construcción	3 puntos		Las lanas minerales de ISOVER son materiales 100% reciclables que han sido específicamente diseñadas para no generar residuos.	Los residuos en la obra se reducen al máximo. <ul style="list-style-type: none"> • Residuos de recortes de lana mineral \leq 5%, pueden devolverse a la fábrica para ser reciclados. • Los palés se pueden reciclar al 100%. • Los embalajes de cartón pueden reutilizarse, formando una caja en la que depositar el material sobrante, facilitando la separación de residuos, su reciclaje y la eliminación responsable. • La caja de cartón es 100% reciclable. • Material de embalaje de polietileno: puede separarse en obra y reciclarse por la gestora de residuos, ya que es reciclable 100%.
INNOVACIÓN				
Innovación	10 puntos	○	La investigación y la innovación en el ámbito de la construcción ecológica son el núcleo de la estrategia de ISOVER como parte del grupo Saint-Gobain. Nuestros esfuerzos se centran tanto en las innovaciones de vanguardia como en las mejoras continuas. Nuestras sólidas competencias en física de la construcción (térmica, acústica, estanqueidad, gestión de la humedad, calidad del aire, comportamiento ante el fuego) ayudan a diseñar nuevos sistemas y nuevas soluciones, más fáciles de instalar y que ofrecen mejores prestaciones. Los sistemas de conductos CLIMAVER® son rápidos y fáciles de instalar, sustituyen perfectamente a los conductos metálicos convencionales y proporcionan un excelente rendimiento térmico, ignífugo, acústico y de calidad del aire.	Eco-innovación.

● Contribución mayor. ○ Contribución menor.

8.2.3. WELL V1

El WELL Building Standard (Estándar de Construcción WELL o WELL) es un estándar que se basa en el desempeño y conjuga las mejores prácticas en diseño y construcción con intervenciones en materia de salud y bienestar basadas en pruebas concretas. Es decir, busca en el ambiente construido un vehículo para apoyar la salud, el bienestar y el confort humanos.

La certificación WELL es certificada por el International WELL Building Standard. Mientras que las certificaciones anteriores, LEED, BREEAM y VERDE, se centra en el cumplimiento de unos estándares de sostenibilidad y eficiencia energética, el WELL Building Standard garantiza que el espacio certificado trabaja por la salud y bienestar de los ocupantes.

El Estándar de Construcción WELL está organizado en 7 categorías de bienestar denominadas “conceptos”: aire, agua, alimentación, luz, ejercicio, confort y mente. Cada concepto se compone de múltiples características, destinadas a abordar aspectos específicos de la salud, el

confort y los conocimientos de los ocupantes. Cada característica se divide en partes, que a menudo se ajustan a un tipo específico de edificio. Cada parte tiene uno o más requisitos que determinan los parámetros o las métricas específicas que se deben cumplir.

Las características WELL se clasifican como precondiciones u optimizaciones. Las precondiciones son necesarias para todos los niveles de la certificación WELL o el cumplimiento de núcleo y envolvente WELL; para obtener una certificación o cumplimiento se deberán satisfacer todas las precondiciones correspondientes. Las optimizaciones son características adicionales, cierto porcentaje de las cuales se debe lograr dependiendo del grado de cumplimiento que se busque alcanzar.

A continuación, se muestra la contribución de la gama CLIMAVER® en la obtención de la certificación WELL V1:



WELL CATEGORÍA	CONTRIBUCIÓN DE LAS SOLUCIONES DE AISLAMIENTO	CONTRIBUCIÓN DE LAS SOLUCIONES DE AISLAMIENTO A LOS CRÉDITOS WELL	MÁXIMO CRÉDITOS POSIBLES POR CATEGORÍA
AIRE	●	01 Estándares de calidad del aire. 04 Reducción de COV. 06 Control de microbios y moho. 11 Seguridad básica de los materiales. 12 Manejo de la humedad. 25 Reducción de materiales tóxicos.	En función del tipo de proyecto.
CONFORT	●	75 Ruido generado internamente. 76 Confort térmico.	En función del tipo de proyecto.
INNOVACIÓN	○	101 Características de la innovación.	
TOTAL			-

● Contribución mayor. ○ Contribución menor.



Nuestra contribución y la documentación disponible para nuestros productos

	HASTA		CONTRIBUCIONES	DOCUMENTACIÓN, SERVICIOS
AIRE				
Estándares de calidad del aire	1 característica	●	La gama CLIMAVER® cuenta con productos ensayados bajo los estándares internacionales más exigentes en cuanto a calidad del aire.	Declaración de emisiones.
Reducción de COV	1 característica	●	La gama CLIMAVER® cuenta con productos ensayados bajo los estándares internacionales más exigentes en cuanto a calidad del aire.	Declaración de emisiones.
Control de microbios y moho	1 característica	○	Los conductos CLIMAVER® ofrecen la clase más alta de estanqueidad y han sido sometidos a ensayos que demuestran que no existe crecimiento microbiano en su interior.	Ensayos de estanqueidad para CLIMAVER®.
Seguridad fundamental de los materiales	1 característica	●	La lana mineral de ISOVER se ha inventariado a 100 ppm sus ingredientes químicos y no contiene sustancias prohibidas por la certificación.	Declaración de componentes ISOVER.
Gestión de la humedad	1 característica	●	La gama CLIMAVER® ofrece los más altos niveles de estanqueidad para mantener el aire fresco ayudando a la gestión de la humedad y la estanqueidad. Los aislamientos ISOVER pueden evitar la condensación y los daños en el entorno.	Alta resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento. Ensayos de estanqueidad para CLIMAVER®.
Reducción de materiales tóxicos	1 característica	○	La lana mineral de ISOVER se ha inventariado a 100 ppm sus ingredientes químicos y no contiene sustancias prohibidas por la certificación.	Declaración de componentes ISOVER.
CONFORT				
Ruido generado internamente	1 característica	○	Saint-Gobain Isover, líder en aislamiento sostenible, puede contribuir a mejorar el diseño acústico aportando sus soluciones de aislamiento para diferentes aplicaciones, como conductos de HVAC.	Proporcionar el coeficiente global de absorción acústica. Cálculo mediante ClimCalc Acoustic.
Confort térmico	1 característica	○	Las soluciones CLIMAVER® proporcionan un aislamiento térmico eficiente para cualquier conducto, ya sea para una vivienda, un edificio comercial, una oficina, una escuela, un hospital o un aeropuerto.	Herramientas de cálculo térmico: Open BIM ISOVER y Techcalc.
INNOVACIÓN				
Innovación	1 característica	●	<p>La investigación y la innovación en el ámbito de la construcción ecológica son el núcleo de la estrategia de ISOVER como parte del grupo Saint-Gobain. Nuestros esfuerzos se centran tanto en las innovaciones de vanguardia como en las mejoras continuas. Nuestras sólidas competencias en física de la construcción (térmica, acústica, estanqueidad, gestión de la humedad, calidad del aire, comportamiento ante el fuego) ayudan a diseñar nuevos sistemas y nuevas soluciones, más fáciles de instalar y que ofrecen mejores prestaciones.</p> <p>Los sistemas de conductos CLIMAVER® son rápidos y fáciles de instalar, sustituyen perfectamente a los conductos metálicos convencionales y proporcionan un excelente rendimiento térmico, ignífugo, acústico y de calidad del aire.</p>	Eco-innovación.

● Contribución mayor. ○ Contribución menor.

8.2.4. VERDE 2020

VERDE es una metodología para la evaluación y certificación ambiental de edificios desarrollada por la Asociación GBC España y orientada a la evaluación de edificios a lo largo de todo su ciclo de vida. El Comité Técnico de GBC España ha formulado una serie de criterios y de reglas aceptadas para definir los límites y requisitos necesarios para que un edificio pueda obtener la Certificación GBC España -VERDE.

Los criterios de evaluación están agrupados en 6 categorías: Parcela y Emplazamiento (PyE), Energía y Atmósfera (EyA), Recursos Naturales (RN), Calidad del Ambiente Interior (CAI), Aspectos sociales y económicos (ASE) y Concepto de calidad (CC). Innovación (IN) es otra categoría adicional considerada por la certificación VERDE.

Cada categoría anterior se divide en criterios los cuales se asocian con uno o más impactos evaluados en VERDE. Estos impactos abarcan las tres dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, social y económica) y están definidos según las normas UNE-EN 15643, donde se detallan los indicadores cualitativos y cuantitativos necesarios para determinar los impactos y aspectos de un edificio y su parcela, de manera que se facilita al cliente, al usuario y al arquitecto la toma de decisiones, así como la selección de alternativas que ayuden a considerar la necesaria sostenibilidad de los edificios.

A continuación se muestran las aportaciones que CLIMAVER® puede hacer a la certificación, estos porcentajes pueden variar en función de los requisitos aplicables en cada proyecto.



VERDE CATEGORÍA	CONTRIBUCIÓN DE LAS SOLUCIONES DE AISLAMIENTO	CONTRIBUCIÓN DE LAS SOLUCIONES DE AISLAMIENTO A LOS CRÉDITOS BREEAM	MÁXIMO CRÉDITOS POSIBLES POR CATEGORÍA
ENERGÍA Y ATMÓSFERA	○	EyA 01: Consumo de energía primaria (7,54%).	7,54%
RECURSOS NATURALES	●	RN 05: Uso de materiales reciclados (1,81%). RN 06: Elección responsable de materiales (1,88%). RN 07: Uso de materiales de producción local (1,97%). RN 08: El edificio como banco de materiales (2,16%). RN 09: Gestión de los residuos de construcción (1,57%). RN 11: Impacto de los materiales de construcción (5,49%). RN 12: Ecoetiquetado del producto (2,00%).	16,88%
AMBIENTE INTERIOR	○	AI 05: Protección frente al ruido (1,86%).	1,86%
TOTAL			26,28 %

● Contribución mayor. ○ Contribución menor.

	HASTA	CONTRIBUCIONES	DOCUMENTACIÓN, SERVICIOS
ENERGÍA Y ATMÓSFERA			
Consumo de energía primaria	7,54%	○ La gama CLIMAVER® contribuye al ahorro energético mediante la reducción de fugas en los conductos de aire acondicionado. Con los conductos CLIMAVER® es posible alcanzar la clase máxima de estanqueidad.	Ensayos de estanqueidad, cálculos del valor U, objetos BIM de ayuda para la modelización disponibles. Herramientas de cálculo térmico: Open BIM ISOVER y Techcalc.

● Contribución mayor. ○ Contribución menor.

Nuestra contribución y la documentación disponible para nuestros productos

	HASTA		CONTRIBUCIONES	DOCUMENTACIÓN, SERVICIOS
RECURSOS NATURALES				
Uso de materiales reciclados	1,81%	●	La gama CLIMAVER® tiene declarado todo el contenido de materiales reciclados (pre-consumo y post-consumo).	Certificado de material reciclado según ISO 14021.
Elección responsable de materiales	1,88%	●	Saint-Gobain Isover, como parte del grupo Saint-Gobain, ha publicado un informe de responsabilidad social corporativa según el marco GRI, verificado por una tercera parte independiente, dirigido a las buenas prácticas de extracción, y la priorización del uso de materiales sostenibles. Además, los palets utilizados para el transporte de los paneles CLIMAVER® provienen de madera certificada PEFC e ISOVER declara la procedencia de sus materias primas.	informe de RSC, según el marco GRI. • Procedencia de la madera.
Uso de materiales de producción local	1,97%	●	ISOVER especifica el lugar de producción de todos sus productos, lo cual facilita la selección de los productos locales en la fase de proyecto	Declaración de localización del centro de producción.
El edificio como banco de materiales	2,16%	○	Los productos de aislamiento para climatización ISOVER son reutilizables y reciclables, pudiendo contribuir al cumplimiento del criterio. Dichos productos están compuestos de materiales inertes, pudiendo ser reutilizados siempre y cuando los paneles mantengan su estructura original.	Declaración "Reciclado y Reutilización.
Gestión de los residuos de construcción	1,57%	○	Las lanas minerales de ISOVER son materiales 100% reciclables que han sido específicamente diseñados para no generar residuos. Los conductos CLIMAVER® integran el aislamiento, ahorrando tiempo y costes de trabajo, que también se optimizan gracias al método del tramo recto. Los paneles CLIMAVER® permiten reducir la generación de residuos durante la fase de construcción.	Los residuos en la obra se reducen al máximo. • Residuos de recortes de lana mineral $\leq 5\%$, pueden devolverse a la fábrica para ser reciclados. • Los palés se pueden reciclar al 100%. • Los embalajes de cartón pueden reutilizarse, formando una caja en la que depositar el material sobrante, facilitando la separación de residuos, su reciclaje y la eliminación responsable. La caja de cartón es 100% reciclable. • Material de embalaje de polietileno: puede separarse en obra y reciclarse por la gestora de residuos, ya que es reciclable 100%.
Impacto de los materiales de construcción	5,49%	○	ISOVER está comprometido con la mejora de la huella ambiental y el diseño sostenible de sus productos en cada etapa de su ciclo de vida.	DAPS disponibles. https://www.isover.es/declaraciones-ambientales-de-producto https://www.environdec.com/library
Ecoetiquetado del producto	2,00%	●	CLIMAVER® contribuye al cumplimiento de este criterio mediante las DAPs de todos sus productos para Climatización, verificadas por una tercera parte independiente, cumpliendo con la ISO 14025 y EN 15804.	DAPS disponibles. https://www.isover.es/declaraciones-ambientales-de-producto https://www.environdec.com/library
AMBIENTE INTERIOR				
Innovación	1 característica	●	La investigación y la innovación en el ámbito de la construcción ecológica son el núcleo de la estrategia de ISOVER como parte del grupo Saint-Gobain. Nuestros esfuerzos se centran tanto en las innovaciones de vanguardia como en las mejoras continuas. Nuestras sólidas competencias en física de la construcción (térmica, acústica, estanqueidad, gestión de la humedad, calidad del aire, comportamiento ante el fuego) ayudan a diseñar nuevos sistemas y nuevas soluciones, más fáciles de instalar y que ofrecen mejores prestaciones. Los sistemas de conductos CLIMAVER® son rápidos y fáciles de instalar, sustituyen perfectamente a los conductos metálicos convencionales y proporcionan un excelente rendimiento térmico, ignífugo, acústico y de calidad del aire.	Eco-innovación.

● Contribución mayor. ○ Contribución menor.

9. Los Conductos de Climatización: comparativa técnico-económica



La selección adecuada de los materiales con los que construir los conductos para una red de distribución, presenta aspectos diferenciados:

- Aspectos técnicos, por los cuales se deben utilizar sólo aquellos materiales contrastados que sean capaces de cumplir las funciones previstas, y que conduzcan el aire en condiciones idóneas hasta los puntos de difusión.
- Aspectos económicos, tanto desde el punto de vista de la inversión necesaria en materiales a instalar y en su propia instalación, como en los costes de funcionamiento asociados a las características de la red.

Este último aspecto económico, adquiere cada día más relevancia para el usuario de la instalación, ya que ésta debe considerarse como una inversión productiva, y como tal, el usuario tiene derecho a que la instalación se realice con criterios económicos,

que contemplen tanto la inversión como los costes de funcionamiento. A esto hemos de añadir el encarecimiento progresivo de la energía eléctrica y la necesidad para el medioambiente de minimizar su consumo.

El objetivo final de una instalación de climatización no es otro que alcanzar unos estándares suficientes de confort ambiental para los usuarios del edificio.

En este sentido, las condiciones físico-químicas del aire son importantes (temperatura, humedad relativa, pureza del aire, etc.), pero no debe olvidarse el aspecto del ruido, ya que toda la red de conductos es una vía transmisora de este contaminante ambiental.

El estudio que se presenta a continuación, tratará de dar respuesta a estos problemas, considerando las soluciones más adecuadas con respecto a los materiales que componen los conductos.

9.1. Bases del estudio

Al final del siglo pasado, los técnicos estadounidenses observaron que existían frecuentes diferencias entre los cálculos teóricos del consumo energético de los proyectos y los resultados reales de las instalaciones, para mantener un grado de confort determinado.

Estas diferencias se traducían habitualmente en un consumo energético más elevado que el previsto. Una investigación sobre más de 1000 edificios en Estados Unidos, demostró desvíos de entre un 10% y un 12% en los consumos, estableciéndose que, en gran medida, el origen del problema estaba en los conductos, a causa de las filtraciones de aire y la ausencia de aislamiento térmico en los mismos.

En 1990, la asociación TIMA (Thermal Insulation Manufacturers Association) presentó los resultados de un estudio con el fin de determinar, por un método comparativo y exacto, cuáles eran las pérdidas en conductos geométricamente iguales y trabajando en las mismas condiciones, aplicado a los distintos tipos de materiales utilizados en Estados Unidos. Estos estudios fueron confirmados posteriormente, por NAIMA (North American Insulation Manufacturers Association).

De esta manera, se establecieron las pérdidas energéticas por filtración de aire y de transmisión de calor, en función de los materiales, tipos de montaje y grados de aislamiento térmico.

9.2. Estudio técnico-económico para España

Basado en las condiciones anteriores y en los datos de estudios realizados, se ha realizado una adaptación para el mercado español.

Se han considerado:

- Conductos de igual geometría: sección rectangular de 900x450 mm y longitud total de 15 m.

- Presión de diseño: 250 Pa.
- Velocidad del aire: 6 m/s.
- Diferencia de temperatura entre el aire tratado y el aire ambiente: 13,7 °C (ciclo de verano).

9.3. Materiales considerados

Son los siguientes:

- Conducto de chapa galvanizada, sin sellado de juntas (sin juntas tipo “metu”).
- Conducto de chapa galvanizada, sin sellado de juntas, recubierto interiormente por un producto de Lana de Vidrio termo-acústico, de 25 mm de espesor (nombre comercial: **CLIMLINER Roll G1**).
- Conducto de chapa galvanizada, sin sellado de juntas, aislado exteriormente por un producto de Lana de Vidrio termo-acústico de 50 mm de espesor (nombre comercial: **IBER COVER**).
- Conducto autoportante de Lana de Vidrio termo-acústico de 25 mm de espesor, revestido por ambas caras con un complejo de aluminio visto, sellado exteriormente con una banda de aluminio autoadhesiva (nombre comercial: **CLIMAVER PLUS® R**).
- Conducto autoportante de Lana de Vidrio termo-acústico de 25 mm de espesor, revestido en su cara interior con un tejido de vidrio de color negro de alta resistencia mecánica y en su cara exterior con un complejo de alumi-

nio visto, sellado exteriormente con una banda de aluminio autoadhesiva (nombre comercial: **CLIMAVER neto®**).

- Conducto autoportante de Lana de Vidrio termo-acústico de 40 mm de espesor, revestido en su cara interior con un tejido de vidrio de alta resistencia mecánica de color negro y en su cara exterior con un complejo de aluminio visto, sellado exteriormente con una banda de aluminio autoadhesiva (nombre comercial: **CLIMAVER® APTA**).



9.4. Pérdidas en las Instalaciones

En el cuadro I, se encuentran representados los resultados de las pérdidas para cada una de las instalaciones descritas, tanto las filtraciones como las pérdidas térmicas por las paredes del conducto, en función del aislamiento térmico existente.

		Metal sin sellar	Metal sin sellar con CLIMLINER Roll G1	Metal sin sellar con IBER COVER	CLIMAVER neto® o PLUS® R	CLIMAVER® APTA
Filtraciones total instalación	m ³ /h	365	365	365	46	46
U (transmitancia térmica)	W/m ² °C	3,60	1,25	1,16	1,10	0,72
Pérdida por diferencia de temperatura	kWh/m ²	0,60	0,21	0,19	0,18	0,12
Pérdidas por filtraciones	kWh/m ²	0,51	0,51	0,50	0,06	0,06
Pérdidas totales	kWh/m ²	1,12	0,72	0,69	0,25	0,18

Cuadro I. Pérdidas térmicas por diferencia de temperatura y por filtración.

Para la velocidad de aire prevista (6 m/s) y el tipo de material de conducto resultan los coeficientes U (W/m²·K) de transmitancia térmica, indicados en el cuadro I.



9.5. Valoraciones Económicas

En el cuadro II podemos ver la comparativa económica de las inversiones que representarían las instalaciones de conductos como las indicadas, con el sobrecoste de funcionamiento que suponen las pérdidas calculadas y el periodo de payback.

Este método de cálculo es válido, siempre y cuando se actualicen los valores económicos en el tiempo y se tenga en cuenta la zona geográfica a estudiar.

Sobre los datos que aparecen en el cuadro II, debemos añadir lo siguiente:

- **Inversiones.**
Cada una de las cantidades se ha obtenido como promedio de varios datos de mercado real, para instalaciones de entre 500 y 1000 m² de conductos.
- **Costes por pérdidas.**
Para establecer un precio real del kWh, se han estudiado dos valores extremos: un gran edificio climatizado, de más de 16000 m² de superficie de oficinas y un estudio de 325 m².
En ambos casos se ha obtenido el precio real medio del Kwh consumido, según facturas pagadas por el usuario durante un año, resultado un promedio de 0,18 €/kWh, que es el valor aplicado.
El rendimiento energético del sistema, COP, se ha estimado en 2,5. En este sentido, se han reducido los consumos energéticos procedentes del cuadro I.
- **Payback.**
Como base de comparación del estudio americano, se toma, de entre todos los tipos de conductos que se utilizan, el conducto de chapa metálica desnudo y sin sellado de juntas. También en el presente estudio, tomaremos como base el conducto de chapa desnudo y sin sellado de juntas. Así, el payback obtenido, equivale a las horas de funcionamiento que deben transcurrir para que se compense, por menor sobrecoste de funcionamiento, el mayor coste de inversión de otros sistemas de conductos.

La particularidad del mercado español consiste en que los conductos CLIMAVER[®], son de menor coste de instalación que el de chapa metálica de referencia, además de tener un sobrecoste de funcionamiento más bajo que éste. Todo ello supone un payback menor que cero, o lo que es lo mismo, es la instalación más barata de inversión y con más bajo sobrecoste de funcionamiento.

Es interesante precisar que, en comparación con el conducto de chapa metálica, cualquier otra instalación tiene un sobrecoste de funcionamiento más bajo, por lo que una vez alcanzado el payback, se tendrá siempre un ahorro proporcional al tiempo de funcionamiento.

Las conclusiones de este estudio son claras:

- CLIMAVER[®] es un sistema de conductos con menor coste de instalación y de mantenimiento que cualquiera de los sistemas basados en conductos de chapa.
- Los sistemas basados en conductos de chapa aislada necesitan periodos elevados de funcionamiento para compensar la inversión inicial. En cualquier caso, conllevan costes de funcionamiento mayores que los sistemas de conductos CLIMAVER[®].



		Metal sin sellar	Metal sin sellar con CLIMLINER Roll GI	Metal sin sellar con IBER COVER	CLIMAVER [®]
Coste instalación conductos	€	729	1215	931	688,5
Sobrecoste funcionamiento	€/día	8,14	5,26	5,04	1,81
Payback (día)		base	59,40	24,88	-
Payback (horas)		base	3583,2	1493,03	-

9.6. Reducción del ruido

Los conductos de climatización representan una vía de transmisión de dos tipos de ruido:

- Los propios de la instalación, a causa de elementos en movimiento (unidades de tratamiento de aire, ventiladores, flujo de aire en los conductos, etc.).
- Los de “transmisión cruzada”, producidos en un local y transmitidos a otros adyacentes por el sistema de conductos.

El material del conducto juega un papel esencial en la atenuación acústica de los ruidos, ya que está asociado al coeficiente de absorción acústica del conducto.

Por tanto, para la geometría de conductos que se estudia, las atenuaciones acústicas específicas por unidad de longitud (dB/m), están representadas en el cuadro II para cada material, para un conducto de 500 x 400 mm.

TIPO	Atenuación acústica (dB/m)					
	F (Hz)	125	250	500	1000	2000
Metálico		0,07	0,07	0,19	0,19	0,1
Metálico + CLIMLINER Roll G1 (25 mm)		0,14	1,35	5,73	8,10	8,15
Metálico + IBER COVER (50 mm)		0,14	0,14	0,38	0,38	0,2
CLIMAVER PLUS® R		0,99	0,73	0,99	4,62	3,58
CLIMAVER neto®		2,17	5,17	6,31	7,52	8,15
CLIMAVER® APTA		2,62	5,73	7,52	7,52	8,15

Cuadro II.

Nota: Los valores de α correspondientes al producto CLIMAVER®, superan el valor de “1” para algunas frecuencias, en los resultados de ensayo en laboratorios oficiales. No obstante, en la aplicación práctica se toma el valor de “1” como valor máximo de cálculo.

Resumen

Por todo lo expuesto en este capítulo, puede afirmarse que, en el aspecto técnico, los conductos de Lana de Vidrio CLIMAVER PLUS® R, CLIMAVER neto® y CLIMAVER® APTA poseen las mayores ventajas, por sus menores pérdidas energéticas por filtraciones y transmisiones de calor, por su menor coste de instalación y por aportar las mejores propiedades en cuanto a atenuación acústica para la reducción del ruido.

En el cuadro podemos ver que los conductos metálicos desnudos no tienen prácticamente atenuación acústica. Esta aumenta claramente cuando existe un revestimiento interior de Lana de Vidrio (por ejemplo, con CLIMLINER Roll G1).

Para alcanzar valores importantes de atenuación acústica, debemos instalar conductos de la gama CLIMAVER®. En este estudio se presentan dos productos de la gama con excelentes propiedades acústicas: CLIMAVER neto® y, especialmente, CLIMAVER® APTA, ya que bastan solo unos pocos metros de este conducto para apreciar la atenuación.



Nota: si utilizamos el sistema CLIMAVER metal® con conductos CLIMAVER®, las características técnicas de los conductos tendrán una calidad técnica de aislamiento térmico y acústico similar a la mencionada. En cuanto a la valoración económica, deberemos añadir al coste de montaje del conducto CLIMAVER®, el coste de los perfiles Perfiver H y la mano de obra de su montaje.

10. Instalación de conductos CLIMAVER[®]





Los paneles de Lana de Vidrio para la realización de conductos fueron desarrollados en EE.UU. hace más de 40 años y, desde entonces, se fabrican en países por todo el mundo.

Saint Gobain Isover Ibérica. División Aislamiento, productor de Lana de Vidrio y de Lana de Roca, fabrica este tipo de paneles desde el año 1967 bajo la marca comercial CLIMAVER®. Las características de resistencia, flexibilidad, cohesión y ligereza de la Lana de Vidrio Isover, la califican como material idóneo para estos paneles de alta densidad.

Los paneles canteados de Lana de Vidrio

CLIMAVER PLUS® R,
CLIMAVER neto®,
CLIMAVER® A2 PLUS,
CLIMAVER® A2 neto,
CLIMAVER® APTA,
CLIMAVER® A2 APTA,
CLIMAVER® A1 APTA,
CLIMAVER® A2 deco
y CLIMAVER® STAR

acreditados con la Marca "N" de AENOR, se fabrican en el Centro de Producción de Lana de Vidrio y de Roca de Azuqueca de Henares, poseedor del Certificado de Registro de Empresa "ER" de AENOR.

10.1. Características de los conductos CLIMAVER®

10.1.1. Descripción

Paneles rígidos de Lana de Vidrio aglomerada con resinas termoendurecibles. Una de sus caras, la que constituirá la superficie externa del conducto, está recubierta de un revestimiento que actúa de barrera de vapor y proporciona la estanqueidad al conducto. La otra cara, la interior del conducto, puede aparecer con revestimiento de aluminio o con tejido neto.

10.1.2. Aplicaciones

Construcción de conductos para la distribución de aire en instalaciones de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

Los productos CLIMAVER® se diferencian por sus propiedades técnicas como el aislamiento térmico o la absorción acústica, ofreciendo una amplia gama de soluciones.

Dimensiones del panel		
Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (m)
3/2.4	1,19	25/40/50

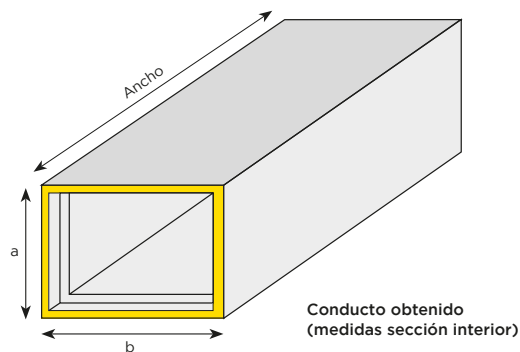
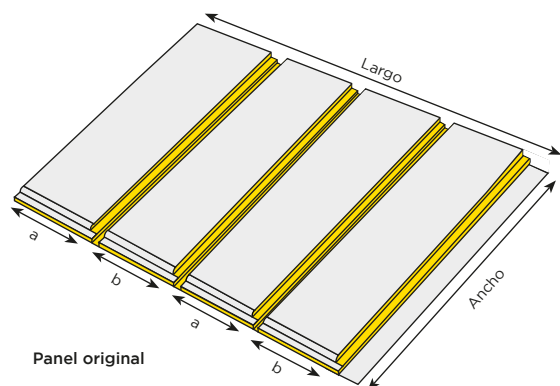
En los paneles CLIMAVER PLUS® R y CLIMAVER® A2 PLUS el canto macho dispone de un rebordeado interior, que se consigue prolongando el revestimiento de aluminio del panel y adaptándolo a la forma del borde del canto.

En CLIMAVER neto®, A2 neto, APTA, A2 APTA, A1 APTA y STAR se protege el canto macho del panel, igualmente.

Producto	Aislamiento térmico	Absorción acústica	Comportamiento al fuego	Limpieza ⁽¹⁾	Velocidad ⁽¹⁾	Rapidez de montaje	Estética	Apto para exteriores
CLIMAVER PLUS® R	**	*	**	***	***	**		
CLIMAVER neto®	**	**	**	***	**	**		
CLIMAVER® A2 PLUS	**	*	***	***	***	**		
CLIMAVER® A2 neto	**	**	***	***	**	**		
CLIMAVER® A2 deco	**	***	***	***	**	**	***	
CLIMAVER® APTA	***	***	**	***	**	**		
CLIMAVER® A2 APTA	***	***	***	***	**	**		
CLIMAVER® A1 APTA	***	***	****	***	**	**		
CLIMAVER® STAR	***	***	**	***	**	**	**	***
CLIMAVER® A2 APTA	***	***	***	***	**	**		

⁽¹⁾ Con el sistema CLIMAVER METAL®, se mejora aún más la resistencia a las limpiezas y la velocidad.

* Buen comportamiento. ** Muy buen comportamiento. *** Excelente comportamiento. **** Comportamiento superior.



10.1.3. Los conductos CLIMAVER® y la revisión del RITE

10.1.3.1. Exigencia de bienestar e higiene

- Los conductos CLIMAVER® contribuyen a mejorar el confort acústico en una instalación, debido a sus elevados coeficientes de absorción acústica, CLIMAVER® neto y CLIMAVER® APTA son los más claros ejemplos de esta mejora, con atenuaciones acústicas significativas por metro lineal de conducto.
- Asimismo, los conductos CLIMAVER® son limpiables por los métodos más agresivos de limpieza por cepillado, como certifica AELSA (Asociación Española de Limpieza de Instalaciones de Aire).
- Para elevadas exigencias de limpieza, ISOVER ha desarrollado el Sistema CLIMAVER METAL®, que combina los perfiles PERFIVER con cualquier panel CLIMAVER®.

10.1.3.2. Exigencia de eficiencia energética

- La Lana de Vidrio que conforma los paneles CLIMAVER® aporta un elevado aislamiento térmico, por lo que los consumos energéticos en la instalación se reducen, mejorando su eficiencia energética.
- Los conductos CLIMAVER® cumplen con los requisitos del RITE para aislamiento mínimo en conducciones de aire en el interior de edificios. Para conducciones de conductos metálicos de aire en el exterior de edificios, se recomienda aislar con manta de Lana de Vidrio IBERCOVER (50mm) o CLIMCOVER Roll Alu (45 mm), con recubrimiento exterior de chapa o CLIMLINER (40 mm) por el interior del conducto. Para conductos autoportantes se recomienda usar CLIMAVER® STAR.

10.1.3.3. Exigencia de seguridad

- Los conductos, CLIMAVER® disponen de clase D de estanqueidad, con lo cual presentan mínimas fugas de aire, mejorando el rendimiento de la instalación.
- Los conductos CLIMAVER® no sólo cumplen con la exigencia del CTE, en lo que se refiere a seguridad contra el fuego en las instalaciones, sino que sobrepasan su requisito, aportando mayor seguridad a la instalación. El límite fijado por el CTE es Euroclase B-s3,d0, mientras que los conductos CLIMAVER® se clasifican como B-s1,d0 (nula emisión de humos).
- Para mayores exigencias al fuego, ISOVER ha desarrollado las versiones A2 y A1 de los conductos CLIMAVER® siendo esta última la mejor clasificación posible para un conducto de climatización.

10.1.4. El Método del Tramo Recto

Una red de distribución de aire por conductos está formada por tramos rectos, donde la velocidad y la dirección del aire no varían, y por figuras, tramos donde el aire cambia de velocidad y/o dirección.

El Método del Tramo Recto, basa la construcción de la red de conductos en la unión de elementos o figuras obtenidos a partir de conductos rectos.

Este método presenta claras ventajas con respecto a otros métodos tradicionales (como por ejemplo, el método de tapas):

- Mayor precisión.
- Resistencia y calidad.
- Menores pérdidas de carga.
- Mejor acabado.
- Menores desperdicios.

Los paneles CLIMAVER®, disponen de un revestimiento exterior exclusivo, con marcado de líneas guía, que facilita el corte de los conductos rectos para la obtención de figuras y elimina riesgos de errores en el trazado.

Las herramientas MTR, realizan el corte de conductos rectos para su transformación en figuras, con los ángulos de corte necesarios.

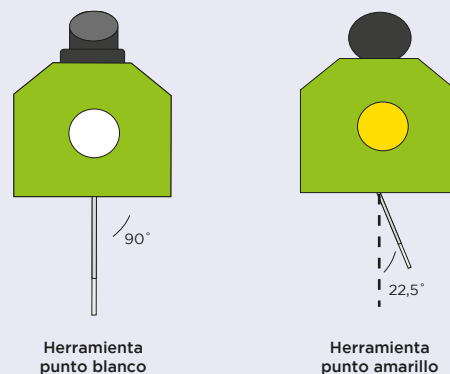
Debido a su especial configuración, realizan un corte limpio y preciso, con la inclinación adecuada en cada caso.

En el Método del Tramo Recto son imprescindibles:

- Cola CLIMAVER®: especialmente desarrollada para Lana de Vidrio. Debe emplearse siempre en el montaje. Sirve para sellar y aportar una mayor resistencia a las uniones de las piezas de conducto fabricadas con el Método del Tramo Recto.
- Cinta CLIMAVER®: cinta adhesiva de aluminio para el sellado exterior de los conductos. La cinta incorpora el marcaje de la palabra CLIMAVER® como garantía de calidad y de cumplimiento de los requisitos necesarios para esta aplicación.

El Método del Tramo Recto puede utilizarse con cualquiera de los paneles CLIMAVER®.

Herramientas MTR:



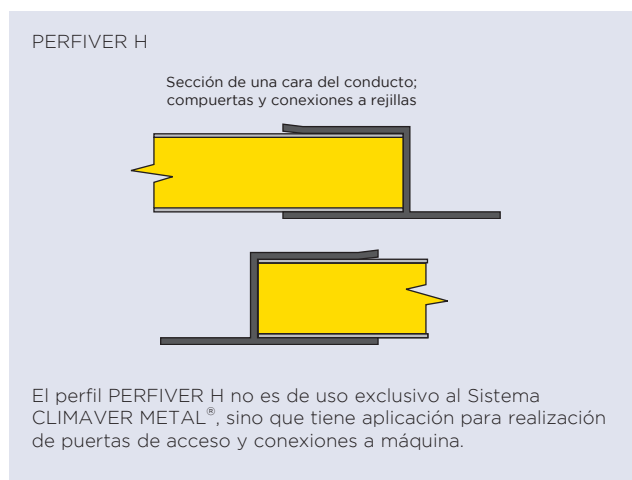
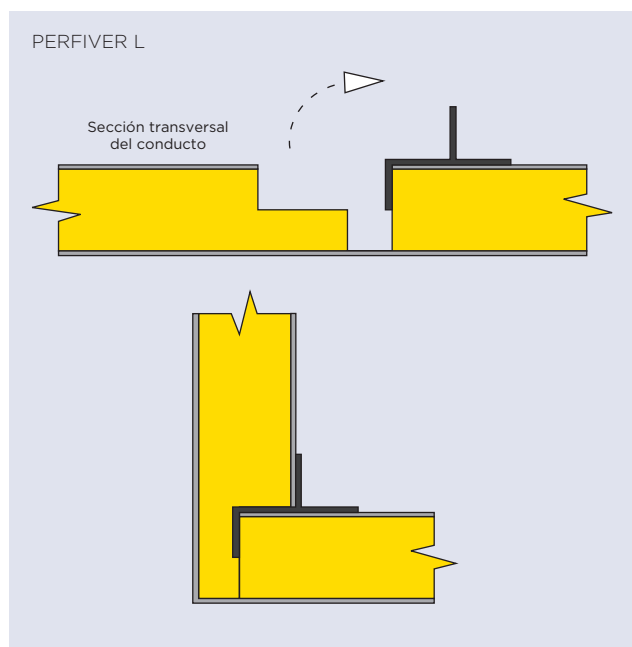
10.1.5. El sistema CLIMAVER METAL®

Las mayores exigencias en aspectos relativos a la calidad del aire interior y de las instalaciones han motivado el desarrollo del nuevo Sistema CLIMAVER METAL® en el que el montaje de los conductos también se basa en el denominado MÉTODO DEL TRAMO RECTO.

10.1.5.1. Componentes del Sistema CLIMAVER METAL®

El Sistema CLIMAVER METAL® es una alternativa de montaje que proporciona mayor calidad.

- PANELES CLIMAVER®: el sistema CLIMAVER METAL® puede instalarse con cualquier panel CLIMAVER®.
- Cola CLIMAVER®.
- Cinta CLIMAVER®.
- PERFIVER L: su misión es reforzar y cubrir las juntas longitudinales internas de los conductos.
- PERFIVER H: rebordea los cantos del panel de Lana de Vidrio en las conexiones a unidades terminales (rejillas...), máquinas (juntas elásticas, marcos metálicos...) y compuertas (de inspección, cortafuego...). El perfil PERFIVER H no es exclusivo del Sistema CLIMAVER METAL®.



10.1.6. Ventajas de los paneles CLIMAVER®

Los múltiples ensayos a los que se han sometido los conductos CLIMAVER® avalan las ventajas que a continuación se mencionan:

- Durabilidad. Los conductos CLIMAVER® han superado satisfactoriamente tests de envejecimiento acelerado basados en múltiples ciclos con variación de temperatura y humedad. El más conocido de estos tests es el FLORIDA TEST (21 ciclos de 8 horas de duración con variaciones de Humedad Relativa de 18% a 98% y de Temperatura de 25°C a 55°C).
- Resistencia mecánica a la presión. Los ensayos realizados bajo la Norma europea EN 13403 y permite a los conductos CLIMAVER® alcanzar presiones estáticas de 800 Pa (80 mm.c.a.)
- Ensayo de no proliferación de mohos. Los conductos no favorecen el desarrollo de microorganismos ni mohos según se demuestra en el ensayo realizado en laboratorio independiente.
- Velocidad de circulación de aire de hasta 18 m/s.
- Elevada absorción acústica.
- Máxima estanqueidad (Tipo D). Los conductos CLIMAVER® son los que presentan menores valores de pérdidas por filtraciones.



10.2. Fundamentos de construcción de conductos

Los requisitos para la construcción y montaje de sistemas de conductos de Lana de Vidrio, para la circulación forzada de aire con presiones negativas o positivas de hasta 500 Pa y velocidades de hasta 10 m/s, se recogían hasta el momento en la Norma UNE 100-105-84. Actualmente los conductos CLIMAVER® admiten presiones de hasta 800 Pa y velocidades de hasta 18 m/s y sus condiciones de trabajo, características, etc, se recogen en la Norma Europea EN 13403.

La fabricación de las diferentes figuras y tramos rectos de la red de conductos se inicia con el trazado sobre el panel de las diferentes piezas que posteriormente se recortarán y ensamblarán, todo ello, mediante el empleo de un reducido número de herramientas ligeras y de fácil manejo.

El presente manual pretende describir las operaciones a realizar para la correcta instalación de una red de distribución de aire.

Se diferencian claramente dos métodos de fabricación de figuras:

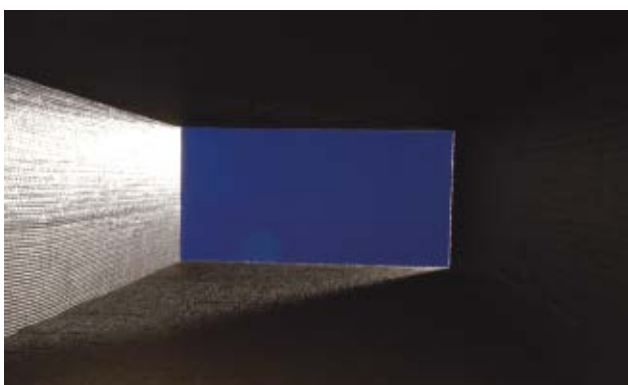
- MÉTODO DEL TRAMO RECTO, es el método recomendado en general e imprescindible para la fabricación de las figuras en el Sistema CLIMAVER METAL®.
- Método por Tapas o tradicional, que solamente se aplicará en este manual para el apartado de construcción de reducciones.

Aunque existen máquinas automatizadas para la fabricación de tramos rectos de conducto, el empleo de herramientas manuales es la forma más usual de fabricación y son imprescindibles para la realización de figuras, sobre todo para el método por tapas.

Definiciones

Denominaremos FIGURA a aquellos conductos de forma especial, es decir, a aquellos tramos no rectos (ej.: codos, reducciones, derivaciones, "pantalones", "r"...).

Se denominará PIEZA al elemento que unido a otros da lugar a una figura. Finalmente TAPA es un elemento o pieza plana que, unida a otras, constituye una figura o tramo recto.



Para la fabricación de los conductos se requiere:

Material	CLIMAVER®		Sistema CLIMAVER METAL®
	MTR	Por tapas	
Paneles de Lana de Vidrio CLIMAVER®	✓	✓	✓
Perfilería PERFIVER L	-	-	✓
Perfilería PERFIVER H	*	*	✓
Cola CLIMAVER® para reforzar las uniones de piezas en la fabricación de figuras	✓	-	✓
Herramientas MTR	✓	-	-
Herramientas CLIMAVER® MM	✓	✓	✓
Regla-escuadra CLIMAVER® MM	✓	✓	✓
Sierra circular tangencial con aspiración	-	-	✓
Cinta CLIMAVER® de aluminio autoadhesiva para sellar exteriormente uniones	✓	✓	✓
Un flexómetro, un cuchillo de doble filo con una de las puntas roma y una grapadora	✓	✓	✓

* Para realización de puertas de acceso y enganches a máquina.

10.2.1. Trazado

Una vez conocidas las secciones y el tipo de elemento o figura de la red de conductos (tramo recto, codo, desvío, etc.), se trazan sobre el panel o tramo recto de conducto las diferentes piezas, se cortan y se ensamblan. Los trazados que aquí se desarrollan, se realizan para las Herramientas CLIMAVER® MM.

10.2.2. Corte

Se detallan en imágenes posteriores las dimensiones y cortes a considerar en función del tipo de elemento que se va a realizar.

Las Herramientas CLIMAVER® MM utilizan cuchillas de acero de gran calidad y de fácil reposición.

Han sido desarrolladas especialmente para cortar el complejo interior del panel CLIMAVER PLUS® R y sirven para toda la gama.

Realizan acanaladuras en forma de "media madera" para doblar el panel con un ángulo de 90°. Extraen el recorte a medida que se avanza al cortar con la herramienta.

10. Instalación de conductos CLIMAVER®

La Regla-escuadra CLIMAVER® MM facilita extraordinariamente la realización de tramos rectos.

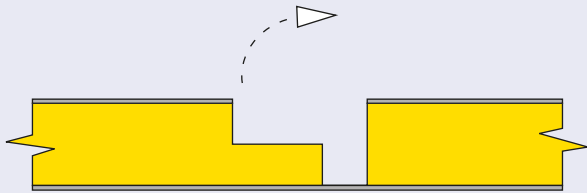


Las herramientas se componen de un soporte al que van atornilladas las cuchillas. Las Herramientas CLIMAVER® MM llevan incorporado un dispositivo que simultáneamente corta el panel y facilita la separación del recorte sobrante.

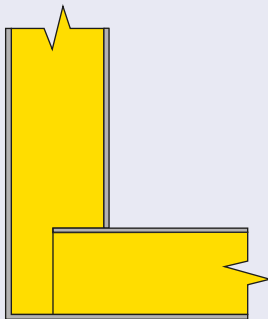
Sobre el panel se marcan las referencias que sirven para colocar una regla guía en la que se apoya el soporte, produciéndose el corte a medida que se avanza con la herramienta. Con la ayuda de la Regla-escuadra CLIMAVER® MM ya no es necesario marcar las referencias.

Otra herramienta imprescindible para el corte es el cuchillo CLIMAVER® de doble filo. En el dibujo se aprecia la diferencia en la utilización del cuchillo para cortar el revestimiento o para otras operaciones, como la limpieza de la solapa.

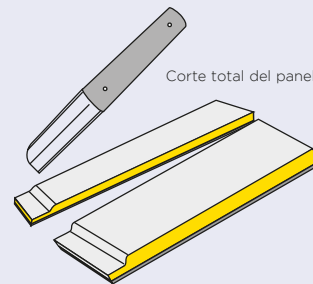
Este tipo de corte proporciona una mayor rigidez a la sección, por lo que se recomienda su uso, en lugar de las herramientas de corte en "v".



Corte de "Media Madera"

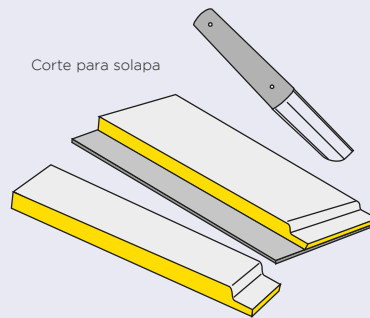


El cuchillo CLIMAVER® se suministra en una funda para incorporación al cinturón de trabajo.



Corte total del panel

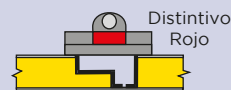
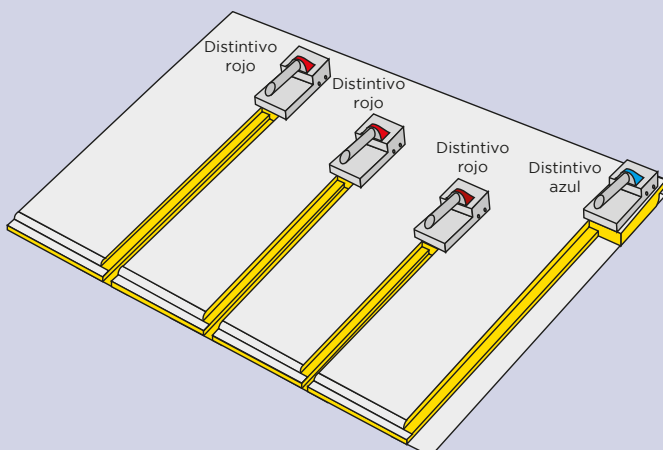
Utilizar lado en punta del cuchillo



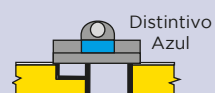
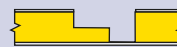
Corte para solapa

Utilizar lado romo del cuchillo

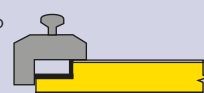
Estos útiles son más ligeros y permiten el ahorro de tiempo en el trazado, mediante el empleo de útiles calibrados como la Regla-escuadra CLIMAVER®.



Herramienta con distintivo rojo. Corta a media madera para plegar el panel a 90°.



Herramienta con distintivo azul. Cantea y deja solapa para el cierre del conducto.



Herramienta con distintivo negro. Realiza canteados para fabricar tapas.



10.2.3. Sellado

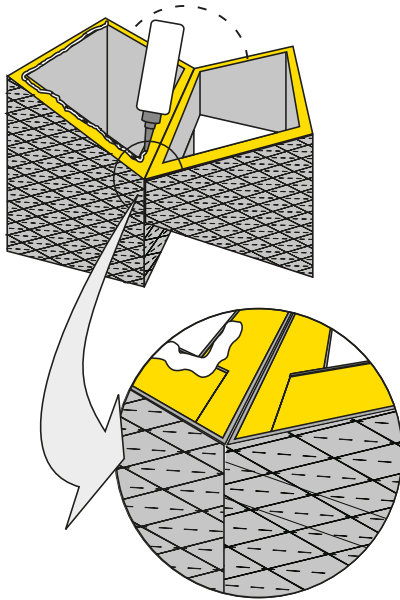
Existen dos tipos de sellado:

10.2.3.1. Sellado interior

Esta operación se realiza obligatoriamente en la unión de piezas para la obtención de figuras como son los codos, las derivaciones “R, pantalón y zapato”...

El sellado se obtiene aplicando un cordón de Cola CLIMAVER® sobre la superficie de Lana de Vidrio de una de las piezas a unir, junto al borde del revestimiento interior y completando el perímetro interior de la sección.

La sujeción que permitirá el secado correcto de la Cola CLIMAVER® y el sellado exterior de las piezas que conforman la figura se realiza aplicando unas tiras transversales a las juntas exteriores en cada plano del conducto y el encintado perimetral posterior.



10.2.3.2. Sellado exterior

El sellado exterior de los conductos de la gama CLIMAVER® es especialmente estanco, siendo despreciables las fugas de aire hacia el exterior, siempre y cuando hayan sido construidos y ensamblados correctamente.

Consejos de Aplicación

Para la aplicación de las cintas de aluminio la temperatura ambiente deberá ser superior a 0°C. Debe eliminarse la suciedad de las superficies a sellar. Mediante la espátula plástica, se hará presión sobre la cinta friccionando hasta que aparezca el relieve del revestimiento marcado en la cinta.

En las uniones longitudinales de paneles para obtener conductos rectos y en las uniones transversales entre conductos, el sellado se realiza posteriormente al grapado del revestimiento exterior, mediante la cinta de aluminio adhesiva.

Debe adherirse la mitad del ancho de la cinta a la solapa ya grapada, y la otra mitad a la superficie sin solapa.

En las uniones de piezas para la construcción de figuras mediante el MÉTODO DEL TRAMO RECTO no existirá grapado previo al encintado, y se realizará el sellado de las uniones interiores con Cola CLIMAVER®.

Importante

Para garantizar la resistencia y duración de los conductos, las cintas adhesivas deben cumplir:

- Hoja de aluminio puro de 50 µm de espesor con adhesivo a base de resinas acrílicas.
- La cinta debe tener una anchura mínima de 65 mm que cubra la línea de estanqueidad.



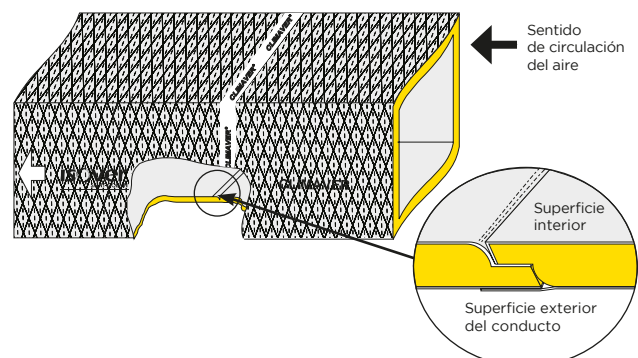
10.2.4. Unión transversal de elementos

Como se comentó en el apartado de sellado exterior, la unión transversal de elementos para formar la red de conductos se realiza colocando las superficies de dos tramos de conducto en un mismo plano, grapando la solapa de uno de ellos al otro (sin solapa) y sellando la unión con cinta autoadhesiva. La simplicidad de montaje estriba en que los bordes de los elementos a unir están canteados, de forma que una de las secciones se denomina “macho” y la otra, “hembra”.

Los paneles de la gama CLIMAVER® poseen los bordes canteados incluidos de fábrica facilitándose así la operación de ensamblado.

Gracias a que se trata de un canteado exclusivo de fábrica, la densidad de la Lana de Vidrio en este borde es muy superior, lo que aumenta la rigidez de la unión y mejora el montaje.

Para conseguir un acabado interior perfecto, los paneles con revestimiento de aluminio, presentan el canto macho rebordeado. Igualmente los paneles con revestimiento interior neto dispone de una protección del canto macho.



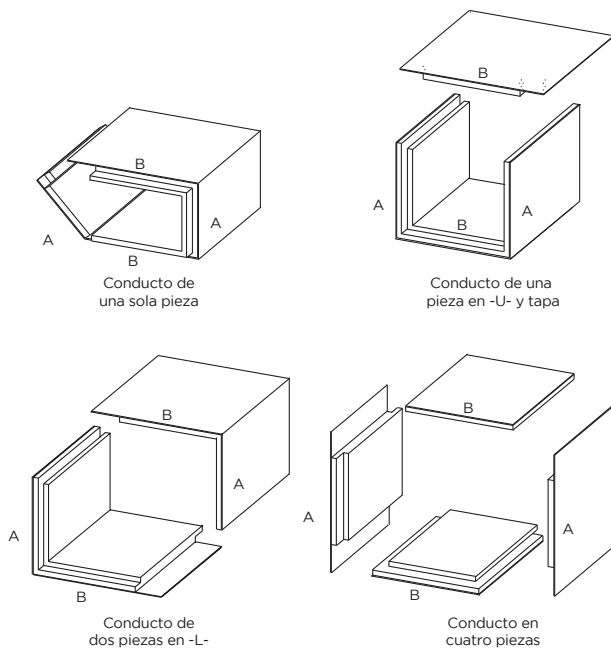
10.3. Fabricación de conductos rectos

El aprovechamiento de “retales” de panel o la necesidad de construir conductos de gran sección nos orientarán hacia la forma más lógica de fabricar el conducto. El trazado y corte se debe realizar por la cara interior del panel, y a partir del borde macho del panel.

Los tramos rectos son las figuras más sencillas y rápidas de realizar. Con las Herramientas CLIMAVER® MM y la Regla-escuadra CLIMAVER® MM se simplifica aún más la fabricación de estos tramos, ya que eliminan las operaciones de medida y marcaje a ambos lados del panel, necesarias para la colocación de la guía de deslizamiento de las herramientas.

Los tramos rectos son los elementos de base para la fabricación de las diferentes figuras de la red de conductos usando el MÉTODO DEL TRAMO RECTO, de ahí que este método sea el más rápido y sencillo.

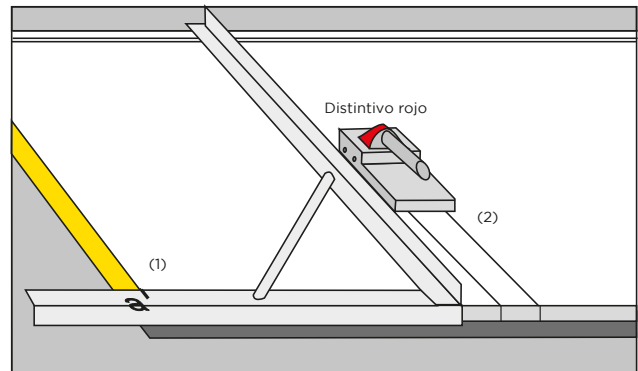
En los dibujos siguientes se muestran las distintas formas de fabricar un conducto recto dependiendo del tamaño de los paneles disponibles y de la sección del tramo a fabricar.



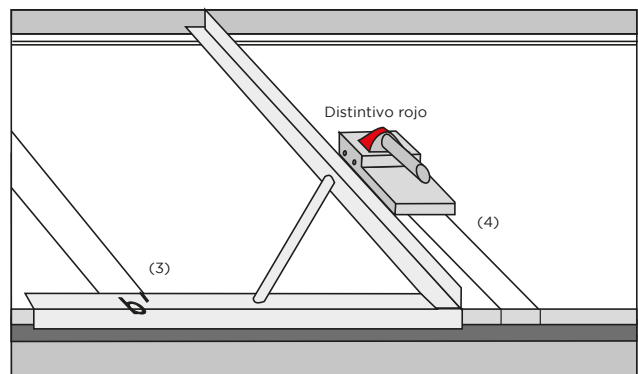
10.3.1. Fabricación de un conducto recto de una pieza

Se trata de realizar un tramo recto de medida interior a x b. Todos los cortes descritos se realizan partiendo del canto macho del panel y avanzando hacia el hembra.

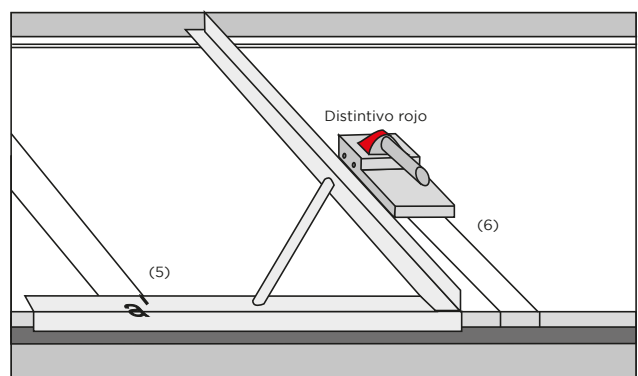
1. Se colocará la Regla-escuadra CLIMAVER® MM con la medida de uno de los lados de la sección interna del conducto a obtener a, de forma que coincida con el borde izquierdo del panel CLIMAVER® (1). Se pasará la herramienta CLIMAVER® MM con distintivo ROJO (2).



2. Se colocará la Regla-escuadra CLIMAVER® MM con la medida b del otro lado de la sección interna del conducto a obtener a partir del corte situado más a la derecha realizado por la herramienta de distintivo ROJO que se acaba de emplear (3). En dicha medida, se pasará la herramienta CLIMAVER® MM con distintivo ROJO (4).

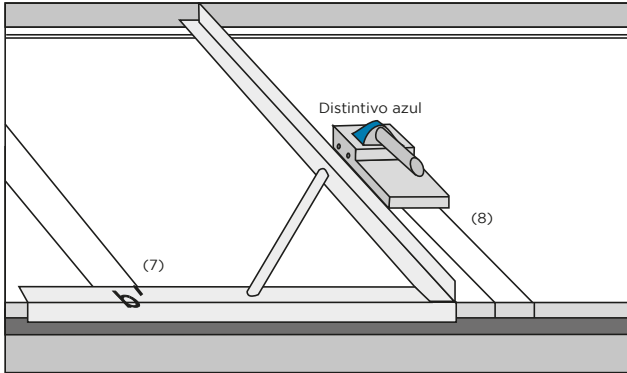


3. Se repetirá el paso 2 pero con la medida a, colocando la medida en el último corte (5) y pasando de nuevo la herramienta CLIMAVER® MM de distintivo ROJO (6).



4. Por último del mismo modo que en (2) y (3) se colocará la regla-escuadra en la medida b a partir del último corte derecho (7), pero en lugar de pasar la herramienta de distintivo ROJO, se pasará la herramienta CLIMAVER® MM con distintivo AZUL (8), encargada

de realizar la última ranura a media madera y de dejar la solapa para el grapado, en toda la gama de paneles, excepto en CLIMAVER® APTA que se pasará dos veces y de manera consecutiva la Herramienta ROJA, probando así esta solapa.

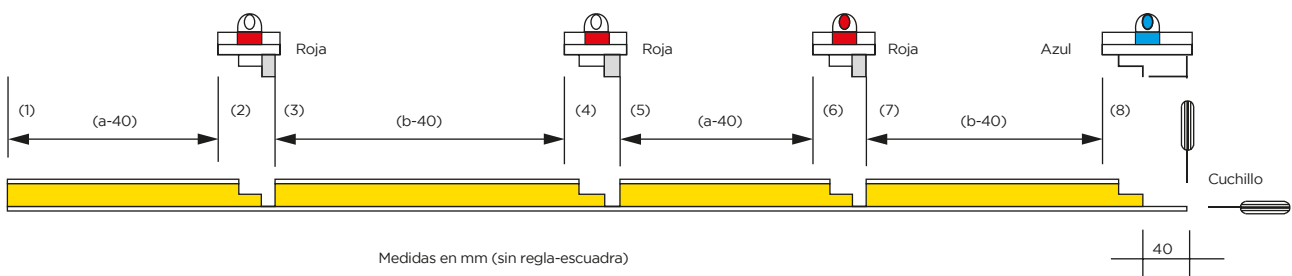


De ahora en adelante cuando en este manual se hable de la Herramienta Azul, en caso de fabricación de conductos CLIMAVER® APTA, ha de sustituirse por dos cortes consecutivos de la Herramienta Roja.

Para eliminar las tiras cortadas, se levantará el panel colocando un dedo en la parte inferior del mismo a la altura de la tira, que ahora podrá extraerse con facilidad.

En resumen: la regla escuadra transporta las medidas de la sección interior del conducto a x b desplazándose hacia la derecha a partir del último corte, pasando 3 veces la herramienta con distintivo ROJO y al final, la herramienta con distintivo AZUL (dos ROJAS consecutivas en caso de APTA).

En la figura se realiza un esquema de las medidas en mm, las cuchillas a utilizar y dónde se deben aplicar, si no se utilizara



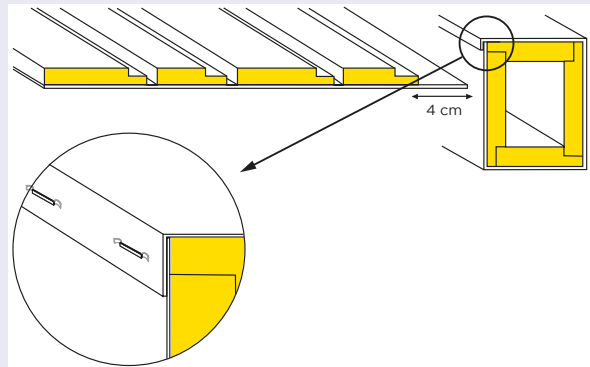
la regla-escuadra. En caso de utilizar la regla, ésta descuenta automáticamente los 40 mm y las medidas son directas.

Si se ha utilizado todo el ancho del panel (1,19 m) se tendrá el machihembrado necesario para las uniones con el resto de los conductos. Si no fuese así, se deberá hacer el macho y/o la hembra utilizando para ello la herramienta con empuñadura circular NEGRA.

La unión de los extremos del panel para conformar el tramo recto debe realizarse, doblando el panel por las zonas cortadas formando una sección rectangular de conducto inclinada, es decir forzando el conducto con ángulos ligeramente menores al deseado (90°) para que la unión quede tirante y fuerte. Uno de los extremos del panel llevará una prolongación del revestimiento exterior que se grapará superpuesto al otro extremo.

Colocación de las grapas:

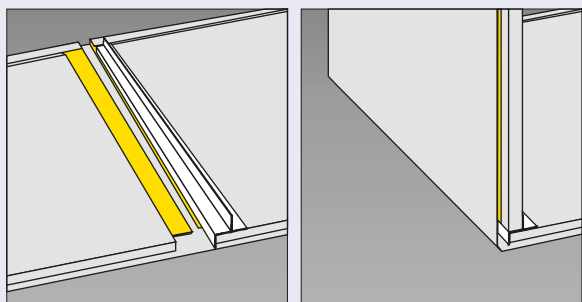
- Presionar las tapas a unir con ángulo superior al ángulo final.
- Con una grapadora, unir la solapa al otro revestimiento doblando las grapas hacia afuera y separándolas 5 cm entre sí.



10.3.1.1. Colocación del PERFIVER L en conductos del Sistema CLIMAVER METAL®

La fabricación de un tramo recto de conducto del Sistema CLIMAVER METAL® se basa en lo anterior, común a todos los conductos de la gama CLIMAVER®, pero a diferencia de estos, en cada ranura de “media madera” efectuada por las herramientas de corte se coloca un perfil PERFIVER L, de 1,155 m de longitud para reforzar la junta longitudinal interior del conducto recto.

En la figura se muestra un pequeño esquema de la introducción del perfil PERFIVER L en las juntas.



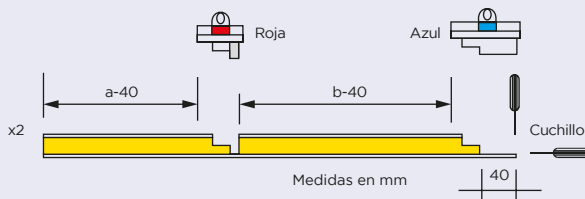
10.3.2. Fabricación de un conducto recto en dos piezas

Se marcarán sobre el panel, partiendo del borde izquierdo y de forma consecutiva, las medidas de la base del conducto que se quiera realizar y seguidamente la altura.

Se pasará por la primera medida la herramienta con distintivo ROJO y por la segunda la de distintivo AZUL (dos ROJAS consecutivas en caso de CLIMAVER® APTA).

El resto del proceso se realiza como en el caso anterior.

En la figura se realiza un esquema de las medidas en mm, las cuchillas a utilizar y dónde se deben aplicar. La Regla-escuadra CLIMAVER® MM descuenta automáticamente los 40 mm.

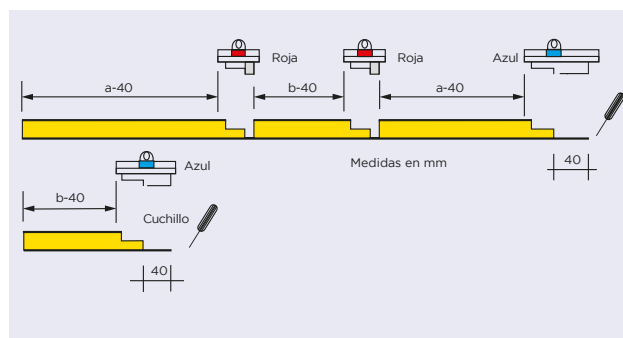


10.3.3. Fabricación de un conducto recto de una pieza en -U- y tapa

Sólo se diferencia del proceso anterior en la obtención de la U, que se realizará colocando la regla-escuadra a la medida de la altura a para pasar entonces la herramienta con distintivo ROJO. Desde el último corte derecho se medirá con la regla-escuadra el ancho b y se pasará de nuevo la

herramienta con distintivo ROJO. Finalmente, desde el último corte mediremos la altura a y por esta marca pasaremos la herramienta con distintivo AZUL (dos ROJAS consecutivas en caso de CLIMAVER® APTA).

La tapa se obtiene marcando la distancia de la base b y pasando la herramienta de distintivo AZUL (dos ROJAS consecutivas en caso de CLIMAVER® APTA). Por los dos extremos por donde hemos pasado la herramienta con distintivo AZUL (dos ROJAS consecutivas en caso de CLIMAVER® APTA) pasaremos el cuchillo para obtener la solapa a grapar de la U y de la tapa. Sólo faltará para el conformado final del tramo, grapar y encintar.



10.3.4. Fabricación de un conducto recto en cuatro piezas

Esta pieza es fundamental para todas las figuras que se desarrollan según el Método por Tapas, aunque para los conductos rectos sólo tiene sentido en aquellos de gran sección. Se desarrolla a partir de cuatro tapas de igual forma aunque, para un conducto rectangular, de distintas medidas (dos de ellas; a - 40 mm, y las otras dos; b - 40 mm).

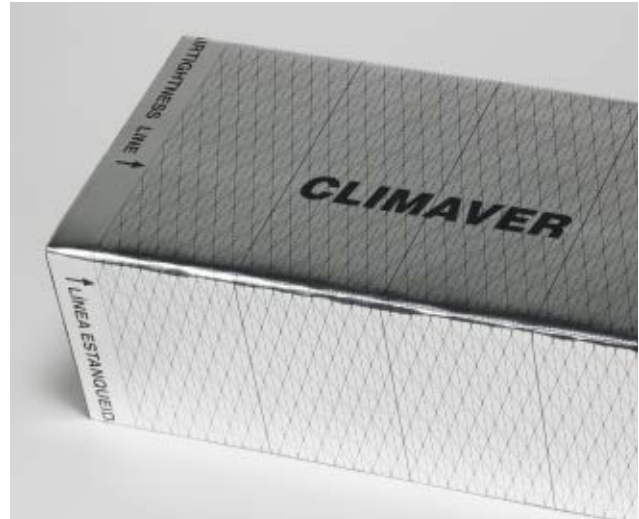
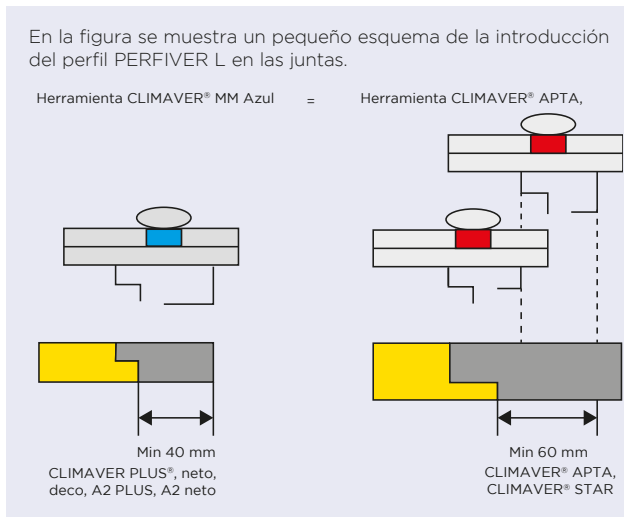
Así, las cuatro caras tendrán un lado cortado con cuchillo, sin canteado, y el otro lado cortado con la herramienta con distintivo AZUL (dos ROJAS consecutivas en caso de CLIMAVER® APTA), de manera que quede solapa para poder sellar el conducto.

La medida de las tapas se obtiene con a - 40 mm a partir del borde izquierdo del panel, donde a es la base de la sección interior del conducto. Una vez marcada dicha medida la haremos coincidir con la guía y pasaremos la herramienta CLIMAVER® MM con distintivo AZUL. Cortaremos el panel por la línea obtenida y limpiaremos la solapa.

Se repetirá el proceso para obtener la otra tapa 1, y también para las tapas 2 y 4 pero, obviamente, sustituyendo la medida a - 40 mm, por b - 40 mm.

Por último, para la obtención del tramo recto se procederá a grapar la solapa de cada tapa al borde recto de la siguiente, se colocarán los perfiles PERFIVER L (en el caso del Sistema CLIMAVER METAL®) y se cerrará el conducto con la cuarta tapa, grapando y sellando con cinta cada unión.

Insistimos en que, en caso de utilizar la regla-escuadra, no es necesario descontar los 40 mm, y basta con tomar directamente las medidas a y b.



10.4. Figuras. Cambios de dirección

10.4.1. Fabricación de figuras

En este capítulo iniciamos el apartado de construcción de figuras.

Tradicionalmente las figuras se han fabricado según el método de tapas. En este Manual proponemos el MÉTODO DEL TRAMO RECTO, que facilita la calidad de los montajes, y es válido tanto para los conductos del Sistema CLIMAVER METAL®, como para el resto de la gama CLIMAVER®.

El MÉTODO DEL TRAMO RECTO de fabricación de figuras se basa, como su nombre indica, en construir figuras a partir de conductos rectos.

Las piezas que constituirán las figuras se obtienen realizando cortes de secciones de tramos rectos.

- Si se realiza una instalación sin perfiles con cualquiera de los paneles de la gama CLIMAVER®, se emplean las herramientas MTR, o bien el cuchillo de mango de madera respetando, eso sí, los ángulos de incidencia del mismo.
- Si se realiza una instalación con el Sistema CLIMAVER METAL®, los conductos llevarán incorporados los perfiles longitudinales Perfiver L. Por tanto, al tener que cortar perfiles de aluminio, la forma más rápida y sencilla de es emplear una Sierra Circular Tangencial.

En cuanto al disco, el diámetro aconsejable es de 130 mm con 80 dientes aproximadamente. La profundidad de corte de la sierra circular no será inferior a 38 mm y no sobrepasará los 40 mm. En este sentido la sierra posee un dispositivo de ajuste.

La sierra circular estará provista de otro dispositivo para la inclinación del ángulo de corte. Generalmente se realizarán cortes perpendiculares, a 22,5° y a 45° sobre la vertical.

Importante

Por motivos de seguridad e higiene en el trabajo, deberá conectarse a la sierra un sistema de aspiración forzada.

10.4.2. Fabricación de codos

El codo es la primera figura cuya construcción se explica en este manual. Como ya se indicó, se denomina figura a los conductos de forma especial, es decir, a los tramos no rectos.

Codo es todo cambio de dirección dentro de la red, sin que exista bifurcación del caudal de aire circulante.

10.4.2.1. Codo a 90° mediante el MÉTODO DEL TRAMO RECTO

Este es el sistema recomendado para la fabricación de codos. Se parte de un tramo recto que, en el caso de los conductos del Sistema CLIMAVER METAL®, tendrá ya los perfiles PERFIVER L.

Sobre una de las caras del tramo recto, se toma una de las líneas guía del revestimiento exterior. En las dos caras contiguas, se marcan dos líneas verticales o bien se toman las líneas discontinuas marcadas en el revestimiento exterior. En la cara restante, se toma la línea guía que une las dos líneas verticales.

Con las herramientas MTR o con la sierra circular, si se utiliza el Sistema CLIMAVER METAL®, se corta el conducto siguiendo las líneas; prestando atención a la inclinación de la herramienta de corte (herramienta distintivo blanco, o bien, si se emplea el Sistema CLIMAVER METAL®, disco de sierra perpendicular a la superficie del conducto en las líneas con ángulo de 22,5° e inclinado este mismo ángulo en

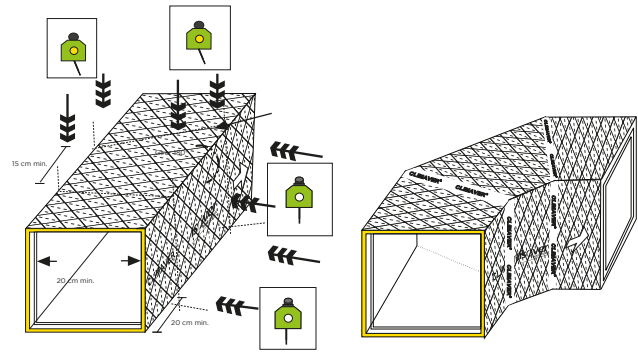
10. Instalación de conductos CLIMAVER®

las verticales). Así se obtiene la primera de las tres piezas que formarán el codo.

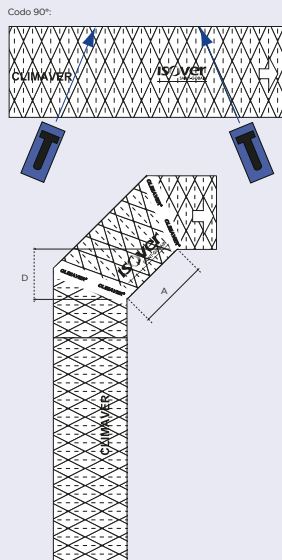
A más de 15 cm de las líneas anteriores se realiza la misma operación pero con ángulo de 22,5° simétrico al anterior. De esta forma obtenemos los tres tramos de conducto.

Giramos 180° la pieza intermedia y formamos el codo. No resulta necesario en este caso colocar deflectores. El sellado entre piezas se realiza como en el apartado anterior.

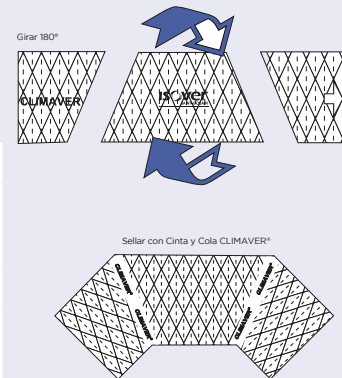
Se debe seguir una de las líneas guía del revestimiento exterior (o bien, una imaginaria paralela), con ángulo de 22,5°. Si no se siguiera esta línea, se obtendrían codos con menos de 90° (codos cerrados) o de más de 90° (codos abiertos).



De forma esquemática:

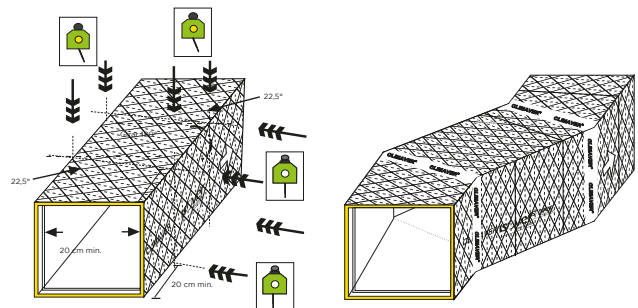


Separación A (cm)	Distancia D (cm)
20	14,1
25	17,7
30	21,2
35	24,7
40	28,3
45	31,8
50	35,4
55	38,9
60	42,4



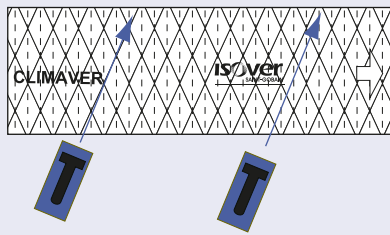
10.4.3. Quiebro

Es una desviación en la dirección del conducto, que puede ser necesaria para evitar obstáculos que se interponen en la trayectoria recta del mismo. El conducto mantiene la sección constante en todo su recorrido. La siguiente figura muestra el trazado necesario para su obtención.

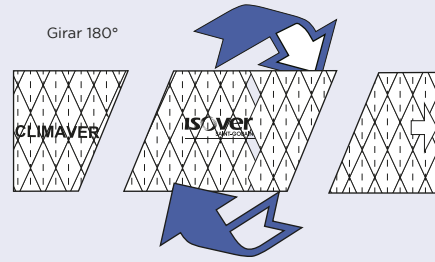


De forma esquemática:

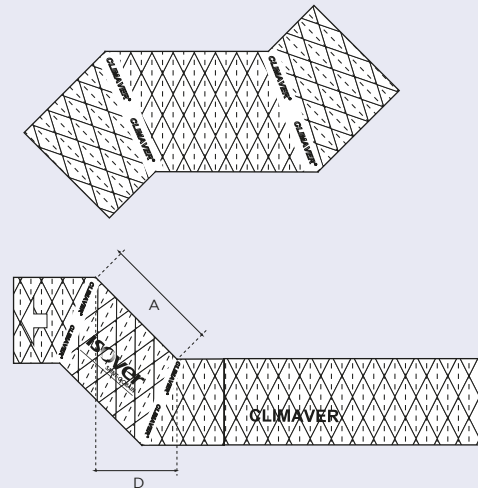
DESVÍO o QUIEBRO:



Girar 180°



Sellar con Cola y Cinta CLIMAVER®



Separación A (cm)	Distancia D (cm)
20	14,1
25	17,7
30	21,2
35	24,7
40	28,3
45	31,8
50	35,4
55	38,9
60	42,4
65	46
70	49,5
75	53
80	56,6

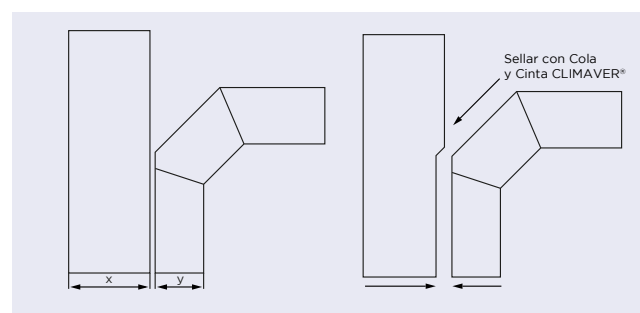
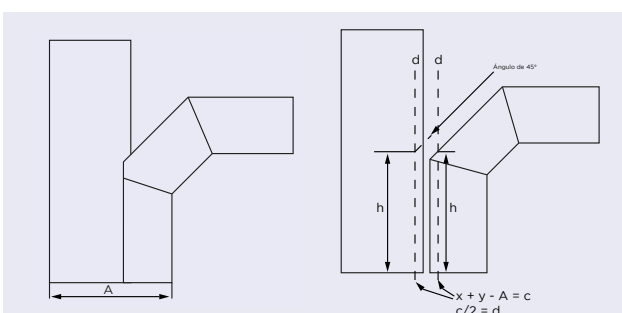
10.5. Figuras Ramificaciones

10.5.1. Ramificación simple o en R

Se realiza mediante un tramo recto y una curva de medidas "x" e "y" respectivamente. El primer paso a realizar es sumar las medidas exteriores de las dos salidas "x" e "y", y a la resultante le restaremos la medida A, es decir, la medida exterior del conducto principal que se quiere conseguir, esa medida "c", la repartiremos entre dos, "d", y ésta a su vez la marcaremos como muestra la figura, desde el borde exterior de cada conducto.

Se corta sobre la línea marcada en el conducto que hace la curva ("y"), y la medida resultante "h", se traslada sobre la línea previamente marcada sobre el tramo recto ("x"), cortando a 45° sobre ese punto.

Una vez cortadas ambas piezas se unen con Cola CLIMAVER® y se encintan exteriormente, apretando firmemente la unión entre ambas para garantizar la correcta unión.



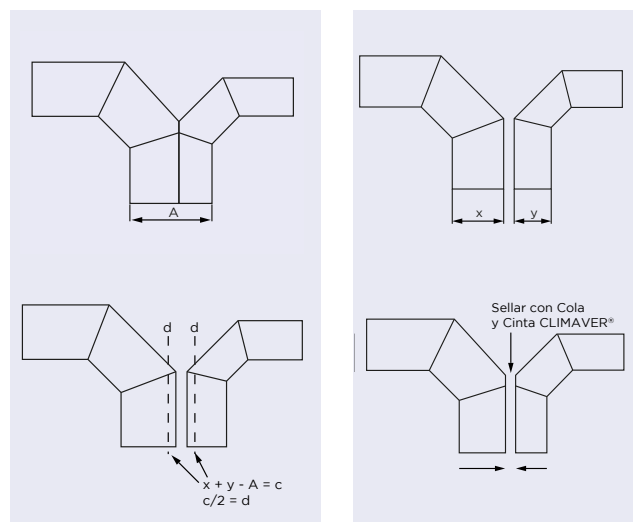
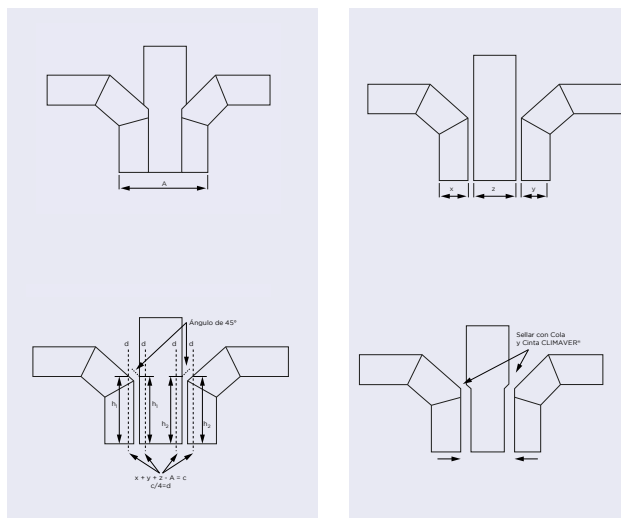
10.5.2. Ramificación doble o pantalón

Se realiza mediante dos curvas de medidas “x” e “y”, respectivamente.

El primer paso a realizar es sumar las medidas exteriores de las dos curvas “x” e “y”, y a la resultante le restaremos la medida A, es decir, la medida exterior del conducto principal que se quiere conseguir. Esa medida “c” la repartiremos entre dos “d”, y ésta a su vez la marcaremos como muestra la figura, desde el borde exterior de cada curva.

Se corta por la línea marcada a partir de “d”, como muestra la figura.

Ambas piezas se unen con Cola CLIMAVER® y se encintan exteriormente, apretando firmemente la unión entre ambas para garantizar la correcta unión.



10.5.3. Ramificación triple

Se realiza mediante un tramo recto “z”, y dos curvas de medidas “x” e “y” respectivamente.

El primer paso a realizar es sumar las medidas exteriores de las tres salidas, y a la resultante le restaremos la medida A, es decir, la medida exterior del conducto principal que se quiere conseguir, esa medida “c”, la repartiremos entre 4, “d”, y ésta a su vez la marcaremos como muestra la figura, desde el borde exterior de cada curva, y por cada lado del conducto “z”.

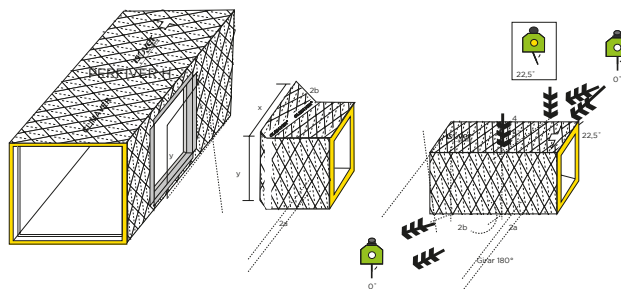
Se corta sobre la línea marcada en los conductos que hacen curva “x” e “y”. Las medidas resultantes “h1” y “h2” se trasladan sobre las líneas previamente marcadas a ambos lados del conducto recto “z”, cortando a 45° a partir de esta medida.

Una vez cortadas las piezas se unen con Cola CLIMAVER® y se encintan exteriormente, apretando firmemente la unión entre ambas para garantizar la correcta unión.

10.5.4. Ramificación de un conducto por una de sus cuatro caras: “Zapato”

Aunque este tipo de ramificación no es la más idónea, puede ser útil en conexiones a difusores, rejillas u otros elementos, consiguiéndose de una forma rápida y sencilla.

Para la obtención de un zapato por el MÉTODO DEL TRAMO RECTO se debe tomar una de las líneas-guía del revestimiento exterior como ya se hizo en el caso del codo. A continuación se realizará otra sección, separada de la anterior al menos unos 10 cm, pero esta vez con un ángulo de 45°.

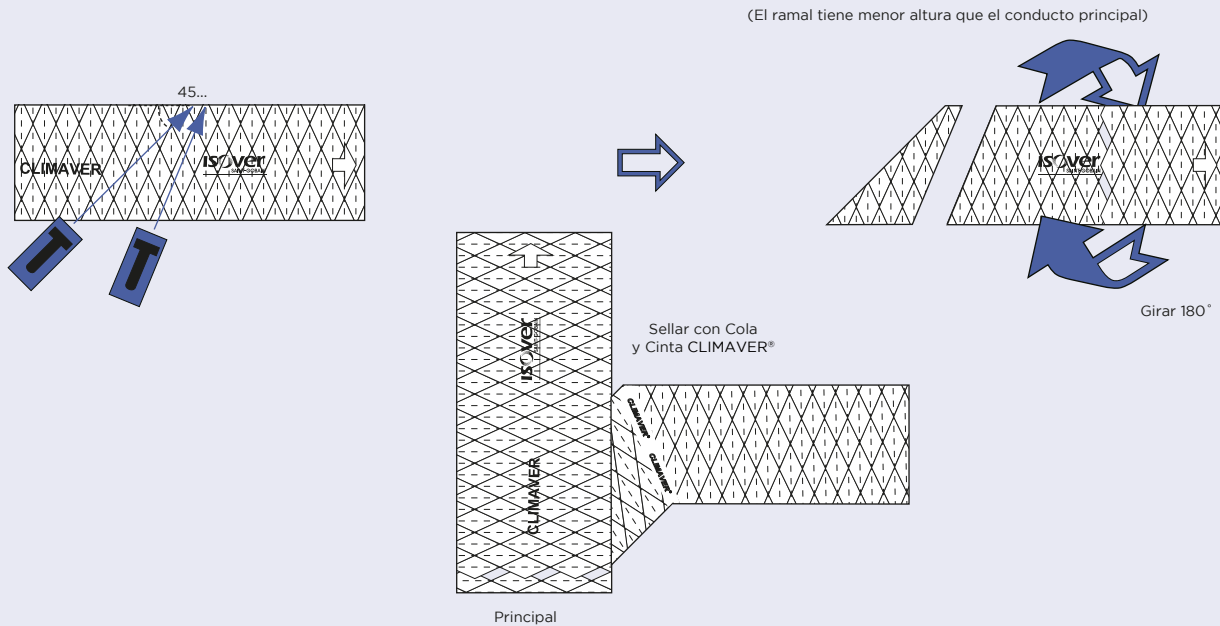


Se efectúan los cortes atendiendo al ángulo de ataque del disco de sierra, si se utiliza el Sistema CLIMAVER METAL®, con el cuchillo o con la herramienta MTR adecuada, y se unen las piezas con ayuda de la Cola CLIMAVER® y de la Cinta de aluminio CLIMAVER®.

Para introducir el conducto en el ramal principal se colocará perfilera PERFIVER H en el conducto principal, dejando libre una sección igual a la sección exterior del zapato. Para terminar, se encintará el perímetro formado con Perfiver H.

De forma esquemática:

Ramificación lateral: "Zapato"



10.6. Reducciones

Otra figura muy común en las instalaciones son las reducciones. Las reducciones son cambios en la sección del conducto y se utilizan para adecuar el caudal de aire y la velocidad a las características de la instalación.

Cabe destacar que las reducciones son las únicas figuras que se fabrican el Método por Tapas, si bien hay que tener en cuenta que el MÉTODO DEL TRAMO RECTO las lleva incluidas en algunos casos. Para el Sistema CLIMAVER METAL®, la perfilería ha de cortarse a la medida de las envolventes y colocarse durante el ensamblado de las piezas.

Existen diferentes tipos de reducciones en función del número de planos a reducir (1, 2, 3 ó 4 caras) y del eje de sus dos bocas (centrada o descentrada).

Es conveniente resaltar una serie de aspectos comunes a los trazados de todas las reducciones. Éstos son:

- Siempre se debe dejar una parte recta x antes de la conexión de la reducción a la figura o tramo recto contiguos (con $x \geq 10$ cm) en ambas bocas.
- Cuanto más prolongada sea la reducción (mínimo 30 cm), será mejor, ya que evitaremos choques bruscos en el flujo del aire.
- Siempre que sea posible, se iniciará el trazado por la tapa plana, con el objeto de que sirva de guía para el resto del trazado.
- Todas las envolventes (o piezas con pliegue), deberán tener cortes transversales con ángulo cerrado. Se evitará, siempre que sea posible, dejar cortes abiertos que puedan debilitar el panel.

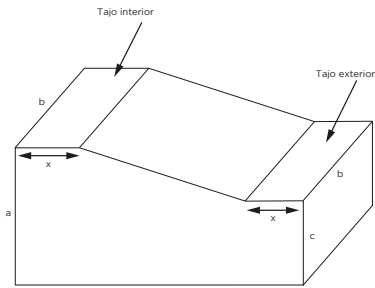
- Se ha de tener en cuenta que si la reducción es de impulsión, se reducirá siempre el lado macho, y si es de retorno, se hará sobre la hembra.
- En las tapas que sufran inclinación, normalmente realizaremos a la altura x , un corte inclinado interior (tajo), siempre en el lado hacia donde se incline la tapa, y otro idéntico exterior en el otro borde de la tapa, también a la altura x .
- Hay casos en los que al sufrir un cambio brusco de sección o de dirección es necesario realizar gajos (cortes en bisel sobre el panel).
- Tanto los gajos como los tajos han de ser encolados o encintados siempre.

10.6.1. Reducción a una cara en -U- y tapa

Para construir la U realizaremos dos cortes con la cuchilla roja a las distancias $a+1$ y $b+1$, ha de tenerse en cuenta que si nos ayudamos de la regla escuadra para realizarlos, no es preciso marcar un centímetro de más, ya que ella ya nos lo proporciona.

Trazaremos dos líneas paralelas a los canteados a la distancia x (que puede ser la misma ó no) a ambos lados.

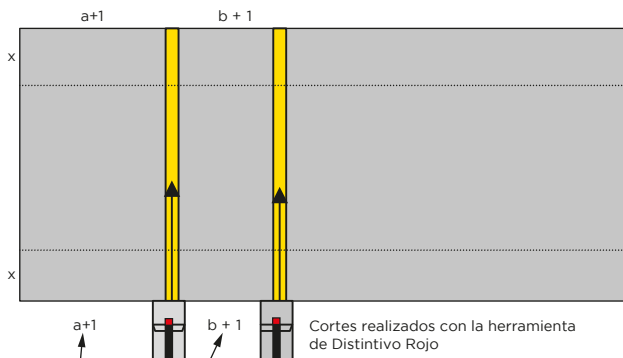
En el canteado que queramos reducir, trazaremos una línea hasta x a la distancia $c+1$ en la tapa 1, y $c+2$ en la tapa 3, en esta tapa también deberemos marcar una línea desde el borde hasta x a $a+2$ en la parte superior.



Desde x uniremos la parte superior sin reducir con la inferior reducida.

Recortamos el borde izquierdo de la tapa 1 y el derecho de la tapa 3.

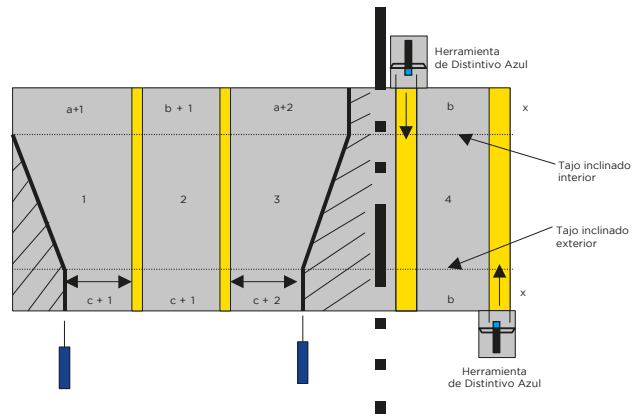
Por último realizaremos la tapa 4 con la medida b, esta tapa debe tener un corte a cada lado con la herramienta de distintivo azul.



Simplemente a y b si se corta con la regla escuadra

En la tapa 4 realizaremos un tajo interior en un lado y uno exterior en el otro. Esta tapa normalmente quedará mas corta que las otras tres, puesto que el recorrido es mayor, para subsanar esto, simplemente cortaremos el sobrante de las demás.

En el caso de instalar conductos del Sistema CLIMAVER METAL®, en el proceso de montaje introduciremos PERFIVER L que previamente se habrá cortado adecuadamente.



10.7. Operaciones auxiliares

En este capítulo, tratamos diferentes operaciones auxiliares a realizar en el conducto CLIMAVER® con el fin de concluir la instalación; esto es, conexión a máquina, conexión a rejillas o difusores, soportes y refuerzos.

Se coloca la ventana anteriormente extraída y se encinta exteriormente la tapa de registro con Cinta CLIMAVER®, para garantizar la estanqueidad de la puerta.

10.7.1. Realización de una puerta de acceso

Tanto la normativa UNE existente, como el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), señalan la necesidad de realizar puertas de acceso en los conductos para la inspección de las instalaciones.

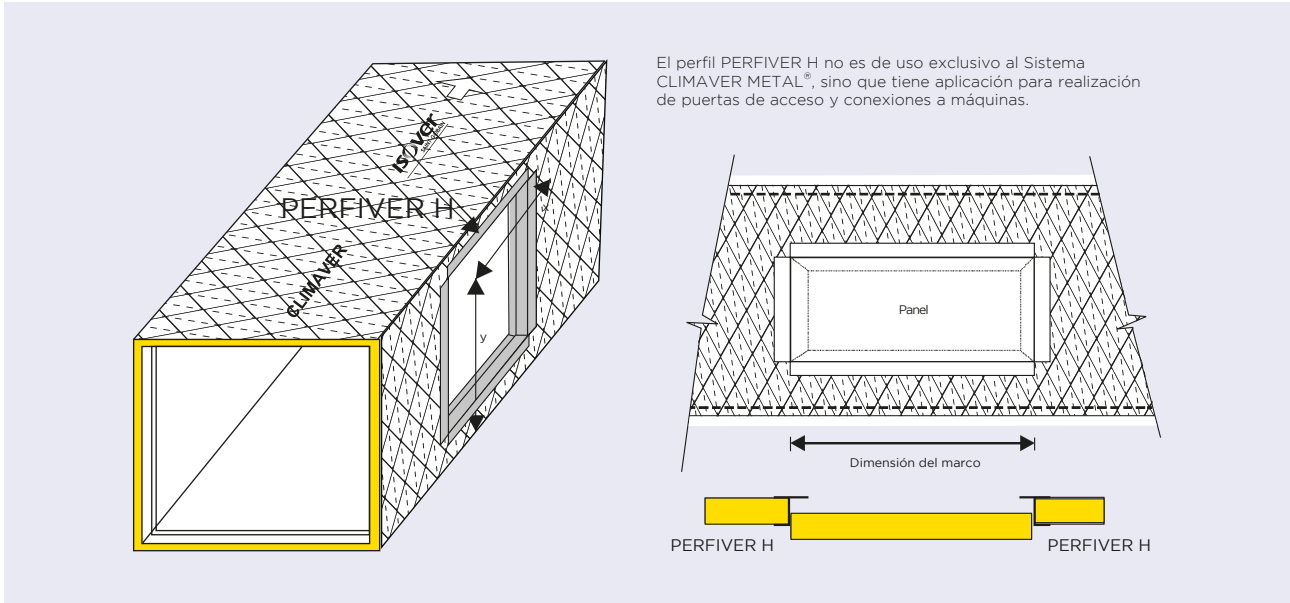
Para realizar una puerta de acceso se corta con el cuchillo una ventana de las dimensiones deseadas.

En esa ventana se debe colocar un marco, realizado a partir del perfil PERFIVER H. Para cortar los perfiles, y poder formar el marco con el que hacer la tapa de registro, se debe cortar en ángulo recto el perfil y, posteriormente, cortar en ángulo de 45° la sección de perfil que queda en el interior del conducto.

10.7.2. Conexión a rejilla

La conexión a una rejilla es una operación común en el trabajo de un instalador. Para realizar una conexión desde un conducto se necesita realizar un marco con PERFIVER H como ya se ha descrito, de las mismas dimensiones que la rejilla a conectar. También será necesario un conducto recto de medida igual a la distancia entre el falso techo en el que se ha colocado la rejilla y el conducto de aire acondicionado al que se va a conectar.

Para la conexión, bastará con que el tramo recto se coloque desde el marco del conducto hasta la rejilla, y que se encinte el conducto recto al conducto principal para asegurar la hermeticidad.



El perfil PERFIVER H no es de uso exclusivo al Sistema CLIMAVER METAL®, sino que tiene aplicación para realización de puertas de acceso y conexiones a máquinas.

El proceso de conexión a un difusor es similar, pero se deberá conectar el conducto a un plenum previo a la salida del difusor. Esta conexión se hará de forma que el ángulo entre el conducto y la salida del aire del difusor sea de 90°, de forma que la energía cinética del fluido se convierta en presión estática en el plenum.

Si se opta por utilizar conducto flexible FLEXIVER para la conexión, el proceso es similar. En este caso debemos realizar un corte circular al conducto principal de las dimensiones del manguito a acoplar. En él colocaremos un aro o pletina de soporte sobre el que instalaremos el manguito cubriendo este manguito colocamos el Flexiver. El otro extremo del manguito se empalma al difusor o rejilla por medio de una abrazadera.

- Si se realizan reducciones tras la salida deben tener una inclinación máxima de 15°.
- Si se debe realizar un codo, el sentido de circulación del aire en el mismo se debe corresponder con el del giro del ventilador.
- La conexión al equipo ha de ajustarse mediante un acoplamiento flexible y así evitar la propagación de vibraciones.
- Por último, y en función de cual sea la posición relativa de la brida del equipo y del conducto de aire, podrá ser necesario disponer de un angular de chapa para reafirmar la conexión.

	Instalación	Dirección del conducto	Objetivo
Rejilla	Directamente	Paralelo a la salida del aire	Maximizar Energía cinética
Difusor	A través del Plenum	Perpendicular a la salida del aire	Maximizar Presión Estática

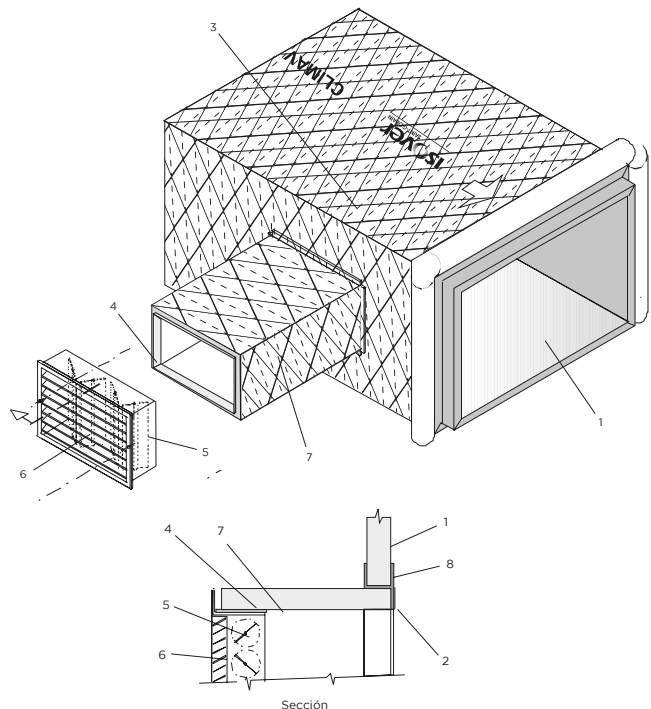
10.7.3. Conexión a máquina

La salida del equipo acondicionador hacia los conductos es uno de los puntos más críticos de la instalación tanto por la velocidad del aire, máxima en ese punto, como por el poco espacio libre que suele quedar para trabajar.

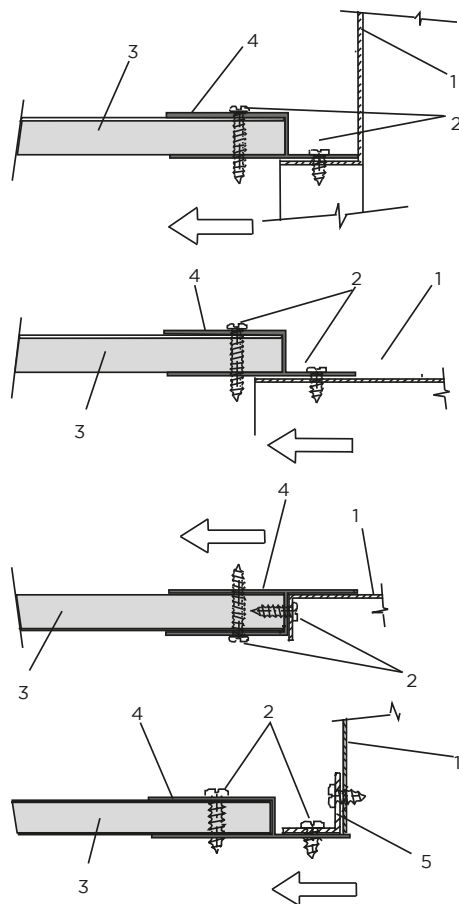
Existen diferentes formas de conectar el conducto principal de la instalación y la máquina de aire acondicionado, aunque en cualquier caso siempre será necesario contar con PERFIVER H y tornillos para asegurar la sujeción.

En la conexión deberán respetarse las siguientes indicaciones:

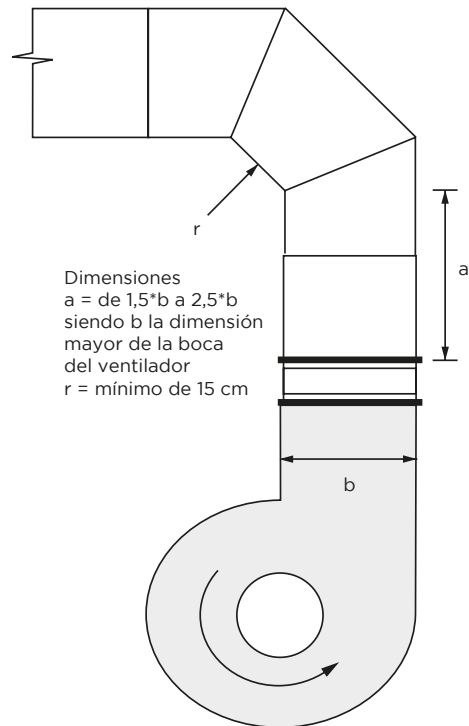
- La salida del ventilador debe continuar en un tramo recto de longitud entre 1,5 y 2,5 veces la dimensión mayor de la boca del ventilador.



1. Conducto de la Gama CLIMAVER®
2. Cinta CLIMAVER® de aluminio
3. Deflector
4. Marco metálico
5. Compuerta
6. Rejilla
7. Collar rectangular CLIMAVER®
8. Marco de unión con perfiles PERFIVER



1. Brida del equipo
2. Tornillo rosca-chapa
3. Conducto CLIMAVER®
4. Perfil de unión PERFIVER H
5. Angular de chapa



Dimensiones
 $a = \text{de } 1,5 \cdot b \text{ a } 2,5 \cdot b$
 siendo b la dimensión
 mayor de la boca
 del ventilador
 $r = \text{mínimo de } 15 \text{ cm}$

Como puede comprobarse, las diferentes disposiciones utilizan un tornillo para afianzar la fijación entre el PERFIVER H y el panel CLIMAVER®. Otro aspecto a considerar es que no se debe introducir el panel CLIMAVER® en la salida de aire de la máquina.

10.7.4. Refuerzos

La distancia entre refuerzos vendrá dada según la sección del conducto y la presión máxima del caudal de aire, siempre con el objetivo de no alcanzar la deflexión máxima, siendo ésta la centésima parte de la medida del lado del conducto.

Habitualmente, se utilizan dos tipos de sistemas de refuerzo: mediante varillas roscadas o perimetrales exteriores.

Los refuerzos con varillas roscadas, consisten en atravesar el conducto en su altura y desaconsejamos su uso, especialmente en el caso de lados de más de 1000 mm. y/o altas presiones estáticas, ya que en ningún momento suponen un refuerzo perimetral, y pueden incluso provocar un sobreesfuerzo en los laterales del conducto.

Además, dificultan las futuras posibles limpiezas interiores de conducto, pudiendo provocar ruidos, y condensaciones superficiales, en el caso de no encapsular interiormente la varilla, para evitar su contacto con el aire frío.

Para la instalación de referencia, ISOVER aconseja el uso de refuerzos perimetrales exteriores, que como se obser-

va en la figura, refuerzan de manera efectiva todos los lados del conducto, preferiblemente del tipo carril.

En el caso conductos de impulsión, en las esquinas, se dotará al carril de una escuadra de unión para evitar la separación de las caras perpendiculares entre sí. La parte superior e inferior del carril será suficientemente larga para cubrir los espesores de los carriles laterales.

Tanto en impulsión como en retorno se colocarán fijaciones interiores para evitar la separación del panel con respecto del carril. En caso de conductos de extracción las fijaciones interiores (pletinas o arandelas) estarán separadas entre sí (max 400 mm) a intervalos suficientes para cumplir con la condición de deflexión.

Se sitúa el perfil ya cortado en la parte exterior del conducto y con un tornillo de rosca chapa (min 3,5 mm) se atraviesa el carril por las perforaciones realizadas (o dispuestas ya, si el carril dispone de ellas) y el panel. Una vez colocados los tornillos se colocan las fijaciones interiores (pletinas o arandelas de espesor min. 1,2 mm). En caso de CLIMAVER® STAR se sellarán estos con silicona para evitar filtraciones.

La tabla indica los tipos de refuerzo y distancia entre los mismos, en función de los siguientes parámetros:

- Dimensión máxima interior del conducto en mm.
 - Presión máxima de trabajo del conducto en Pa.
- CLIMAVER® soportan presiones de hasta 800 Pa).

Dimensión lado A ó B	Presión de trabajo		
	≤ 200 Pa	201 - 400 Pa	> 400 Pa
≤ 600 mm	Sin Refuerzo	Sin Refuerzo	Sin Refuerzo
601-750 mm			> 901 mm Refuerzo cada 1.2 m
751-900 mm			
901-1050 mm			
1051-1200 mm	> 1051 mm Refuerzo cada 1.2 m	> 1201 mm	Consultar
1201-1500 mm			
>1500 mm			

Ensayos realizados en CETIAT nº 1415023.

10.7.5. Soportes

10.7.5.1. Soportes para Conductos Horizontales

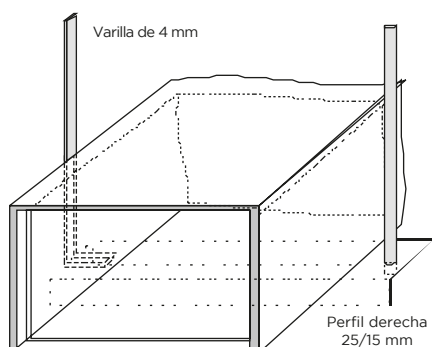
La instalación final de los conductos en el techo se realiza con la ayuda de soportes. La distancia entre soportes viene dada en función de la sección del conducto según la siguiente tabla.

Dimensión interior (mm)	Distancia máxima (m)
< 900	2,4
900 a 1.500	1,8
> 1.500	1,2

Además, se debe tener en cuenta que no pueden coincidir más de dos uniones transversales entre soportes. Cuando el perímetro del conducto es inferior a 2 m y no lleva refuerzos, podrán existir hasta dos uniones transversales entre soportes.

- La forma más usual para soportar los conductos es mediante un perfil horizontal en "U" de dimensiones 15 / 25 / 15 mm de chapa galvanizada de 0,8 mm. de espesor.
- Este perfil en U irá sujeto al techo por medio de dos varillas roscadas.
- Cuando el conducto esté reforzado es conveniente que el soporte coincida con el refuerzo, siempre y cuando se cumpla la distancia máxima según la tabla anterior. En este caso, los elementos verticales del soporte estarán unidos, mediante dos pletinas y tornillos, al marco de refuerzo.

Es posible usar también sistema de suspensión por cable tipo gripple, siendo la distancia entre ellos la misma que la usada mediante perfil.



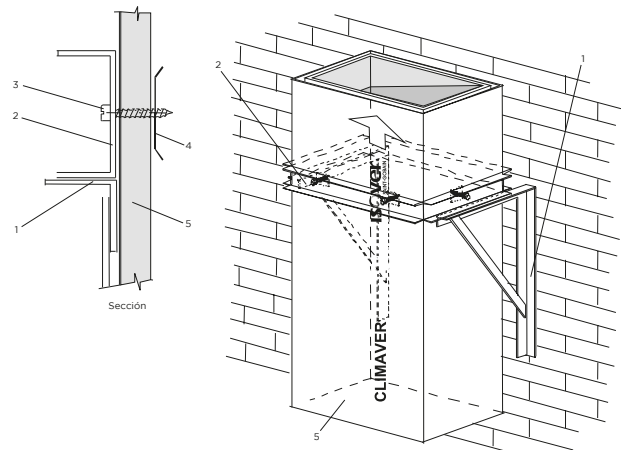
Cabe destacar que en el caso del Sistema CLIMAVER METAL® los conductos apenas ganan peso con la incorporación de los perfiles (400 gramos), por lo que no es necesario modificar los soportes al instalar el Sistema CLIMAVER METAL®.

10.7.5.2. Soportes Verticales

Los soportes verticales se colocarán a una distancia máxima de 3 m.

Cuando el conducto se soporta sobre una pared vertical, el anclaje deberá coincidir con el refuerzo. En este caso habrá que instalar un manguito de chapa fijado al elemento de refuerzo.

El soporte se realizará con un perfil angular de 30 x 30 x 3 mm mínimo.



1. Ménsula soporte perfil -L-.
2. Abrazadera para instalación vertical construida por perfil -L- o -U-.
3. Tornillo rosca-chapa.
4. Arandela de 40 mm.
5. Conducto de Lana de Vidrio CLIMAVER®.

Resumen

EL MÉTODO DEL TRAMO RECTO, basa la construcción de la red de conductos en la unión de elementos o figuras obtenidos a partir de conductos rectos.

Este método presenta claras ventajas con respecto a otros métodos tradicionales (como por ejemplo, el método de tapas):

- Mayor precisión
- Resistencia y calidad
- Menores pérdidas de carga
- Mejor acabado
- Menores desperdicios

11. Anexos





En los siguientes anexos se explican las consideraciones generales en cuanto a diseño y dimensionado de conductos que establece el RITE (Reglamento de instalaciones térmicas en edificios). También se desarrolla un análisis comparativo de las pérdidas de carga, entre los sistemas más habituales de fabricación de figuras para redes de conductos. Además en estos

anexos se detallan unas consideraciones generales de montaje de CLIMAVER® STAR, los criterios de medición de conductos según la norma UNE 92315, así como las restricciones de aplicación de conductos CLIMAVER®. Por último se muestra la clasificación de los residuos de lana mineral como residuo no peligroso.

11.1. Anexo I

Consideraciones de diseño y dimensionado referentes a conductos en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

Espesor mínimo de aislamiento

- Para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/(m·K).

En interiores (mm)	En exteriores (mm)
30	50

- Para un material con conductividad térmica distinta a la anterior, se considera válida la determinación del espesor mínimo aplicando la siguiente ecuación para superficies planas.

$$d = d_{ref} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \right)$$

En el caso de la gama CLIMAVER[®], la conductividad del material a 10° C es de 0,032 W/m.K. Si aplicamos la fórmula, nos da el siguiente espesor mínimo de referencia:

$$d = d_{ref} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \right) = 30 \text{ mm} \left(\frac{0,032}{0,040} \right) = 24 \text{ mm}$$

La gama CLIMAVER[®] tiene un espesor de 25 mm, por lo tanto cumple la exigencia del RITE en cuanto a espesores mínimos de aislamiento en interior de edificios, tanto para aire frío como para caliente.

Para instalaciones en exterior de edificios es necesario utilizar soluciones de la gama CLIMAVER[®] con espesor de 40 mm.

Estanqueidad de redes de conductos

“Las redes de conductos tendrán una estanqueidad correspondiente a la clase B o superior, según la aplicación.” I.T. 1.2.4.2.3.

Clase de estanqueidad	Coefficiente de fugas C	Pa	L/(sm ²)
A	0,027	500	1,53
B	0,009	1.000	0,80
C	0,003	2.000	0,42
D	0,001	2.000	0,14

Toda la gama CLIMAVER[®] tienen una estanqueidad clase D, superior a la requerida por el RITE.

Presión máxima

Los conductos deben cumplir en materiales y fabricación, la Norma UNE-EN 13403 para conductos no metálicos. La presión máxima admitida en los conductos será la que venga determinada por el tipo de construcción, según la Norma UNE-EN 13403 para conductos de materiales aislantes.

Toda la gama CLIMAVER[®] soporta unas presiones de trabajo de hasta 800 Pa, el máximo certificable.

Seguridad frente al fuego

El Código Técnico de la Edificación regula los aspectos de seguridad frente al fuego.

Situación del elemento	Revestimientos ⁽¹⁾	
	De techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾	De suelos ⁽²⁾
Zonas ocupables ⁽⁴⁾	C-s2, d0	EFL
Aparcamientos	A2-s1, d0	A _{2FL} -s1
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1, d0	C _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos, suelos elevados	B-s3, d0	B _{FL} -s2 ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.

⁽²⁾ Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.

⁽³⁾ Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea el 30 como mínimo.

⁽⁴⁾ Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En uso Hospitalario se aplicarán las mismas condiciones que en pasillos y escaleras protegidos.

⁽⁵⁾ Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) esta condición no es aplicable.

El límite fijado por el CTE es B-s3,d0, mientras que los conductos CLIMAVER[®] se clasifican como B-s1,d0 (nula emisión de humos).

Para mayores exigencias al fuego, CLIMAVER[®] presenta sus gama A2, con Euroclase A2-s1,d0, y gama A1 con Euroclase A1 la mejor posible para un conducto de climatización.

Los conductos CLIMAVER[®] sobrepasan el requisito de seguridad frente al fuego en las instalaciones, aportando mayor seguridad.

Limpieza

El revestimiento interior de los conductos resistirá la acción agresiva de los productos de desinfección, y su superficie interior tendrá una resistencia mecánica que permita soportar los esfuerzos a los que estará sometida durante las operaciones de limpieza mecánica que establece la Norma UNE 100012 sobre higienización de sistemas de climatización.

La suciedad en los conductos es el principal responsable de la contaminación endógena del aire, lo que hace imprescindible la limpieza inicial, el filtrado adecuado de todo el aire circulante y un mantenimiento apropiado.

Los conductos CLIMAVER® son limpiables por los métodos más agresivos de limpieza, tal y como certifica AELSA (Asociación Española de Limpieza de Instalaciones de Aire).

No proliferación bacteriana

Los materiales utilizados en los conductos y sus conexiones, incluidas cintas adhesivas, tejidos, pegamentos u otros materiales utilizados en la instalación, no deben facilitar (o ser nutrientes para) la proliferación microbiana (EN 13403).

Los conductos CLIMAVER® fabricados en lana inorgánica, no favorecen ni son nutrientes para la proliferación de microbios y bacterias, según informe de ANDIMA nº 0703023-01.

Absorción acústica

La absorción acústica α , es la relación entre la energía acústica absorbida y la incidente.

Atenuación acústica (*) en un tramo recto (dB/m) de 40x50 cm para distintos conductos:

Conducto	Frecuencia (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
Chapa (sin aislar)	0,07	0,07	0,19	0,19	0,10
CLIMAVER PLUS® R	0,99	0,99	0,99	4,62	3,58
CLIMAVER neto®	2,17	5,17	6,32	7,53	8,15

Los conductos CLIMAVER neto® y CLIMAVER® APTA combinan excelente absorción acústica con un revestimiento de alta resistencia mecánica.

Coefficientes de Absorción Acústica de CLIMAVER neto®:

Coeficiente α Sabine	Frecuencia (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
	0,35	0,65	0,75	0,85	0,9

Valores medios $\alpha_w = 0,85$

Atenuación acústica^(*) en un tramo recto (dB/m) CLIMAVER® neto:

Sección (mm)	Frecuencia (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
200 x 200	4,83	11,49	14,04	16,73	18,12
300 x 400	2,82	6,70	8,19	9,76	10,57
400 x 700	1,90	4,51	5,51	6,57	7,12

^(*) Estimación mediante la fórmula: $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p^{1,4} \cdot \frac{P}{S}$ (P=perímetro) para potencia sonora de un ventilador con un caudal de 20.000 m³/h, pérdida de carga 15 mm ca.

Coefficientes de Absorción Acústica de CLIMAVER® APTA:

Espesor d, mm	Frecuencia (Hz)				
	125	250	500	1000	2000
40	0,40	0,70	0,85	0,85	0,90

Valores medios $\alpha_w = 0,90$

Atenuación acústica^(*) en un tramo recto (dB/m) CLIMAVER® APTA:

Sección (mm)	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
200 x 200	5,82	12,75	16,73	16,73	18,12	21,00
300 x 400	3,40	7,43	9,76	9,76	10,57	12,25
400 x 700	2,29	5,01	6,57	6,57	7,12	8,25

^(*) Atenuación acústica (DL, en dB/m) estimada mediante: $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p^{1,4} \cdot \frac{P}{S}$ (α_p : coeficiente de absorción Sabine, P y S: perímetro y sección del conducto).

Para potencia sonora de un ventilador con un caudal de 20.000 m³/h, pérdida de carga 15 mm.c.a. (fórmula de Madison-Graham).

Los conductos CLIMAVER® tienen la máxima absorción acústica para un panel de aire acondicionado: $\alpha_w = 0,9$

11.2. Anexo II

Informe del ensayo

Pérdidas de carga en conductos CLIMAVER®

Objeto

Análisis comparativo de las pérdidas de carga entre los dos sistemas más habituales de fabricación de figuras para redes de conductos realizadas a partir de paneles de Lana de vidrio, revestidos por la cara interior con lámina de aluminio (CLIMAVER PLUS® R).

Antecedentes

El sistema de fabricación de conductos más tradicional o comúnmente denominado “por tapas”, permite realizar redes de conductos con codos y figuras de envolventes de superficie curvas.

Este sistema presenta el inconveniente de que la calidad de las figuras y especialmente la de los codos, como figura más sencilla y habitual, esta muy condicionada a la habilidad de ejecución del operario, y en todo caso, las superficies internas de la pieza presentan un elevado número de cortes interiores y por tanto juntas.

Dichas juntas, si no están correctamente ejecutadas pueden suponer zonas de acumulación de suciedad y de debilidad de las figuras.

El presente estudio pretende valorar las pérdidas de carga teniendo en cuenta, entre otros factores, la posible influencia en la fricción del aire de juntas interiores realizadas correctamente.

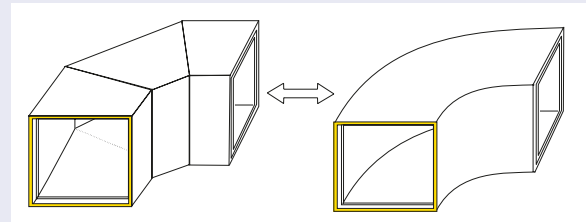
A partir de los sistemas de montaje empleados en los Estados Unidos de América, que descartan el sistema “por tapas” y las superficies curvas, Saint-Gobain Isover Ibérica, S.L., ha desarrollado toda una metodología de montaje basada en la fabricación de figuras y, por tanto, de codos a partir de conductos rectos.

Los elementos necesarios para realizar desviaciones en la distribución del aire en un ángulo de 90° se realizan con este método mediante dos cambios de dirección de 45° separados por una distancia mínima de 15 cm.

No se constata una diferencia apreciable en pérdida de carga, ya que existen consideraciones favorables al nuevo sistema en este aspecto, (menor rugosidad superficial por tener menor número de cortes). Esto último lo avalaban experiencias de calculistas consultados sobre obras reales.

Para confirmar todo lo anterior, se decidió hacer el ensayo de evaluación que ha dado lugar al presente informe.

Los conductos para aire acondicionado realizados con paneles de Lana de Vidrio presentan, en codos y ramificaciones, pérdidas de carga ligeramente inferiores, o a lo sumo similares, al realizarse en tramos rectos frente a la realización a través de tramos curvos.



Ensayo

Montajes

Se construyeron montajes de igual geometría de conductos CLIMAVER PLUS® R, conectados a la salida de un ventilador centrífugo con motor de velocidad variable, capaz de producir al límite 8 m³/s, con una presión de 110 mm.c.a.

Las condiciones de ensayo, fueron:

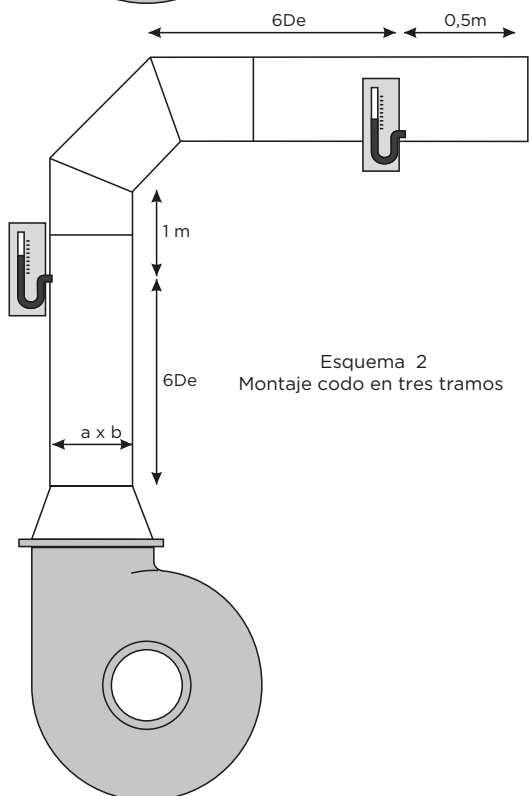
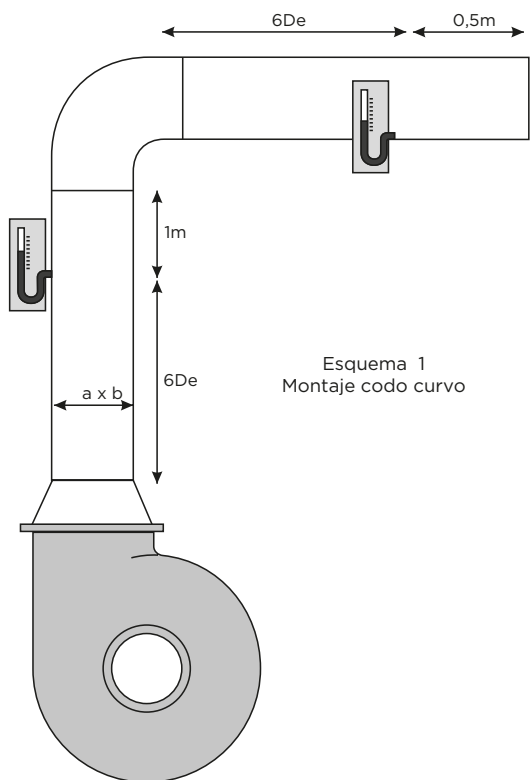
- Los montajes consistían en un tramo recto + un codo + un tramo recto.
- Los tramos rectos, eran de una longitud un metro superior a 6 diámetros de la sección circular equivalente a los conductos rectangulares.

El diámetro equivalente de un conducto rectangular de sección a x b, viene dado por el algoritmo:

$$De = 1,3 \frac{(a \cdot b)^{0,625}}{(a + b)^{0,251}}$$

- Los conductos de ensayo se construyeron con dos secciones de 300 x 300 mm y 390 x 310 mm. Para cada sección, se construyeron dos tipos de codos: curvo y de tres piezas, cuidando que los desarrollos longitudinales de los codos fueran iguales para cada sección del conducto.
- La velocidad de circulación del aire, se determinó por un anemómetro situado aguas debajo de los codos, a seis diámetros equivalentes de la salida recta de los mismos + 0,5 m.
- La pérdida de carga del sistema, se determinó por medio de un tubo de Pitot, situando los captadores a 1 m antes de los codos y, aguas debajo de los codos, a seis diámetros equivalentes de la salida recta de los mismos.

El montaje puede observarse en los esquemas adjuntos.



Resultados de los ensayos

En el cuadro adjunto (Tabla 1), se presentan las medidas reales obtenidas en los ensayos.

La extensión de los resultados al espectro completo de velocidades, se puede realizar por ajuste de los valores reales a los valores teóricos, según:

$$\Delta P = C \times K_{Re} \times v^2/4$$

Donde:

- El coeficiente “C”, es función de la geometría del codo (sección y forma)
- El valor de “K_{Re}”, depende del Re, pero tiende a 1 para valores de v > 5,5 m/s, para las secciones de ensayo.

En resumen: puede establecerse una aproximación suficiente para las pérdidas de carga, con una curva parabólica de forma:

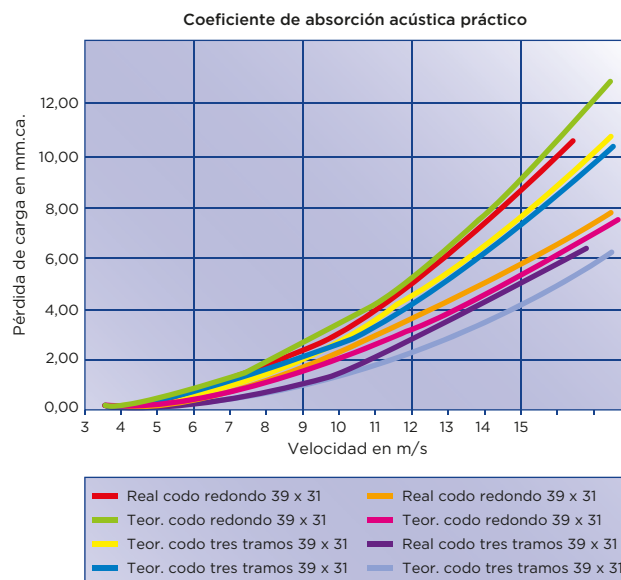
$$\Delta P = K_i \times v^2$$

Con valores de K_i diferentes para cada geometría, obtenida como promedio de resultados aplicando los valores reales de ensayo.

Tabla 1

Velocidad m/s	Pérdidas de cargas reales ΔP (mm c.a.)			
	Codo Red. 390 x 310 mm	Codo 3 piezas 390 x 310 mm	Codo Red. 300 x 300 mm	Codo 3 piezas 300 x 300 mm
7	2	1,5	1	1
14	8,5	-	-	5
15	-	8,5	6	-
20	20	-	-	-
22	-	20	15	13

Pérdidas de carga en codos curvos y en codos de tres tramos rectos



De todo esto resulta la Tabla 2.

Velocidad m/s	Pérdidas de cargas reales ΔP (mm c.a.)			
	Codo Red. 390 x 310 mm	Codo 3 piezas 390 x 310 mm	Codo Red. 300 x 300 mm	Codo 3 piezas 300 x 300 mm
1	0,05	0,04	0,03	0,02
2	0,18	0,15	0,10	0,10
3	0,41	0,33	0,23	0,22
4	0,74	0,59	0,42	0,38
5	1,15	0,93	0,65	0,60
6	1,66	1,33	0,94	0,86
7	2,25	1,81	1,27	1,18
8	2,94	2,37	1,66	1,54
9	3,73	3,00	2,11	1,94
10	4,60	3,70	2,60	2,40
11	5,57	4,48	3,15	2,90
12	6,62	5,33	3,74	3,46
13	7,77	6,25	4,39	4,06
14	9,02	7,25	5,10	4,70
15	10,35	8,33	5,85	5,40
16	11,78	9,47	6,66	6,14
17	13,29	10,69	7,51	6,94
18	14,90	11,99	8,42	7,78
19	16,61	13,36	9,39	8,66
20	18,40	14,80	10,40	9,60
21	20,29	16,32	11,47	10,58
22	22,26	17,91	12,58	11,62

Los cálculos de pérdidas de carga realizados por los programas informáticos para figuras con superficies curvas (envolventes exteriores e interiores) son de aplicación para los montajes de redes de conductos construidos según el MÉTODO DEL TRAMO RECTO, sin necesidad de ajustes.

Conclusiones

De los resultados anteriores, se puede concluir:

- Para la misma geometría, los codos de tres piezas (2 desvíos de 45°) presentan una menor pérdida de carga con envolventes de superficie circular o curvada.
- Las diferencias entre ambos sistemas de codos, son inapreciables para valores de velocidad < 7 m/s.

11.3. Anexo III

Sistema de montaje CLIMAVER® STAR

Descripción

Panel para la fabricación de conductos autoportantes válido para instalaciones por el exterior de edificios con un exclusivo revestimiento exterior con elevada resistencia mecánica y protección de rayos ultravioleta. Dotado también con un revestimiento interior neto con elevada absorción acústica.

Aplicaciones

CLIMAVER® STAR es apto para presiones de hasta 800 Pa. y al disponer de un espesor de 40mm con una conductividad de 0,032 W / (m•k) a 10 °C, tiene la resistencia térmica requerida por el RITE para el exterior de edificios.

Para el sellado de las juntas longitudinales y perimetrales exteriores se utilizará la cinta CLIMAVER® STAR, fabricada con el mismo revestimiento que el propio panel.

Este producto tiene las ventajas y facilidad de instalación que el resto de los paneles de la gama CLIMAVER®, ya que

se instala con los mismos métodos de trabajo, adaptándose con facilidad a las necesidades de la instalación.

Para realizar los cortes longitudinales se usarán las cuchillas CLIMAVER® APTA.

En caso de conductos que requieran refuerzos perimetrales, estos serán del mismo tipo y frecuencia que el resto de la gama de paneles CLIMAVER®, con la particularidad que al tratarse de instalaciones a la intemperie, estos deben estar fabricados con un material apto para el exterior de edificios, que resista la corrosión y los rayos ultravioleta, teniendo en cuenta que los tornillos que fijan estos perfiles al panel, deben sellarse con Cinta CLIMAVER® STAR, u otro tipo de material que resista la acción de la intemperie y evite la corrosión de estos elementos.

Para la suportación de los conductos CLIMAVER® STAR, puede usarse los sistemas existentes en el mercado.



11.4 Anexo IV

Medidas en instalaciones con conductos CLIMAVER® y criterios de medición según Norma UNE 92315

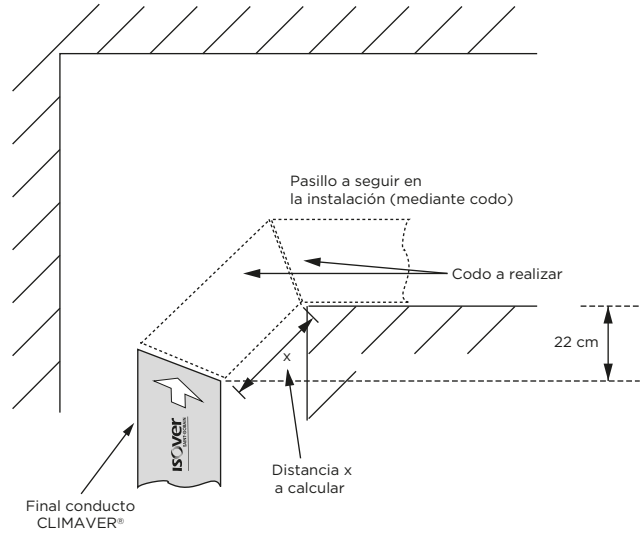
Siguiendo el MÉTODO DEL TRAMO RECTO es sumamente fácil tomar las medidas adecuadas para ajustarse al diseño previsto de la instalación. Esta afirmación se mostrará a través de un ejemplo.

Supongamos una instalación en la que debemos hacer un codo y seguir pegados a la pared.

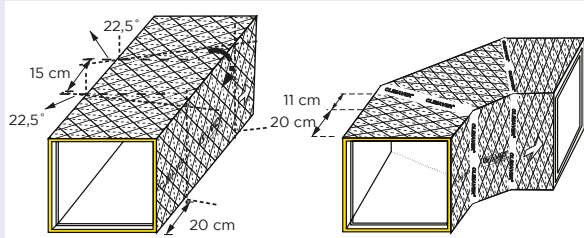
Desde el final del conducto, y hasta la pared nos faltan 22 cm. Estos 22 cm. los ganaremos con el codo que vamos a realizar para ajustarnos al cambio de la dirección.

En un codo estándar, por cada 15 cm que separemos los dos cortes a 22'5° (según las líneas-guía), ganamos 11 cm en altura.

Así, mediante una sencilla regla de tres, para conseguir 22 cm. necesitamos separar los dos cortes a 22'5° , 30 cm.

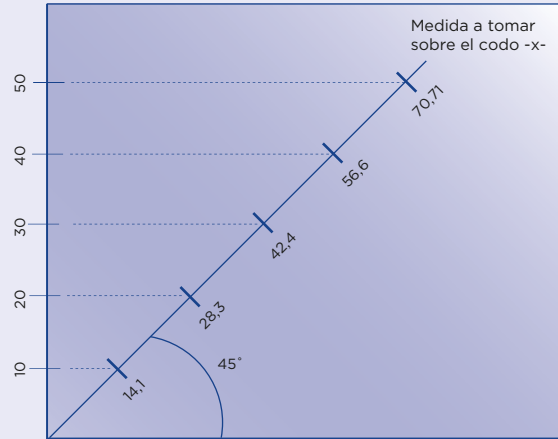


No obstante, para distancias donde no nos resulte tan fácil hacer una regla de tres es mucho más fácil trazar una pequeña plantilla como la que adjuntamos:



De esta forma, y mediante medición directa, obtenemos las medidas exactas para ajustarnos al diseño de la instalación.

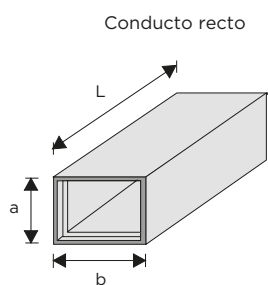
Medida que queremos avanzar



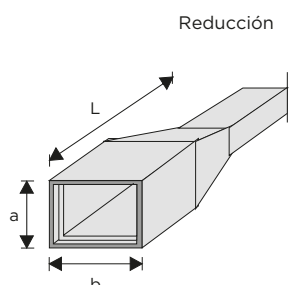
Crterios de medición de conductos, según Norma UNE 92315

Esta Norma proporciona un método de medición y cuantificación para los trabajos de aislamiento térmico de conductos.

Las superficies se miden siempre por la cara exterior del conducto. Aunque no está recogido por esta Norma, en ocasiones es habitual incluir un 10-15 % de merma, ya que determinadas piezas como son conexiones a máquina, rejillas y piezas no estándar tienen mucho desperdicio.

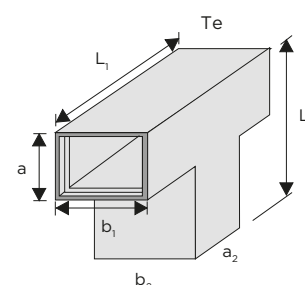
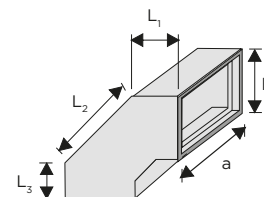


$$S = 2 \cdot (a + b) \cdot L$$

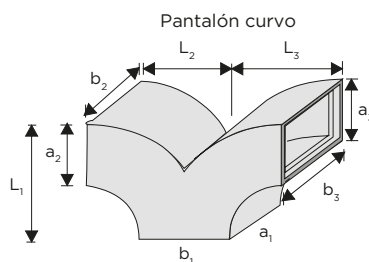
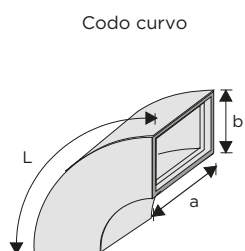


$$S = 2 \cdot (a + b) \cdot L$$

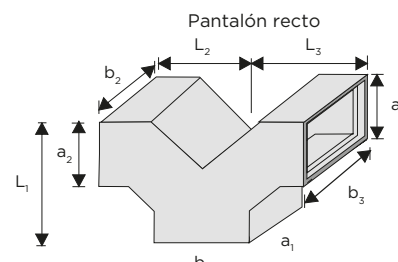
Codo a tres tramos



$$S = 2 \cdot (a_1 + b_1) \cdot L_1 + 2 \cdot (a_2 + b_2) \cdot L_2$$



$$S = 2 \cdot (a_1 + b_1) \cdot L_1 + 2 \cdot (a_2 + b_2) \cdot L_2 + 2 \cdot (a_3 + b_3) \cdot L_3$$



$$S = 2 \cdot (a_1 + b_1) \cdot L_1 + 2 \cdot (a_2 + b_2) \cdot L_2 + 2 \cdot (a_3 + b_3) \cdot L_3$$

11.5. Anexo V

Qué no se debe hacer con CLIMAVER®

Por Normativa

Según la Norma EN 13403, en el apartado 5 “Restricciones de aplicación”, no se pueden utilizar conductos de Lana de Vidrio para:

- Conductos de extracción de campanas o cabinas de humo (cocinas, laboratorios, etc.).
- Conductos de extracción de aire conteniendo gases corrosivos o sólidos en suspensión.
- Conductos instalados al exterior de edificios, sin protección adicional, excepto CLIMAVER® STAR.
- Conductos enterrados, sin protección adicional.
- Conductos verticales de más de 10 m. de altura, sin soportes adicionales.
- Ambientes saturados en cloro.

No se deben utilizar conductos CLIMAVER® cuando se superen los siguientes límites de aplicación:

- Presión estática máxima: 800 Pa.
- Velocidad máxima: 18 m/s.
- Temperatura máxima del aire: 60 °C al exterior del conducto y 90 °C al interior.
- Temperatura mínima: -30 °C.

No se deben utilizar cintas de aluminio que incumplan los siguientes requisitos:

- La anchura mínima nominal de la cinta será de 65 mm.
- La resistencia a la tracción será igual o superior a 45 N/cm.
- La resistencia al despegue será de, al menos, 6,7 N/cm a 82 °C y tras 15 min. de prueba.

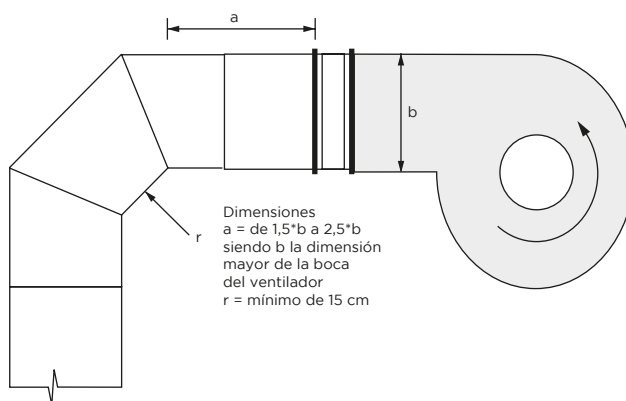
Dimensión interior (mm)	Distancia máxima entre soportes (m)
< 900	2,4
900 a 1.500	1,8
> 1.500	1,2

Recomendaciones del fabricante

- No se deben realizar cortes interiores en el panel.
- No deben realizarse codos curvos, puesto que exigen la realización de cortes interiores en el panel para poder curvar el panel y ajustarlo a la forma del codo.
- La salida del ventilador debe continuar en un tramo recto de longitud entre 1,5 y 2,5 veces la dimensión mayor de la boca del ventilador.
- Si se realizan reducciones tras la salida deben tener una inclinación máxima de 15°.
- Si se debe realizar un codo, el sentido de circulación del aire en el mismo corresponderá con el del giro del ventilador.
- La conexión al equipo ha de ajustarse interponiendo un acoplamiento flexible para evitar la propagación de vibraciones.
- Las cintas de aluminio utilizadas deben tener, al menos, 65 mm de anchura, 50 micras de espesor.

Por último, y en función de cual sea la posición relativa de la brida del equipo y del conducto de aire, podrá ser necesario disponer de un angular de chapa para reafirmar la conexión.

Como puede verse, las diferentes disposiciones utilizan un tornillo para afianzar la fijación entre el PERFIVER H y el panel. Otro aspecto a considerar es que no se debe introducir el panel en la salida de aire de la máquina.



11.6. Anexo VI

Gestión de residuos



ELIMINACIÓN DE RESIDUOS DE LANAS MINERALES

SAINT-GOBAIN ISOVER IBÉRICA S.L. les informa que los residuos de nuestros productos de LANAS MINERALES, lanas de vidrio y lanas de roca, deben ser considerados como “residuos no peligrosos”, y por tanto, pueden ser llevados directamente a vertedero.

Estos residuos están incluidos en el código CER 170604: “Materiales de aislamientos distintos a los especificados en los códigos: 170601 y 170603”, y están totalmente exentos de amianto (asbesto).

Todos los productos fabricados por SAINT-GOBAIN ISOVER IBÉRICA, S.L., en Azuqueca de Henares, están certificados por EUCEB.

EUCEB, European Certification Board of Mineral Wool Products - www.euceb.org, es una iniciativa voluntaria para la industria de las lanas minerales. Es una entidad de certificación independiente que garantiza que los productos están hechos de fibras, que cumplen con los criterios de exoneración de carcinogenicidad (Nota Q) de la Directiva 97/69/CE y el Reglamento (CE) 1272/2008.

Atentamente,

F. Peinado
Dirección Técnica
Azuqueca de Henares, 13 de enero de 2017



Saint Gobain Isover Ibérica, S.L.

Príncipe de Vergara, 132 • 28002 Madrid • España • Tel.: +34 901 33 22 11 • isover.es@saint-gobain.com • www.isover.es
Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, tomo 32346, folio 93, inscripción 1, hoja M-582248 • C.I.F. B-67016283

11.7. Anexo VII

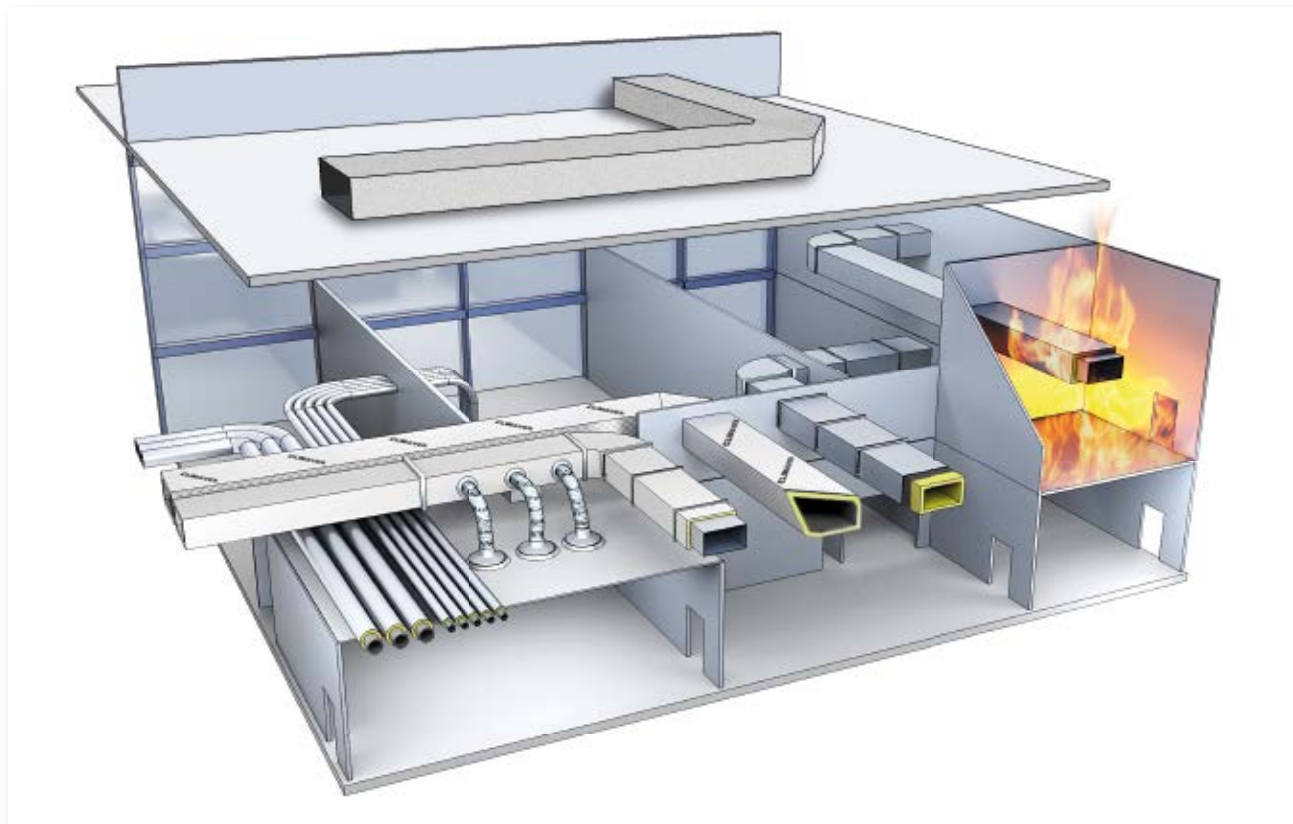
Fichas y Selector de Productos ISOVER para Climatización

Tabla de Productos ISOVER para Climatización

Marca comercial	Lana de Vidrio	Lana de Roca	Conductividad térmica (W/m·K) (10°C)	Reacción al fuego	Conductos autoportantes	Aislamiento por el exterior de conductos	Aislamiento por el interior de conductos	Conductos resistentes al fuego EI	Aislamiento de tuberías	Conductos flexibles	Página
CLIMAVER® STAR conducto autoportante para exteriores de edificios.	•		0,032	B-s1,d0	•						122
CLIMAVER neto®	•		0,032	B-s1,d0	•						123
CLIMAVER PLUS® R	•		0,032	B-s1,d0	•						124
CLIMAVER® APTA	•		0,032	B-s1,d0	•						125
CLIMAVER® A1 APTA	•		0,032	A1	•						126
CLIMAVER® A2 APTA	•		0,032	A2-s1,d0	•						127
CLIMAVER® A2 neto	•		0,032	A2-s1,d0	•						128
CLIMAVER® A2 deco	•		0,032	A2-s1,d0	•						129
CLIMAVER® A2 PLUS	•		0,032	A2-s1,d0	•						130
CLIMCOVER Roll Alu3	•		0,035	B-s1,d0		•					138
CLIMCOVER Roll Alu2	•		0,035	A2-s1,d0		•					139
IBER COVER	•		0,040	B-s1,d0		•					140
CLIMCOVER LAMELA MAT	•		0,038	A2-s1,d0		•					141
CLIMLINER Roll G1			0,032	A2-s1,d0			•				142
ULTIMATE® Protect Slab 4.0 /4.0 Alu1 (Black)	-	-	0,033	A1				•			143
ULTIMATE® Protect Wired Mat 4.0 /4.0 Alu1 (Black)	-	-	0,033	A1				•			144
CLIMPIPE Section Alu2	•		0,038*	A2L-s1,d0					•		146
FLEXIVER CLIMA	-	-	0,034	B-s1,d0						•	147
FLEXIVER D	-	-	0,034	B-s1,d0						•	147

*Conductividad a 50°C. **Consultar ficha técnica.

El selector de productos que se muestra a continuación es una herramienta diseñada para facilitar la búsqueda del producto adecuado para cada aplicación.



En las páginas 106-107 aparecen los productos recomendados para cada una de las aplicaciones.

Solución para exteriores CLIMAVER®

- CLIMAVER® STAR (pág. 122)



**Conductos Flexibles
FLEXIVER**

- Flexiver Clima (pág. 147)
- Flexiver D (pág. 147)



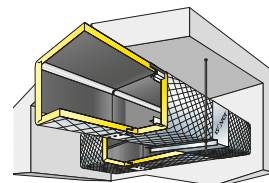
**Aislamiento de
Tuberías CLIMPIPE**

- CLIMPIPE Section Alu2 (pág. 146)



Conductos Autoportantes CLIMAVER®

- CLIMAVER® A1 APTA (pág. 126)
- CLIMAVER® A2 APTA (pág. 127)
- CLIMAVER® neto (pág. 123)
- CLIMAVER® A2 neto (pág. 128)
- CLIMAVER Plus® R (pág. 124)
- CLIMAVER® A2 deco (pág. 129)
- CLIMAVER® APTA (pág. 125)
- CLIMAVER® A2 PLUS (pág. 130)

**Conductos Resistentes al Fuego (EI) U Protect**

- ULTIMATE U Protect Slab 4.0 / 4.0 Alu1 (Black) (pág. 143)
- ULTIMATE U Protect Wired Mat 4.0 / 4.0 Alu1 (Black) (pág. 144)

**Aislamiento por el Interior de Conductos CLIMLINER**

- CLIMLINER Roll G1 (pág. 142)

**Aislamiento por el Exterior de Conductos CLIMCOVER**

- CLIMCOVER Roll Alu3 (pág. 138)
- CLIMCOVER Roll Alu2 (30) (pág. 149)
- IBER COVER (pág. 140)
- CLIMCOVER LAMELA MAT (pág. 141)





CLIMAVER® STAR

Conductos Autoportantes CLIMAVER® para exterior

Panel rígido de Lana de Vidrio ISOVER de alta densidad para uso en exteriores. Es un panel revestido por la cara exterior de un revestimiento de aluminio gofrado plastificado con barrera de vapor absoluta, impermeable con protección ultravioleta, y adherido al panel de Lana Mineral mediante un sistema de pegado resistente a ambientes exteriores; y por su cara interior, con un tejido Neto de vidrio reforzado de color negro de gran resistencia mecánica. Por sus excelentes prestaciones en cuanto a aislamiento térmico y acústico, **CLIMAVER® STAR** es la solución adecuada para la instalación de redes de conductos autoportantes de distribución de aire en las instalaciones térmicas de Climatización en el exterior de los edificios.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,032 (10)	EN 12667 EN 12939
				0,033 (20)	
				0,036 (40)	
				0,039 (60)	
—	Reacción al fuego		Euroclase	B-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	150	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, S_d		m	100	EN 12086
DS	Estabilidad dimensional $\Delta\epsilon$		%	< 1	EN 1604
—	Estanquidad		Clase	D	UNE-EN 13403 EN 12237
—	Resistencia a la presión		Pa	800	UNE-EN 13403

Condiciones de trabajo: velocidad de aire de hasta 18 m/s y temperatura de aire de circulación de hasta 90°C.

Espesor d (mm)	Coefficiente ponderado de absorción acústica, A_W, α_{p0}	Clase de absorción acústica	Icono	Código de designación
EN 823	EN ISO 354 EN ISO 11654	UNE EN ISO 11654		EN 14303
40	0,90 ⁽¹⁾	A		MW-EN 14303-T5-MV1

Ensayos acústicos con plenum: CTA 140003/REV. ⁽¹⁾ Coeficiente ponderado de absorción acústica A_W, α_{p0} sin plenum 0,70 (40mm espesor) CTA 140053/REV-2 y α_{p0} sin plenum 0,90 (50 mm espesor) CTA 140045/REV-2.

Espesor d, mm	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
40	0,40	0,70	0,85	0,85	0,90	1,00
Sección, S mm ²	Atenuación acústica, en un tramo recto, ΔL (DB/m)*					
200x200	5,82	12,75	16,73	16,73	18,12	21,00
300x400	3,40	7,43	9,76	9,76	10,57	12,25
400x700	2,29	5,01	6,57	6,57	7,12	8,25

*Estimación mediante la fórmula: $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p \cdot \frac{P}{S}$, (P = perímetro)

para potencia sonora de un ventilador con un caudal de 20000 m³/h, pérdida de carga 15mm ca.

Presentación



Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /palé	m ² /camión
40	3,00	1,21	65,34	1.568,16

Ventajas

- Resistente a la intemperie. Ensayo de envejecimiento por ciclos climáticos basado en la norma ISO 9142 sección D3 superado con éxito.
- Válido para la aplicación directa en el exterior de edificios.
- Elevados rendimientos térmicos.
- Máxima clase de estanqueidad definida por el RITE.
- Óptima calidad del ambiente acústico.
- Resistencia a métodos de limpieza más agresivos, UNE 100012.
- Instalación más fácil y rápida. Máxima eficiencia en obra.
- Continuidad en las uniones gracias al exclusivo machihembrado de los paneles.
- No proliferación de mohos y bacterias, EN 13403.
- Producto sostenible. 100% reciclable. Material reciclado > 50%.



Certificados



Guía de instalación

Consultar Manual de Montaje de conductos **CLIMAVER®**. Información adicional disponible en: www.isover.es



CLIMAVER neto®

Conductos Autoportantes CLIMAVER®

Panel rígido de lana de vidrio ISOVER de alta densidad, revestido por la cara exterior con una lámina de aluminio reforzada con papel *kraft* y malla de vidrio, que actúa como barrera de vapor, y por su cara interior, con un tejido neto de vidrio reforzado de color negro de gran resistencia mecánica. Por sus excelentes prestaciones acústicas y su buen comportamiento térmico, **CLIMAVER neto®**, es la opción adecuada para la instalación de redes de conductos autoportantes de distribución de aire en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,032 (10) 0,033 (20) 0,036 (40) 0,038 (60)	EN 12667 EN 12939
—	Reacción al fuego		Euroclase	B-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	> 140	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, Sd		m	100	EN 12086
DS	Estabilidad dimensional $\Delta\epsilon$		%	< 1	EN 1604
—	Estanqueidad		Clase	D	UNE-EN 13403 EN 12237
—	Resistencia a la presión		Pa	800	UNE-EN 13403

Condiciones de trabajo: velocidad de aire de hasta 18 m/s y temperatura de aire de circulación de hasta 90°C.

Espesor d (mm)	Coefficiente ponderado de absorción acústica, AW, $\alpha_{p,0}$	Clase de absorción acústica		Código de designación
EN 823	EN ISO 354 EN ISO 11654	UNE EN ISO 11654		EN 14303
25	0,85 ⁽¹⁾	B		MW-EN 14303-T5-MV1

Ensayos acústicos con plenum. CTA 048/11/REV-5.

⁽¹⁾ Coeficiente ponderado de absorción acústica $AW, \alpha_{p,0}$ sin plenum. 0,55 CTA 140053/REV-7.

	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Espesor d, mm	Coefficiente práctico de absorción acústica, α_p EN ISO 354 / EN ISO 11654					
25	0,35	0,65	0,75	0,85	0,90	0,90
Sección, S mm²	Atenuación acústica, en un tramo recto, ΔL (DB/m)*					
200x200	4,83	11,49	14,04	16,73	18,12	18,12
300x400	2,82	6,70	8,19	9,76	10,57	10,57
400x500	2,17	5,17	6,32	7,53	8,15	8,15
400x700	1,90	4,51	5,51	6,57	7,12	7,12
500x1000	1,45	3,45	4,21	5,02	5,44	5,44

*Estimación mediante la fórmula: $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p^{1,4} \cdot \frac{P}{S}$, (P = perímetro)

para potencia sonora de un ventilador con un caudal de 20000 m³/h, pérdida de carga 15mm ca.

Presentación



Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
25	3,00	1,19	24,99	299,88	2.399

Ventajas

- Marcado CE como sistema de ventilación y climatización (ETA 20/0122 en base a EAD 360001-00-0803).
- Cortes fáciles. Sin riesgo de rotura durante su manipulación.
- Máxima clase de estanqueidad definida por el RITE.
- Óptima calidad del ambiente acústico y clase de confort.
- Resistencia a métodos de limpieza agresivos, UNE 100012.
- Continuidad en uniones. Exclusivo machihembrado de paneles.
- Exclusivo marcado de líneas guía para corte por MTR.
- No proliferación de mohos y bacterias. Ensayos según EN 13403.
- Producto sostenible. 100% reciclable. Material reciclado >50%.



Certificados



Guía de instalación

Consultar Manual de Montaje de conductos **CLIMAVER®**.
Información adicional disponible en: www.isover.es



CLIMAVER PLUS® R

Conductos Autoportantes CLIMAVER®

Panel rígido de alta densidad de Lana de Vidrio ISOVER, revestido por la cara exterior con una lámina de aluminio reforzada con papel kraft y malla de vidrio, que actúa como barrera de vapor, y por su cara interior, con una lámina de aluminio reforzada con papel kraft. El canto macho está rebordeado por el complejo interior de aluminio. Incorpora un velo de vidrio en cada cara del panel para otorgar mayor rigidez. Por sus buenas prestaciones acústicas y su buen comportamiento térmico, **CLIMAVER PLUS® R** es la opción adecuada para la instalación de redes de conductos autoportantes de distribución de aire en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,032 (10)	EN 12667 EN 12939
				0,033 (20)	
				0,036 (40)	
				0,038 (60)	
—	Reacción al fuego		Euroclase	B-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		m ² ·h·Pa/mg	> 140	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, Sd		m	100	EN 12086
DS	Estabilidad dimensional $\Delta\epsilon$		%	< 1	EN 1604
—	Estanquidad		Clase	D	UNE-EN 13403 EN 12237
—	Resistencia a la presión		Pa	800	UNE-EN 13403

Condiciones de trabajo: velocidad de aire de hasta 18 m/s y temperatura de aire de circulación de hasta 90°C.

Espesor d (mm)	Coefficiente ponderado de absorción acústica, AW, α_w	Clase de absorción acústica		Código de designación
EN 823	EN ISO 354 EN ISO 11654	UNE EN ISO 11654		EN 14303
25	0,35	D		MW-EN 14303-T5-MV1

Ensayos acústicos con plenum: AC3-D1-99 I.

	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Espesor d, mm	Coefficiente práctico de absorción acústica, α_p EN ISO 354 / EN ISO 11654					
25	0,20	0,20	0,20	0,60	0,50	0,40
Sección, S mm²	Atenuación acústica, en un tramo recto, ΔL (DB/m)*					
200x200	2,21	2,21	2,21	10,27	7,96	5,82
300x400	1,29	1,29	1,29	5,99	4,64	3,40
400x500	0,99	0,99	0,99	4,62	3,58	2,62
400x700	0,87	0,87	0,87	4,04	3,13	2,29
500x1000	0,66	0,66	0,66	3,08	2,39	1,75

*Estimación mediante la fórmula: $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p^{1,4} \cdot \frac{P}{S}$, (P = perímetro)

para potencia sonora de un ventilador con un caudal de 20000 m³/h, pérdida de carga 15mm ca.

Presentación



Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
25	3,00	1,19	24,99	299,88	2.399

Ventajas

- Marcado CE como sistema de ventilación y climatización (ETA 20/0122 en base a EAD 360001-00-0803)
- Rigidez excepcional de los conductos.
- Máxima clase de estanqueidad definida por el RITE.
- Cierta mejora en la calidad del ambiente acústico.
- Resistencia a métodos de limpieza agresivos, UNE 100012.
- Facilidad de limpieza. Superficie interior de acabado liso.
- Exclusivo marcado de líneas guía para corte por MTR.
- Continuidad en uniones. Exclusivo machihembrado de paneles y rebordeado del canto macho interior.
- No proliferación de mohos y bacterias. Ensayos según EN 13403.
- Producto sostenible. 100% reciclable. Material reciclado >50%.

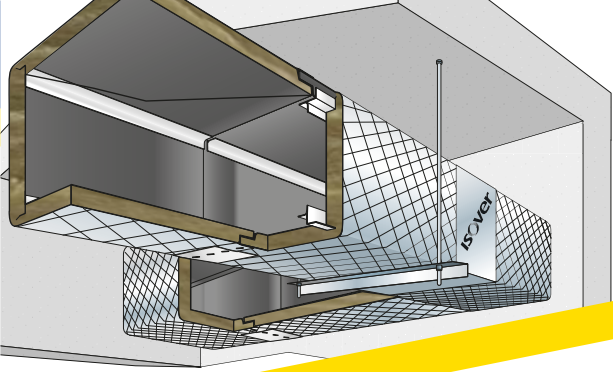


Certificados



Guía de instalación

Consultar Manual de Montaje de conductos CLIMAVER®
Información adicional disponible en: www.isover.es



CLIMAVER® APTA

Conductos Autoportantes CLIMAVER®

Panel rígido de Lana de Vidrio ISOVER de alta densidad, revestido por la cara exterior con una lámina de aluminio reforzada con papel *kraft* y malla de vidrio, que actúa como barrera de vapor, y por su cara interior, con un tejido neto de vidrio reforzado de color negro de gran resistencia mecánica. Por sus excelentes prestaciones en cuanto a aislamiento térmico y acústico, **CLIMAVER® APTA** es la solución adecuada para la instalación de redes de conductos autoportantes de distribución de aire en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,032 (10)	EN 12667 EN 12939
				0,033 (20)	
				0,036 (40)	
				0,039 (60)	
—	Reacción al fuego		Euroclase	B-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	> 140	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, S_d		m	100	EN 12086
DS	Estabilidad dimensional $\Delta\epsilon$		%	< 1	EN 1604
—	Estanquidad		Clase	D	UNE-EN 13403 EN 12237
—	Resistencia a la presión		Pa	800	UNE-EN 13403

Condiciones de trabajo: velocidad de aire de hasta 18 m/s y temperatura de aire de circulación de hasta 90°C.

Espesor d (mm)	Coficiente ponderado de absorción acústica, AW, α_{c0}	Clase de absorción acústica		Código de designación
EN 823	EN ISO 354 EN ISO 11654	UNE EN ISO 11654		EN 14303
40	0,90 ⁽¹⁾	A		MW-EN 14303-T5-MV1

Ensayos acústicos con plenum: CTA 140003/REV. ⁽¹⁾ Coficiente ponderado de absorción acústica AW, α_{c0} sin plenum 0,70 (40mm espesor) CTA 140053/REV-2 y α_{c0} sin plenum 0,90 (50mm espesor) CTA 140045/REV-2.

	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Espesor d, mm	Coficiente práctico de absorción acústica, α_p EN ISO 354 / EN ISO 11654					
40	0,40	0,70	0,85	0,85	0,90	1,00
Sección, S mm²	Atenuación acústica, en un tramo recto, ΔL (DB/m)*					
200x200	5,82	12,75	16,73	16,73	18,12	21,00
300x400	3,40	7,43	9,76	9,76	10,57	12,25
400x700	2,29	5,01	6,57	6,57	7,12	8,25

*Estimación mediante la fórmula: $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p^{14} \cdot \frac{P}{S}$, (P = perímetro) para potencia sonora de un ventilador con un caudal de 20000 m³/h, pérdida de carga 15mm ca.

Presentación

Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
40*	3,00	1,21	18,15	199,70	1.597

*Disponible también en 50mm bajo consulta.

Ventajas

- Marcado CE como sistema de ventilación y climatización (ETA 20/0122 en base a EAD 360001-00-0803).
- Elevados rendimientos térmicos.
- Máxima clase de estanqueidad definida por el RITE.
- Óptima calidad del ambiente acústico y clase de confort.
- Resistencia a métodos de limpieza más agresivos, UNE 100012.
- Exclusivo marcado de líneas guía para corte por MTR.
- Instalación más fácil y rápida. Máxima eficiencia en obra.
- Continuidad en las uniones gracias al exclusivo machihembrado de los paneles.
- No proliferación de mohos y bacterias, EN 13403.
- Producto sostenible. 100% reciclable. Material reciclado > 50%.



Certificados



Guía de instalación

Consultar Manual de Montaje de conductos CLIMAVER®
Información adicional disponible en: www.isover.es



CLIMAVER® A1 APTA

Conductos Autoportantes CLIMAVER®

Panel rígido de Lana de Vidrio ISOVER con excelente reacción al fuego, ya que no contribuye al incendio en ninguna fase del mismo. Es un panel de alta densidad, revestido por la cara exterior con una lámina de aluminio reforzada con malla de vidrio, que actúa como barrera de vapor, y por su cara interior, con un tejido neto de vidrio reforzado de color negro de gran resistencia mecánica. Por sus excelentes prestaciones en cuanto a aislamiento térmico y acústico, **CLIMAVER® A1 APTA** es la mejor solución de conducto autoportante existente en el mercado, ya que es capaz de satisfacer los más altos requisitos de reacción al fuego, para la instalación de redes de conductos autoportantes de distribución de aire en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,032 (10)	EN 12667 EN 12939
				0,033 (20)	
				0,036 (40)	
				0,039 (60)	
—	Reacción al fuego		Euroclase	A1	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	> 140	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, Sd		m	100	EN 12086
DS	Estabilidad dimensional $\Delta\epsilon$		%	< 1	EN 1604
—	Estanquidad		Clase	D	UNE-EN 13403 EN 12237
—	Resistencia a la presión		Pa	800	UNE-EN 13403

Condiciones de trabajo: velocidad de aire de hasta 18 m/s y temperatura de aire de circulación de hasta 90°C.

Espesor d (mm)	Coefficiente ponderado de absorción acústica, AW, $\alpha_{p,0}$	Clase de absorción acústica		Código de designación
EN 823	EN ISO 354 EN ISO 11654	UNE EN ISO 11654		EN 14303
40	0,90 ⁽¹⁾	A		MW-EN 14303-T5-MV1

Ensayos acústicos con plenum: CTA 140003/REV.

⁽¹⁾ Coeficiente ponderado de absorción acústica AW, $\alpha_{p,0}$ sin plenum 0,70 (40mm espesor) CTA 140053/REV-2 y $\alpha_{p,0}$ sin plenum 0,90 (50mm espesor) CTA 140045/REV-2.

	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Espesor d, mm	Coefficiente práctico de absorción acústica, α_p EN ISO 354 / EN ISO 11654					
40	0,40	0,70	0,85	0,85	0,90	1,00
Sección, S mm²	Atenuación acústica, en un tramo recto, ΔL (DB/m)*					
200x200	5,82	12,75	16,73	16,73	18,12	21,00
300x400	3,40	7,43	9,76	9,76	10,57	12,25
400x700	2,29	5,01	6,57	6,57	7,12	8,25

*Estimación mediante la fórmula: $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p^{14} \cdot \frac{P}{S}$, (P = perímetro)

para potencia sonora de un ventilador con un caudal de 20000 m³/h, pérdida de carga 15mm ca.

Presentación

Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
40	3,00	1,21	18,15	199,70	1.597

Ventajas

- Excelente reacción al fuego.
- Elevados rendimientos térmicos.
- Máxima clase de estanqueidad definida por el RITE
- Óptima calidad del ambiente acústico
- Resistencia a métodos de limpieza más agresivos, UNE 100012.
- Exclusivo marcado de líneas guía para corte por MTR.
- Instalación más fácil y rápida. Máxima eficiencia en obra.
- Continuidad en las uniones gracias al exclusivo machihembrado de los paneles.
- No proliferación de mohos y bacterias, EN 13403.
- Producto sostenible. 100% reciclable. Material reciclado > 50%.

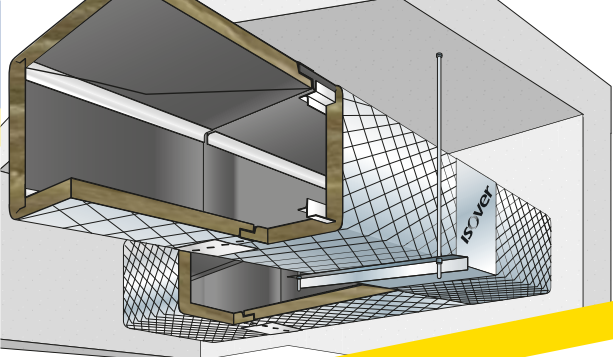


Certificados



Guía de instalación

Consultar Manual de Montaje de conductos CLIMAVER®. Información adicional disponible en: www.isover.es



CLIMAVER® A2 APTA

Conductos Autoportantes CLIMAVER®

Panel rígido de Lana de Vidrio ISOVER de alta densidad, revestido por la cara exterior con una lámina de aluminio reforzada con papel *kraft* y malla de vidrio, que actúa como barrera de vapor, y por su cara interior, con un tejido neto de vidrio reforzado de color negro de gran resistencia mecánica. Por sus excelentes prestaciones en cuanto a aislamiento térmico y acústico, **CLIMAVER® A2 APTA** es la mejor solución, capaz de satisfacer los más altos requisitos de reacción al fuego, para la instalación de redes de conductos autoportantes de distribución de aire en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,032 (10)	EN 12667 EN 12939
				0,033 (20)	
				0,036 (40)	
				0,039 (60)	
—	Reacción al fuego		Euroclase	A2-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	> 140	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, S_d		m	100	EN 12086
DS	Estabilidad dimensional $\Delta\epsilon$		%	< 1	EN 1604
—	Estanquidad		Clase	D	UNE-EN 13403 EN 12237
—	Resistencia a la presión		Pa	800	UNE-EN 13403

Condiciones de trabajo: velocidad de aire de hasta 18 m/s y temperatura de aire de circulación de hasta 90°C.

Espesor d (mm)	Coefficiente ponderado de absorción acústica, $AW, \alpha_{p,0}$	Clase de absorción acústica		Código de designación
EN 823	EN ISO 354 EN ISO 11654	UNE EN ISO 11654		EN 14303
40	0,90 ⁽¹⁾	A		MW-EN 14303-T5-MV1

Ensayos acústicos con plenum: CTA 140003/REV.

⁽¹⁾ Coeficiente ponderado de absorción acústica $AW, \alpha_{p,0}$ sin plenum 0,70 (40mm espesor) CTA 140053/REV-2 y $\alpha_{p,0}$ sin plenum 0,90 (50mm espesor) CTA 140045/REV-2.

	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Espesor d, mm	Coeficiente práctico de absorción acústica, α_p EN ISO 354 / EN ISO 11654					
40	0,40	0,70	0,85	0,85	0,90	1,00
Sección, S mm ²	Atenuación acústica, en un tramo recto, ΔL (DB/m)*					
200x200	5,82	12,75	16,73	16,73	18,12	21,00
300x400	3,40	7,43	9,76	9,76	10,57	12,25
400x700	2,29	5,01	6,57	6,57	7,12	8,25

*Estimación mediante la fórmula: $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p^{14} \cdot \frac{P}{S}$, (P = perímetro)

para potencia sonora de un ventilador con un caudal de 20000 m³/h, pérdida de carga 15mm ca.

Presentación



Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
40*	3,00	1,21	18,15	199,70	1,597

*Disponible también en 50mm bajo consulta.

Ventajas

- Marcado CE como sistema de ventilación y climatización (ETA 20/0122 en base a EAD 360001-00-0803).
- Elevados rendimientos térmicos.
- Máxima clase de estanqueidad definida por el RITE.
- Óptima calidad del ambiente acústico.
- Resistencia a métodos de limpieza más agresivos, UNE 100012.
- Exclusivo marcado de líneas guía para corte por MTR.
- Instalación más fácil y rápida. Máxima eficiencia en obra.
- Continuidad en las uniones gracias al exclusivo machihembrado de los paneles.
- No proliferación de mohos y bacterias, EN 13403.
- Producto sostenible. 100% reciclable. Material reciclado > 50%.



Certificados



Guía de instalación

Consultar Manual de Montaje de conductos CLIMAVER®. Información adicional disponible en: www.isover.es



CLIMAVER® A2 neto

Conductos Autoportantes CLIMAVER®

Panel rígido de Lana de Vidrio ISOVER de alta densidad, revestido por la cara exterior con una lámina de aluminio reforzada con papel *kraft* y malla de vidrio, que actúa como barrera de vapor, y por su cara interior, con un tejido neto de vidrio reforzado de color negro de gran resistencia mecánica. Por sus excelentes prestaciones acústicas y su buen comportamiento térmico, **CLIMAVER® A2 neto** es la mejor solución, capaz de satisfacer los más altos requisitos de reacción al fuego, para la instalación de redes de conductos autoportantes de distribución de aire en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,032 (10)	EN 12667 EN 12939
				0,033 (20)	
				0,036 (40)	
—	Reacción al fuego		Euroclase	A2-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	> 140	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, S_d		m	100	EN 12086
DS	Estabilidad dimensional $\Delta\epsilon$		%	< 1	EN 1604
—	Estanquidad		Clase	D	UNE-EN 13403 EN 12237
—	Resistencia a la presión		Pa	800	UNE-EN 13403

Condiciones de trabajo: velocidad de aire de hasta 18 m/s y temperatura de aire de circulación de hasta 90°C.

Espesor d (mm)	Coefficiente ponderado de absorción acústica, $AW, \alpha_{w,0}$	Clase de absorción acústica		Código de designación
EN 823	EN ISO 354 EN ISO 11654	UNE EN ISO 11654		EN 14303
25	0,85 ⁽¹⁾	B		MW-EN 14303-T5-MV1

Ensayos acústicos con plenum: CTA 048/11/REV-5.

⁽¹⁾ Coeficiente ponderado de absorción acústica $AW, \alpha_{w,0}$ sin plenum 0,55. CTA 140053/REV-7.

	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Espesor d, mm	Coefficiente práctico de absorción acústica, α_{p} EN ISO 354 / EN ISO 11654					
25	0,35	0,65	0,75	0,85	0,90	0,90
Sección, S mm²	Atenuación acústica, en un tramo recto, ΔL (DB/m)*					
200x200	4,83	11,49	14,04	16,73	18,12	18,12
300x400	2,82	6,70	8,19	9,76	10,57	10,57
400x500	2,17	5,17	6,32	7,53	8,15	8,15
400x700	1,90	4,51	5,51	6,57	7,12	7,12
500x1000	1,45	3,45	4,21	5,02	5,44	5,44

*Estimación mediante la fórmula: $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p \cdot l^4 \cdot \frac{P}{S}$, (P = perímetro)

para potencia sonora de un ventilador con un caudal de 20000 m³/h, pérdida de carga 15mm ca.

Presentación

Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
25	3,00	1,19	21,42	299,88	2.399



Ventajas

- Mercado CE como sistema de ventilación y climatización (ETA 20/0122 en base a EAD 360001-00-0803).
- Cortes fáciles y sin riesgo de roturas durante su manipulación.
- Máxima protección en caso de incendio.
- Máxima clase de estanqueidad definida por el RITE.
- Óptima calidad del ambiente acústico.
- Resistencia a métodos de limpieza más agresivos, UNE 100012.
- Exclusivo marcado de líneas guía para corte por MTR.
- Continuidad en las uniones gracias al exclusivo machihembrado de los paneles.
- No proliferación de mohos y bacterias, EN 13403.
- Producto sostenible. 100% reciclable. Material reciclado > 50%.



Certificados



Guía de instalación

Consultar Manual de Montaje de conductos CLIMAVER®. Información adicional disponible en: www.isover.es



CLIMAVER® A2 deco

Conductos Autoportantes CLIMAVER®

Panel rígido de Lana de Vidrio ISOVER de alta densidad, revestido por la cara exterior con un tejido de fibra de vidrio decorativo y una lámina de aluminio, que actúa como barrera de vapor, y por su cara interior, con un tejido neto de vidrio reforzado de color negro de gran resistencia mecánica. Por sus excelentes prestaciones acústicas y su buen comportamiento térmico, **CLIMAVER® A2 deco**, es la solución idónea, capaz de satisfacer los más altos requisitos de reacción al fuego, para la instalación de redes de conductos autoportantes de distribución de aire en las instalaciones térmicas vistas, sin falso techo, de Climatización de los edificios.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,032 (10)	EN 12667 EN 12939
				0,033 (20)	
				0,036 (40)	
				0,038 (60)	
—	Reacción al fuego		Euroclase	A2-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ			1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	> 140	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, S_d		m	100	EN 12086
DS	Estabilidad dimensional $\Delta\epsilon$		%	< 1	EN 1604
—	Estanquidad		Clase	D	UNE-EN 13403 EN 12237
—	Resistencia a la presión		Pa	800	UNE-EN 13403

Condiciones de trabajo: velocidad de aire de hasta 18 m/s y temperatura de aire de circulación de hasta 90°C.

Espesor d (mm)	Coefficiente ponderado de absorción acústica, $AW, \alpha_{p,0}$	Clase de absorción acústica	Icono	Código de designación
EN 823	EN ISO 354 EN ISO 11654	UNE EN ISO 11654		EN 14303
25	0,85 ⁽¹⁾	B		MW-EN 14303-T5-MV1

Ensayos acústicos con plenum: CTA 048/11/REV-5.

⁽¹⁾ Coeficiente ponderado de absorción acústica $AW, \alpha_{p,0}$ sin plenum 0,55. CTA 140053/REV-7.

Espesor d, mm	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Coeficiente práctico de absorción acústica, α_p EN ISO 354 / EN ISO 11654						
25	0,35	0,65	0,75	0,85	0,90	0,90
Sección, S mm ²	Atenuación acústica, en un tramo recto, ΔL (DB/m)*					
	200x200	4,83	11,49	14,04	16,73	18,12
300x400	2,82	6,70	8,19	9,76	10,57	10,57
400x500	2,17	5,17	6,32	7,53	8,15	8,15
400x700	1,90	4,51	5,51	6,57	7,12	7,12
500x1000	1,45	3,45	4,21	5,02	5,44	5,44

*Estimación mediante la fórmula: $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p \cdot \frac{1,4 \cdot P}{S}$, (P = perímetro)

para potencia sonora de un ventilador con un caudal de 20000 m³/h, pérdida de carga 15mm ca.

Presentación



Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
25	3,00	1,19	24,99	149,94*	2.399

* Posibilidad de suministro en medios palés
Colores especiales bajo pedido.

Ventajas

- Marcado CE como sistema de ventilación y climatización (ETA 20/0122 en base a EAD 360001-00-0803).
- Aspecto decorativo, rigidez estructural, barrera de vapor y máxima protección en caso de incendio, sin necesidad de pintura exterior adicional.
- Máxima clase de estanqueidad definida por el RITE.
- Óptima calidad del ambiente acústico y clase de confort.
- Resistencia a métodos de limpieza agresivos, UNE 100012.
- Continuidad en uniones. Exclusivo machihembrado de paneles.
- No proliferación de mohos y bacterias. Ensayos según EN 13403.
- Producto sostenible. Material reciclado >50%. 100% reciclable.
- Disponible en una amplia gama de colores.



Certificados



Guía de instalación

Consultar Manual de Montaje de conductos **CLIMAVER®**.
Información adicional disponible en: www.isover.es



CLIMAVER® A2 PLUS

Conductos Autoportantes CLIMAVER®

Panel rígido de Lana de Vidrio ISOVER de alta densidad, revestido por ambas caras con una lámina de aluminio reforzada con malla de vidrio, que actúa como barrera de vapor y otorga una mayor resistencia mecánica. El canto macho está rebordeado por el complejo interior de aluminio. Incorpora un velo de vidrio en cada cara del panel para otorgar mayor rigidez. Por sus buenas prestaciones acústicas y su buen comportamiento térmico, **CLIMAVER® A2 PLUS**, es la mejor solución, capaz de satisfacer los más altos requisitos de reacción al fuego, para la instalación de redes de conductos autoportantes de distribución de aire en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,032 (10)	EN 12667 EN 12939
				0,033 (20)	
				0,036 (40)	
—	Reacción al fuego		Euroclase	A2-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	> 140	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, S_d		m	100	EN 12086
DS	Estabilidad dimensional $\Delta\epsilon$		%	< 1	EN 1604
—	Estanquidad		Clase	D	UNE-EN 13403 EN 12237
—	Resistencia a la presión		Pa	800	UNE-EN 13403

Condiciones de trabajo: velocidad de aire de hasta 18 m/s y temperatura de aire de circulación de hasta 90°C.

Espesor d (mm)	Coficiente ponderado de absorción acústica, AW, α_w	Clase de absorción acústica	Código de designación
EN 823	EN ISO 354 EN ISO 11654	UNE EN ISO 11654	EN 14303
25	0,35	D	MW-EN 14303-T5-MV1

Ensayos acústicos con plénum: AC3-D1-99 I.

Espesor d, mm	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Coficiente práctico de absorción acústica, α_p EN ISO 354 / EN ISO 11654						
25	0,20	0,20	0,20	0,60	0,50	0,40
Sección, S mm ²	Atenuación acústica, en un tramo recto, ΔL (DB/m)*					
	200x200	2,21	2,21	2,21	10,27	7,96
300x400	1,29	1,29	1,29	5,99	4,64	3,40
400x500	0,99	0,99	0,99	4,62	3,58	2,62
400x700	0,87	0,87	0,87	4,04	3,13	2,29
500x1000	0,66	0,66	0,66	3,08	2,39	1,75

*Estimación mediante la fórmula: $\Delta L = 1,05 \cdot \alpha_p \cdot \frac{L^4 \cdot P}{S}$, (P = perímetro)
para potencia sonora de un ventilador con un caudal de 20000 m³/h, pérdida de carga 15mm ca.

Presentación

Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
25	3,00	1,19	21,42	299,98	2.399

Ventajas

- Mercado CE como sistema de ventilación y climatización (ETA 20/0122 en base a EAD 360001-00-0803).
- Rigidez, resistencia al desgarro y al punzonamiento.
- Máxima protección en caso de incendio.
- Máxima clase de estanqueidad definida por el RITE.
- Cierta mejora en la calidad del ambiente acústico.
- Resistencia a métodos de limpieza más agresivos, UNE 100012.
- Facilidad de limpieza. Superficie interior de acabado liso.
- Exclusivo marcado de líneas guía para corte por MTR.
- Exclusivo machihembrado de paneles y rebordeado del canto macho.
- No proliferación de mohos y bacterias, EN 13403.
- Producto sostenible. 100% reciclable. Material reciclado > 50%.



Certificados



Guía de instalación

Consultar Manual de Montaje de conductos **CLIMAVER®**.
Información adicional disponible en: www.isover.es



Accesorios CLIMAVER® STAR

Cinta CLIMAVER® STAR

Cinta de aluminio gofrado en base acrílica de 75 mm de ancho y 305 micras de espesor para la realización de conductos autoportantes **CLIMAVER®** en exteriores de edificios. Asegura la estanqueidad del conducto, y una perfecta y permanente adhesión de la cinta al conducto.



Presentación

Rollo de aluminio puro de 305 micras de espesor, 75 mm de ancho y 50 m de largo. Temperatura de servicio de -70° C a 120° C.

Cola CLIMAVER® STAR

Adhesivo de montaje sin disolventes, rápido y fuerte. Especialmente concebido para la unión de lana de vidrio. Sin olor, no tóxico y no inflamable para su aplicación en el sellado de las uniones interiores en la realización de figuras en **CLIMAVER® STAR** en instalaciones exteriores.



Presentación

Cartuchos de 300 ml.
En cajas de 12 cartuchos.



Accesorios CLIMAVER®

Cinta CLIMAVER®

Cinta de aluminio de 63 mm de ancho y 50 micras de espesor. Tiene impresa la palabra **CLIMAVER®** como garantía de calidad. Realización de conductos autoportantes **CLIMAVER®** con el revestimiento exterior de aluminio visto. Aseguran la estanqueidad del conducto. Asegura la perfecta y permanente adhesión de la cinta al conducto. Se aplica a temperaturas mayores de 0°C.



Presentación

Rollo de aluminio puro de 50 micras de espesor, 63 mm de ancho y 50 m de largo. En cajas de 12 rollos.

Cinta CLIMAVER® neto

Cinta de 63 mm de ancho con adhesivo a base de resinas acrílicas, en color negro para sellado de conductos **CLIMAVER® neto**.



Presentación

Rollo negro de 63 mm de ancho y 50 m de largo. En cajas de 12 rollos.

Cola CLIMAVER®

Adhesivo vinílico en dispersión acuosa. Especialmente concebido para la unión de lana de vidrio. Sin olor, no tóxico y no inflamable. Para aplicación en el sellado de las uniones interiores en la realización de figuras en todo tipo de conductos **CLIMAVER®** si se realizan siguiendo el Método del Tramo Recto.



Presentación

Bote de 750 Gr. En cajas de 6 botes.

Cinta CLIMAVER® A2 deco

Cinta con el revestimiento exterior del complejo deco de 63 mm de ancho para la realización de conductos autoportantes **CLIMAVER® A2 deco**. Aseguran la estanqueidad del conducto y la perfecta y permanente adhesión de la cinta al conducto. Se aplica a temperaturas mayores de 0°C.



Presentación

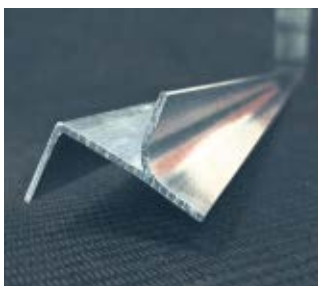
Rollo en diferentes colores de 63 mm de ancho y 55 m de largo.



Accesorios CLIMAVER®

Perfiver L

Perfil de aluminio extrusionado de 1,155 m de longitud. Diseñado para corte del panel para su plegado en media madera. Espesor aproximado: 1 mm. Para la realización de conductos del **SISTEMA CLIMAVER METAL®**. Se colocan en las aristas longitudinales de los conductos asegurando su limpiabilidad y aportando rigidez a los conductos.



Presentación

Paquete con 80 perfiles.
Perfil de 1,155 m de longitud.

Perfiver H

Perfil de aluminio extrusionado en forma de h minúscula y de 2,00 m de longitud. Espesor aproximado: 1,1 mm. Especialmente diseñado para realizar puertas de inspección o registro, conexiones a máquina y/o a rejillas o difusores. Por tanto, su utilización no es exclusiva del **SISTEMA CLIMAVER METAL®**. La realización de las puertas de registro adecua las instalaciones de **CLIMAVER®** a las exigencias del RITE.



Presentación

Paquete con 20 perfiles.
Perfil de 2 m de longitud.

El RITE, en su Instrucción Técnica IT3 (Mantenimiento y Uso), indica las operaciones que se deben realizar para garantizar la correcta conservación de las instalaciones.

Los conductos **CLIMAVER®** son resistentes a los métodos más agresivos de limpieza mecánica. Para los casos en los que se requiera una limpieza de conductos frecuente, ISOVER ha diseñado el **SISTEMA CLIMAVER METAL®**.

Este Sistema puede aplicarse a todos los paneles de la gama: consiste en la incorporación de los perfiles de aluminio **PERFIVER L** en las aristas longitudinales del conducto. Así, se protegen las aristas longitudinales. Para facilitar la tarea de la realización de los registros, se desarrollaron los perfiles **PERFIVER H**, que garantizan la hermeticidad y calidad de los conductos.



Herramientas CLIMAVER®

CLIMAVER® MM y MTR

Maletín con **Herramientas MM y MTR** para corte de paneles **CLIMAVER®**. Se dispone de 3 huecos para depositar la grapadora, las grapas y el recambio de cuchillas, además de las herramientas.

Aplicaciones Herramientas CLIMAVER® MM (color negro)

Herramientas MM (Media Madera) para realización el corte en media madera. Especialmente diseñadas para ser utilizadas junto a la **Regla Escuadra CLIMAVER® MM**.

Aplicaciones Herramientas MTR (color verde)

Herramientas MTR (Método Tramo Recto) para realización de figuras. Herramientas de corte a 22,5° y 90°, sobre el conducto recto para la obtención de figuras por el Método del Tramo Recto según marcado MTR.

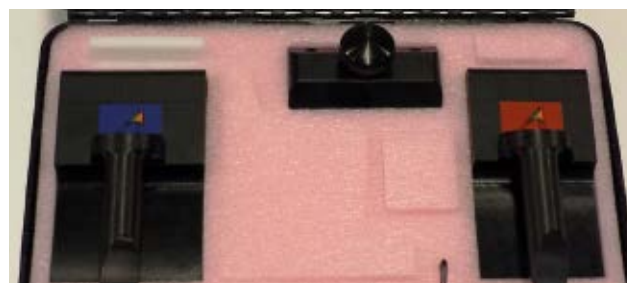


CLIMAVER® MM

Maletín con las tres **Herramientas MM** para el corte de paneles. Realizan el corte en media madera y el canteado.

Aplicaciones Herramientas CLIMAVER® MM (color negro)

Herramientas MM (Media Madera) para realización el corte en media madera. Especialmente diseñadas para ser utilizadas junto a la **Regla Escuadra CLIMAVER® MM**.





Herramientas Universales CLIMAVER®

JUEGO HERRAMIENTAS

Herramientas de corte específicas para la realización de conductos tanto de 40 mm como de 25 mm (toda la gama **CLIMAVER®**) el cambio de tacos se realiza de forma sencilla sin necesidad de empleo de herramientas.

Se encuentran en el mismo maletín las herramientas de corte para corte de paneles **CLIMAVER®** 25mm y 40 mm. De una manera fácil y sin empleo de herramientas auxiliares para su cambio se dispone en el maletín de tacos adaptadores para las distintas medidas.

Aplicaciones Herramientas Universal **CLIMAVER®** (color rojo)

Herramienta cuya misión principal es confeccionar el tramo recto. Realiza los cortes a media madera para plegar los lados del conducto a 90°.

Aplicaciones Herramientas Universal **CLIMAVER®** (color azul)

Realiza el último corte a media madera para plegar los lados del conducto a 90° dejando solapa para el cierre del conducto.

Aplicaciones Herramientas realización Macho-Hembra

Sirve para mecanizar los machos y hembras en los conductos **CLIMAVER®**. Generalmente se utiliza cuando la instalación requiere de secciones inferiores al ancho del panel, embocaduras, figuras por tapas, tramos rectos, etc...

Aplicaciones Herramienta Universal M.T.R

Herramienta que utilizamos para cortar y realizar figuras con ángulos a 22,5°. Con una única herramienta permite realizar un corte recto y preciso en la totalidad del espesor del panel. Inclinado la misma herramienta permite realizar cortes en ángulo a 22,5° para confeccionar los giros a 45° de las figuras de la instalación.



REGLA ESCUADRA

Regla Escuadra de aluminio con los ángulos más utilizados predefinidos (90°, 45° y 22,5°) para utilización con herramientas universales **CLIMAVER®**.

Simplifica las operaciones de medida y de corte de los conductos.





Herramientas CLIMAVER®

Recambio 20 Cuchillas CLIMAVER® 25 mm

Juegos de cuchillas de recambio para herramientas **CLIMAVER® MM Y MTR** (25 mm). 1 caja: 20 cuchillas (para cortes MM y MTR).



Presentación

En caja de cartón con 10 cajas de plástico, con 20 cuchillas de recambio cada una.

Recambio 14 Cuchillas CLIMAVER® 40 mm

Juegos de cuchillas de recambio para herramientas **CLIMAVER® MM Y MTR** (40 mm). 1 caja: 14 cuchillas (para cortes MM y MTR)..



Presentación

En caja de cartón con 10 cajas de plástico, con 14 cuchillas de recambio cada una.

Portamarcador CLIMAVER®

Portador mecánico para marcadores CLIMAVER®



Presentación

1 caja con 10 portamarcadores.

Marcadores CLIMAVER®

Para marcar sobre tejido neto.



Presentación

1 caja que contiene 25 estuches de 6 marcadores.

Grapas CLIMAVER®

Grapas de 14 mm para su utilización con la **GRAPADORA CLIMAVER®**. Grapado de las solapas y juntas en los conductos **CLIMAVER®**.



Presentación

Estuche de 5000 grapas de 14 mm.



Herramientas CLIMAVER®

Regla Escuadra CLIMAVER® MM

Regla Escuadra de aluminio con los ángulos más utilizados predefinidos (90°, 22,5°, 45° con regle superior). Simplifica las operaciones de medida y de corte de los conductos. Realización de conductos **CLIMAVER®**. En conjunción con las Herramientas **CLIMAVER® MM** permite la realización directa de los conductos sin necesidad de contar y descontar en cada medida.



Presentación

Embalaje unitario en un tubo de cartón, con asa para su transporte.

Cuchillos CLIMAVER®

Cuchillo con funda, indicado para cortes auxiliares. Accesorio de apoyo durante el montaje del conducto.



Presentación

Caja de cartón con 15 cuchillos con funda.

Grapadora CLIMAVER®

Grapadora para montaje de conductos **CLIMAVER®** según MTR para el grapado de conductos **CLIMAVER®**.



Presentación

Caja con una grapadora **CLIMAVER®**.

Espátulas CLIMAVER®

Espátulas de plástico semiflexible. Se utiliza para rematar el pegado de la **Cinta CLIMAVER®** a los conductos.



Presentación

Embalaje en caja de cartón con 18 unidades.



CLIMCOVER Roll Alu3

Aislamiento Exterior de Conductos Metálicos

Manta de Lana de Vidrio ISOVER, revestido por una de sus caras con una lámina de aluminio reforzada con papel *kraft* y malla de vidrio, que actúa como soporte y barrera de vapor. Por sus altas prestaciones térmicas, **CLIMCOVER Roll Alu3**, es la solución adecuada para el aislamiento por el exterior de:

- Redes de conductos metálicos de distribución de aire, tanto de sección rectangular como circular, en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios.
- Aislamiento térmico de depósitos.
- Aislamiento acústico de bajantes.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,035 (10)	EN 12667 EN 12939
				0,036 (20)	
				0,040 (40)	
				0,044 (60)	
—	Reacción al fuego		Euroclase	B-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	130	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, S_d		m	100	EN 12086

Espesor d_s (mm)	Código de designación	Cumplimiento del RITE
EN 823	EN 14303	
30	MW-EN 14303-T2-MV1	En interiores de edificios
45		En interiores y exteriores de edificios

Presentación

Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m^2 /bulto	m^2 /palé	m^2 /camión
30	16,20	1,20	19,44	388,80	6.998
45	11,50	1,20	13,20	264,00	4.752

Ventajas

- **CLIMCOVER Roll Alu3** incorpora una solapa de 5 cm para un óptimo sellado de las juntas entre tramos de aislamiento.
- Gracias al revestimiento reforzado con malla de vidrio, no es necesaria la instalación de una malla metálica adicional.
- Facilidad de corte de las mantas de Lana de Vidrio ISOVER. Sencillo y rápido de instalar gracias a la flexibilidad y ligereza que aportan las Lanas de Vidrio de ISOVER.
- Evita la condensación en conductos metálicos.
- Permite trabajar a temperaturas de aire de circulación de hasta 120°C.
- Material inerte que no es medio adecuado para el desarrollo de microorganismos.
- Producto sostenible con composición en material reciclado superior al 50%. Material 100% reciclable.



Certificados



Guía de instalación

Consultar las recomendaciones generales de instalación para conductos rectangulares y circulares. Información adicional disponible en: www.isover.es





CLIMCOVER Roll Alu2

Aislamiento Exterior de Conductos Metálicos

Manta de Lana de Vidrio ISOVER, revestido por una de sus caras con una lámina de aluminio reforzada con malla de vidrio, que actúa como soporte y como barrera de vapor. Por su óptimo comportamiento como aislante térmico y sus excelentes prestaciones de reacción al fuego, **CLIMCOVER Roll Alu2**, es la mejor solución para el aislamiento por el exterior de:

- Redes de conductos metálicos de distribución de aire, tanto de sección rectangular como circular, en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios.
- Aislamiento térmico de depósitos.
- Solución recomendada para aislamiento acústico de bajantes (UNE-EN 14366)

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,035 (10) 0,036 (20) 0,040 (40) 0,044 (60)	EN 12667 EN 12939
—	Reacción al fuego		Euroclase	A2-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	130	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, S_d		m	100	EN 12086

Presentación



Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
30	16,20	1,20	19,44	388,80	6.998
45	11,50	1,20	13,80	276,00	4.968

Ventajas

- **CLIMCOVER Roll Alu2** proporciona la máxima protección en caso de incendio.
- Gracias al revestimiento reforzado con malla de vidrio, no es necesaria la instalación de una malla metálica adicional.
- Facilidad de corte de las mantas de Lana de Vidrio ISOVER. Sencillo y rápido de instalar gracias a la flexibilidad y ligereza que aportan las Lanitas de Vidrio de ISOVER.
- Se puede fijar mediante pernos y arandelas o flejes.
- Evita la condensación en conductos metálicos.
- Permite trabajar a temperaturas de aire de circulación de hasta 120°C.
- Material inerte que no es medio adecuado para el desarrollo de microorganismos.
- Producto sostenible con composición en material reciclado superior al 50%. Material 100% reciclable.

Espesor d, (mm)	Código de designación	Cumplimiento del RITE
EN 823	EN 14303	
30	MW-EN 14303-T2-MV1	En interiores de edificios
45		En interiores y exteriores de edificios



Certificados



Guía de instalación

Consultar las recomendaciones generales de instalación para conductos rectangulares y circulares.
Información adicional disponible en: www.isover.es





IBER COVER

Aislamiento Exterior de Conductos Metálicos

Manta de Lana de Vidrio ISOVER, revestido por una de sus caras con una lámina de aluminio reforzada con papel *kraft*, que actúa como barrera de vapor.

Por su buen comportamiento como aislante térmico y sus altas prestaciones de reacción al fuego, **IBER COVER**, es la solución adecuada para el aislamiento por el exterior de redes de conductos metálicos de distribución de aire, tanto de sección rectangular como circular, en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios, tanto residenciales como industriales.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,040 (10)	EN 12667 EN 12939
				0,042 (20)	
				0,047 (40)	
—	Reacción al fuego		Euroclase	B-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	130	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, S_d		m	100	EN 12086

Espesor d (mm)	Código de designación	Cumplimiento del RITE
EN 823	EN 14303	En interiores y exteriores de edificios
50	MW-EN 14303-T2-MV1	

Presentación



Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
50	15,00	1,20	18	360	6.480

Ventajas

- Las mantas de Lana de Vidrio **IBER COVER** son muy fáciles de cortar, no siendo necesaria la utilización de herramientas de tipo eléctrico.
- Sencillo y rápido de instalar gracias a la flexibilidad y ligereza que aportan las Lanas de Vidrio de ISOVER.
- Evita la condensación en conductos metálicos.
- Permite trabajar a temperaturas de aire de circulación de hasta 120°C.
- Material inerte que no es medio adecuado para el desarrollo de microorganismos.
- Producto sostenible con composición en material reciclado superior al 50%. Material 100% reciclable.



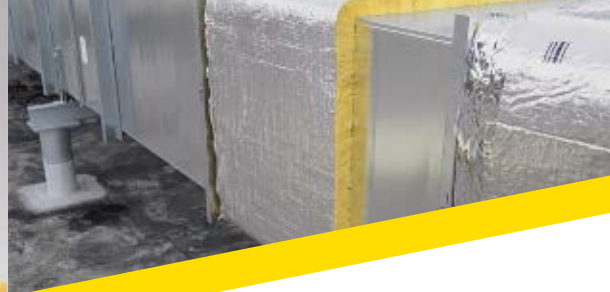
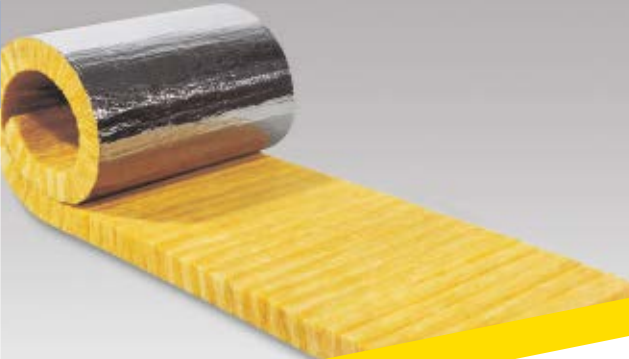
Certificados



Guía de instalación

- Fijación mediante malla metálica.
- Consultar las recomendaciones generales de instalación para conductos rectangulares y circulares.
- Información adicional disponible en: www.isover.es





CLIMCOVER LAMELA MAT

Aislamiento Exterior de Conductos Metálicos

Manta de Lana de Vidrio ISOVER con excelente resistencia a la compresión, revestido por una de sus caras con una lámina de aluminio reforzado, que actúa como soporte y barrera de vapor. Por sus altas prestaciones térmicas, **CLIMCOVER LAMELA MAT**, es la solución adecuada para el aislamiento por el exterior de:

- Redes de conductos metálicos de distribución de aire, tanto de sección rectangular en los que garantiza estabilidad dimensional en los bordes de los conductos como circular, en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios.
- Aislamiento térmico de depósitos.
- Aislamiento acústico de bajantes.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,036 (0) 0,044 (50) 0,056 (100) 0,072 (150)	EN 12667 EN 12939
—	Reacción al fuego		Euroclase	A1	EN 13501-1 EN 15715
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, Sd		m	200	EN 12086

Espesor d, (mm)	Código de designación	Cumplimiento del RITE
EN 823	EN 14303	
30	MW-EN 14303-T4-ST (+300)-MV2	En interiores de edificios.
50		En interiores y exteriores de edificios

Presentación



Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
30	8,00	0,60	9,60	115,20	2.304
50	5,00	0,60	6,00	72,00	1.440

Ventajas

- **CLIMCOVER LAMELA MAT** es muy flexible y fácil de manipular e instalar.
- Gracias al revestimiento exterior de aluminio reforzado, no es necesaria la instalación de una malla metálica adicional.
- Ofrece estabilidad dimensional (espesor) en los bordes de los conductos rectangulares.
- Tiene unas propiedades mecánicas excelentes debido a la orientación horizontal de sus fibras, lo que aporta una excelente resistencia a la compresión.
- Facilidad de corte de las mantas de Lana de Vidrio ISOVER.
- Evita la condensación en conductos metálicos.
- Permite trabajar a temperaturas de aire de circulación de hasta 300°C si la temperatura del revestimiento no sobrepasa 100°C.
- Material inerte que no es medio adecuado para el desarrollo de microorganismos.
- Producto sostenible con composición en material reciclado superior al 50%. Material 100% reciclable.



Certificados



Guía de instalación

Consultar las recomendaciones generales de instalación para conductos rectangulares y circulares.
Información adicional disponible en: www.isover.es





CLIMLINER Roll G1

Aislamiento Interior de Conductos Metálicos

Rollo de lana mineral **arena** de ISOVER, revestido por una de sus caras con un tejido neto de vidrio reforzado de color negro de gran resistencia mecánica. Por sus óptimas prestaciones acústicas y térmicas y su elevada resistencia mecánica, **CLIMLINER Roll G1**, es la solución más adecuada, capaz de satisfacer los más altos requisitos de reacción al fuego, para el aislamiento por el interior de redes de conductos metálicos de distribución de aire en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,032 (10)	EN 12667 EN 12939
				0,034 (20)	
				0,037 (40)	
				0,040 (60)	
AF _n	Resistencia al flujo de aire		kPa·s/m²	> 5	EN 29053
—	Reacción al fuego		Euroclase	A2-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715

Espesor d (mm)	Coefficiente ponderado de absorción acústica, AW _{α_w}	Clase de absorción acústica		Código de designación
EN 823	EN ISO 354 EN ISO 11654	UNE EN ISO 11654		EN 14303
25	0,50	D		MW-EN 14303-T2
40	0,75	C		

Ensayos acústicos sin plénum: AC3-D4-97-II/CTA 230/07/REV-2

	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Espesor d, mm	Coefficiente práctico de absorción acústica, α _p EN ISO 354 / EN ISO 11654					
25	0,05	0,25	0,50	0,75	0,90	0,90
40	0,10	0,45	0,90	1,00	0,95	0,90

Presentación

Espesor d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
25	20	1,20	24,00	288	5.184
40	10	1,20	12,00	144	2.592



Ventajas

- **CLIMLINER Roll G1** proporciona la máxima protección en caso de incendio.
- Altos índices de absorción y atenuación del sonido evitan transmisiones de ruido y ofrecen una óptima calidad del ambiente acústico y clase de confort.
- La resistencia a los métodos de limpieza más agresivos está garantizada gracias a su exclusivo revestimiento interno con tejido **neto**, según UNE 100012.
- Permite trabajar a temperaturas de aire de circulación de hasta 120°C.
- Manipulación y corte sencillo y sin riesgo de roturas.
- Facilidad de instalación mediante perfiles en U.
- Posibilidad de instalación por medios mecánicos o bien mediante un adhesivo de contacto.
- Material inerte que no es medio adecuado para el desarrollo de microorganismos.
- Producto sostenible con composición en material reciclado superior al 50%. Material 100% reciclable.



Certificados



Guía de instalación

Consultar las condiciones de montaje para soluciones de aislamiento de conductos de chapa con **CLIMLINER** así como las recomendaciones generales de instalación. Información adicional disponible en: www.isover.es





ULTIMATE[®] Protect Slab 4.0/4.0 Alu1

Protección contra incendios en conductos metálicos rectangulares

Paneles flexibles de lana **ULTIMATE[®]** de ISOVER de alta densidad; **ULTIMATE[®] Protect Slab 4.0** no incorpora revestimiento, **ULTIMATE[®] Protect Slab 4.0 Alu1** va revestido por la cara exterior con una lámina de aluminio reforzado, que actúa como barrera de vapor. Por sus excepcionales prestaciones térmicas, acústicas y de reacción al fuego, la gama **ULTIMATE[®] Protect**, es la mejor solución de aislamiento por el exterior, capaz de aportar resistencia al fuego en redes de conductos metálicos, de sección rectangular, en las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios, tanto residenciales como industriales y cumpliendo los requisitos de fuego exterior e interior.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura		W/m·K (°C)	0,031 (10)	EN 12667 EN 12939
				0,035 (50)	
				0,040 (100)	
				0,047 (150)	
				0,054 (200)	
				0,072 (300) 0,096 (400)	
—	Coefficiente de absorción acústica		α_w	1,00	EN 11654
	Resistencia al flujo del aire (medido en producto sin revestimiento)		AF_R	60	EN 29053
—	Reacción al fuego		Euroclase	A1	EN 13501-1 EN 15715
	Resistencia al fuego		—	Desde EI15 hasta EI120	EN 1366
ST	Temperatura máxima de servicio		°C	400	EN 14706
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	MU1 (4,0)	EN 12086
				MV2 (4,0 Alu1)	
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, S_d		m	200	EN 12086

Espesor d, (mm)	Código de designación	Solución ISOVER ULTIMATE [®] Protect
EN 823	EN 14303	
30-100	MW-EN 14303-T5-MV1	Slab 4.0
	MW-EN 14303-T4-ST(+)-400-MV2	Slab 4.0 Alu1

Espesor necesario del aislamiento (Ambos escenarios de fuego: interior y exterior)			
Tipo de Conductos	Resistencia al fuego (minutos)	Espesor (mm)	Orientación del conducto
Ventilación y extracción multiseCTOR	EI 120	90	Ambas (Horizontal y Vertical)

Presentación



Espesor* d (mm)	Largo l (m)	Ancho b (m)	m ² /bulto	m ² /palé	m ² /camión
30	1,20	0,60	9,36	112,32	2.471
40			7,20	86,40	1.901
60			4,32	51,84	1.140
70			3,60	43,20	950
80			3,60	43,20	950
90			2,88	34,56	760
100	2,88	34,56	760		

* En algunos países no están disponibles todos los espesores. Por favor, contacte con el equipo local de ISOVER para ver detalles específicos de instalación.

Ventajas

- Cumple todos los requisitos de fuego exterior e interior según el CTE.
- Máxima protección en caso de incendio, según EN 13501-1.
- Resistencia al fuego en conductos metálicos. Según EN 13501-3, EN 1366-1 y EN 1366-8.
- Dispone de marcado CE como panel de protección contra el fuego, según ETA 18/0691.
- Instalación rápida y sencilla.
- Hasta un 65% más ligero que los productos convencionales.
- Máxima compresibilidad, altamente flexible y adaptable.
- Facilidad de transporte.
- Óptimos rendimientos térmicos y acústicos con soluciones de bajo espesor.
- Cumple los estándares más exigentes de seguridad
- Material inerte que no es medio adecuado para el desarrollo de microorganismos.
- Producto sostenible. 100% reciclable. Material reciclado >50%.



Certificados



Guía de instalación

Consultar las directrices en el Manual de Montaje Protect. Información adicional disponible en: www.isover.es



Accesorios ULTIMATE® Protect

Fire Protect Screws Tornillos Helicoidales

Tornillos con forma helicoidal de acero inoxidable. Montaje de paneles **ULTIMATE® Protect Slab**. Se utilizan para unir las juntas longitudinales entre paneles, introduciendo el tornillo en ángulo de 45°. No es necesario utilizar pastas adicionales. La longitud del tornillo debe ser el doble del espesor del panel.



Presentación

Cajas de 200 unidades, de longitudes 60, 80, 120, 140, 160, 180 y 200 mm.

Protect BSK Adhesivo Inorgánico

Adhesivo incombustible e inorgánico basado en silicato de sodio alcalino. En un paso de muro de conducto, se aplicará para unir los bordes del panel o manta **ULTIMATE® PROTECT** al muro, para acabar el sellado del sistema.



Presentación

Caja de 12 cartuchos de 310 ml.
Cubo de 8 kg.

Protect BSF Pasta Intumescente

Producto intumescente de base acuosa, blanco, con pH neutro y sin disolventes. En un paso de muro de conducto, se aplicará para hacer el sellado ignífugo del hueco existente entre el muro y el conducto.



Presentación

Caja de 20 cartuchos de 310 ml.
Cubo de 15 kg.

Cinta U Protect Black Alu

Cinta de aluminio negro de 90mm de ancho, resistente al agua con adhesivo acrílico modificado sin disolvente.



Presentación

Rollo de aluminio negro de 90mm y 100 metros de largo.



CLIMPIPE Section Alu2

Aislamiento para Tuberías

Coquilla de Lana de Vidrio ISOVER, de forma cilíndrica y con una apertura practicada en su generatriz, revestida por su cara exterior con una lámina de aluminio reforzada con malla de vidrio, que actúa como barrera de vapor. Por sus altas prestaciones térmicas y su excelente comportamiento contra el fuego, **CLIMPIPE Section Alu2**, es la solución idónea para el aislamiento de redes de tuberías en las instalaciones térmicas y equipos en el interior de los edificios, tanto residenciales como industriales.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada en función de la temperatura*		W/m·K (°C)	0,038 (50) 0,055 (150) 0,066 (200) 0,101 (300)	EN-ISO 8497
—	Reacción al fuego		Euroclase	A2L-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
ST	Temperatura máxima de servicio		°C	180**	EN 14707
MU	Resistencia a la difusión de vapor de agua de la lana mineral, μ		—	1	EN 12086
Z	Resistencia a la difusión de vapor de agua del revestimiento		$m^2 \cdot h \cdot Pa / mg$	130	EN 12086
MV	Espesor de la capa de aire equivalente a la difusión del vapor de agua, Sd		m	100	EN 12086

*Se estima una conductividad térmica a 10°C de 0,032 W/m·K.
** La temperatura del revestimiento no debe superar los 80° C.

Espesor d (mm)	Diámetro interior d _i , mm	Código de designación
EN 13467		EN 14303
25-120	21-140	MW-EN 14303-T8-ST(180)-MV1
	150-273	MW-EN 14303-T9-ST(180)-MV1

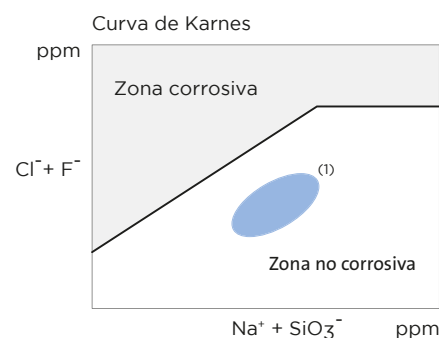
Presentación

Temp. máx. (°C)	Espesor d (mm) ⁽¹⁾									
	40-60		30, 40				40, 50			
	60-100	100-180	30, 40	40	50 ⁽²⁾	50				
Diámetro interior	D _{int} (mm)	42	48	60	76	89	114	140	169	219
	D _{int} (pulgadas)	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8
Longitud l (m)		1,20								
Dimensiones caja, (m)		1,20x0,60x0,485				1,20x0,60x0,600				
Cajas/Palet		10				8				
Palets/Camión		22								

También disponible en diámetros de 21, 27, 34 mm (1/2, 3/4, 1 pulgadas), en espesor de 25 mm.
⁽¹⁾ Cumplimiento de las exigencias del RITE.
⁽²⁾ Disponible en 50 mm bajo pedido.

Ventajas

- Facilidad de colocación sobre la tubería gracias a su apertura longitudinal.
- Incorpora lengüeta autoadhesiva que facilita el cierre de forma sencilla.
- Evita condensaciones en las tuberías.
- Material inerte que no es medio adecuado para el desarrollo de microorganismos.
- Producto sostenible. 100% reciclable. Material reciclado > 50%.
- No corrosivo frente a metales, según norma ASTM C-795 y C-781. Ver curva de Karnes:



Nota: los análisis químicos de iones realizados según las normas ASTM C-795 y C-871 demuestran que los productos de Lana de Roca ISOVER no provocan la corrosión en el acero ya que la relación de iones $Fl^- + Cl^-$ respecto a los $Na^+ + SiO_3^-$ se sitúa en la parte inferior de la Curva de Karnes.

⁽¹⁾ Posición de las Lanas Minerales ISOVER.



Certificados



Guía de instalación

Información adicional disponible en: www.isover.es

- www.isover.es
- @ISOVERes
- ISOVERaislamiento
- ISOVERaislamiento
- @ISOVERes





Flexiver D/Clima, Manguito Corona

Conductos Flexibles. Manguitos de Chapa

Flexiver D es el conducto flexible de sección circular de ISOVER compuesto de tres capas de un complejo de aluminio-poliéster, adhesivadas de forma solapada y en espiral, reforzado mediante un alambre con tratamiento exterior contra la oxidación. **Flexiver Clima** es el conducto flexible de sección circular de ISOVER formado por un tubo interior de **Flexiver D**, aislado por el exterior con un fieltro de lana de vidrio revestido con una lámina de poliéster y aluminio reforzado que aporta resistencia mecánica y actúa como barrera de vapor. **Manguito Corona** es el collarín de unión de sección circular de ISOVER, de chapa galvanizada y con múltiples pestañas de fábrica practicadas en uno de sus extremos. La gama de soluciones de conductos flexibles, **Flexiver**, es la mejor opción especialmente diseñada y desarrollada para realizar las conexiones de las redes de conductos de distribución de aire principales con las máquinas y las unidades terminales de las instalaciones térmicas de Climatización de los edificios. **Flexiver Clima** está especialmente indicada en aquellas instalaciones térmicas donde sea necesario un aislamiento térmico que evite condensaciones. El **Manguito Corona** es la opción idónea para la fijación de tubos flexibles, **Flexiver**, a conductos de climatización de lana mineral, **CLIMAVER**®.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma
λ_D	Conductividad térmica declarada para el aislamiento*		W/m·K (10°C)	Flexiver Clima 0,034	EN 12667 EN 12939
—	Reacción al fuego		Euroclase	B-s1, d0	EN 13501-1 EN 15715
T	Temperatura de utilización		°C	Flexiver D -20 -120 Flexiver Clima -20 -250	—
P	Presión máxima de uso		Pa	2500	EN 13180
V	Velocidad del aire	—	m/s	20-30	—
R	Radio de curvatura		Las mismas que \varnothing_{ext}	Flexiver D 0,7 x \varnothing_{ext} Flexiver Clima 0,8 x \varnothing_{ext}	—

* Filtro de lana de vidrio de 25 mm de espesor y 18 Kg/m² de densidad.

Ventajas

- Soluciones sencillas y rápidas de instalar gracias a la gran flexibilidad y adaptabilidad de la gama **Flexiver**.
- **Flexiver Clima** evita fenómenos de condensación en conductos.
- Las múltiples pestañas del **Manguito Corona** se doblan con facilidad, mejorando la fijación al conducto.
- El borde del manguito permite asegurar la fijación del tubo flexible con cinta de aluminio o mediante abrazadera de nylon.
- Material inerte que no es medio adecuado para el desarrollo de microorganismos.



Presentación

Diámetro D, (mm)	Flexiver D		Flexiver Clima		Manguito Corona
	Cajas/palet	ml/palet	Cajas/palet	ml/palet	
102	160	1.600	65	650	10
127	112	1.120	55	550	
152	84	840	50	500	
160	72	720	50	500	
203	100	1.000	32	320	
254	64	640	21	210	
305	42	420	18	180	
315	42	420	18	180	—
356	36	360	18	180	
406	30	300	10	100	

* Filtro de Lana de Vidrio de 25 mm de espesor y 18 Kg/m² de densidad.

Certificados



Guía de instalación

Consultar Manual de Montaje de conductos **CLIMAVER**®.
Información adicional disponible en: www.isover.es

CLIMAVER[®]

360

Sistema líder de conductos
para **ventilación** y **climatización**



Eficiencia Energética
y **Estanqueidad**



Revestimientos
optimizados



Sistema con **Marcado CE**



Sostenibilidad 360

Con el exclusivo





Soluciones de Aislamiento Sostenible

Saint-Gobain Isover Ibérica, S. L., se reserva el derecho a la modificación sin previo aviso, y de manera total o parcial, de los datos contenidos en el presente documento. Asimismo, no puede garantizar la ausencia de errores involuntarios.



Documento impreso en papel Creator Silk; fabricado con celulosa no blanqueada con cloro gas.
(Elemental Chlorine-Free)



SAINT-GOBAIN ISOVER IBÉRICA, S.L.

Avda. del Vidrio, s/n
Azuqueca de Henares
19200 Guadalajara • España

Sede Social

C/ Príncipe de Vergara, 132
28002 Madrid • España

isover.es@saint-gobain.com
+34 901 33 22 11 • www.isover.es
www.isover-aislamiento-tecnico.es

-  @ISOVERes
-  ISOVERaislamiento
-  ISOVERaislamiento
-  ISOVER Aislamiento
-  ISOVERes

CL-ESP-CON-NOV-2021-002



PVP: 5,88 €