

Climatización y conductos de aire acondicionado

1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de climatización tienen como misión procurar el bienestar de los ocupantes de los edificios, cumplimentando los requisitos para su seguridad y con el objetivo de un uso racional de la energía.

Las condiciones interiores de diseño deberán estar comprendidas entre los siguientes límites generales:

Estación	Temperatura operativa °C	Velocidad media del aire m/s	Humedad relativa %
Verano	23 a 25	0,18 a 0,24	40 a 60
Invierno	20 a 23	0,15 a 0,20	40 a 60

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 lo componen.

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

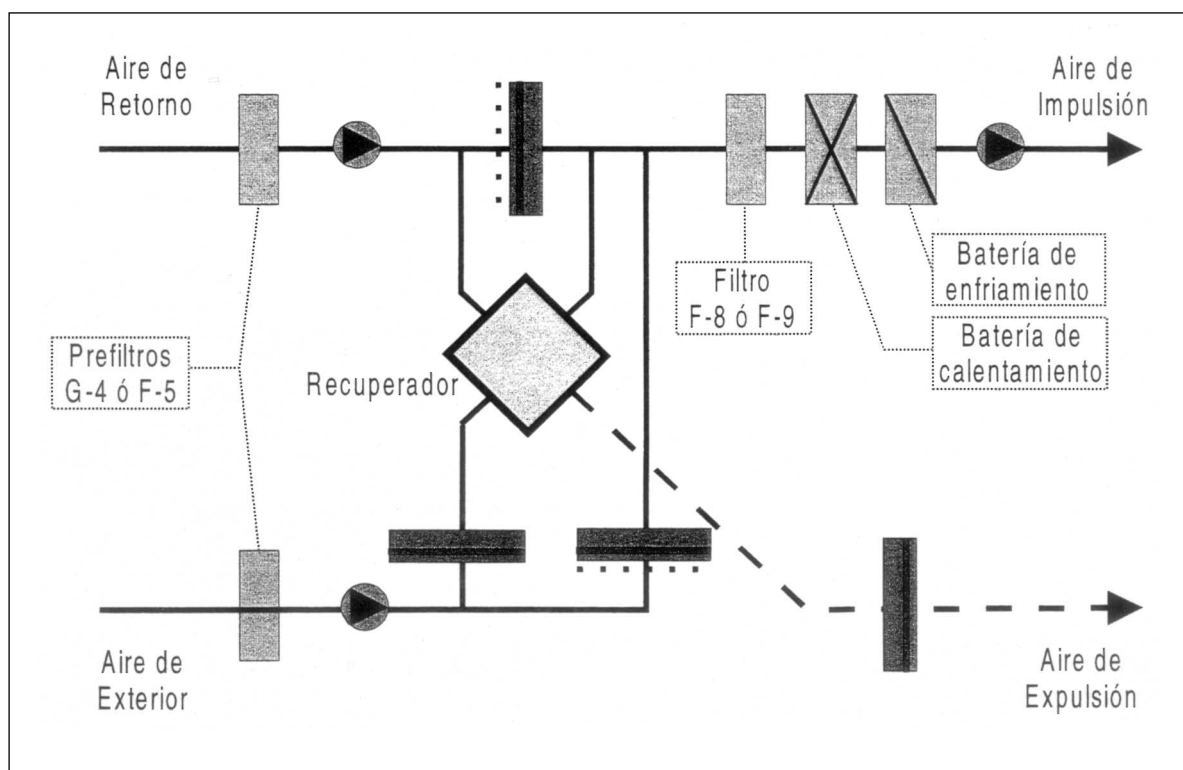
- **Características del área a acondicionar y la actividad que se va a desarrollar en la misma.** Por ejemplo, para aquellos locales con una ocupación muy variable deben estudiarse los dispositivos de variación del caudal de aire exterior.
- **Coste de instalación y de funcionamiento.** La selección 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 de adecuar la facturación de los gastos en función del mismo.

- **Nivel de control de los diferentes parámetros del aire.** Además de la temperatura y la humedad, deben evaluarse parámetros como el CO_2 , excelente indicador de la contaminación del aire originada por los ocupantes.
- **Eficacia 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 superan los 70 kW de potencia instalada, y en su ITE 08 define la periodicidad de las diferentes operaciones de mantenimiento.
- **Nivel de ruido, etc.**

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.



(Fuente Comentarios al RITE. Edición IDAE) Esquema de Unidad de Tratamiento de Aire con dispositivo de enfriamiento gratuito y recuperador de calor. Clasificación de filtros según Norma UNE-EN 779.

Los equipos «Todo Aire» aportan, entre otras, las siguientes ventajas:

- Filtración, humectación y deshumectación centralizadas.
- 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.
- Economía de funcionamiento: en estaciones con temperaturas suaves todo el aire impulsado a los locales puede provenir del exterior sin ningún coste adicional, *freecooling*, 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, cuando el caudal de aire expulsado por medios mecánicos hacia el exterior sea superior a 3 m³/s y el régimen de funcionamiento sobrepase las 1.000 horas anuales, se instale un aparato de recuperación con una eficiencia mínima del 45%.
- Mantenimiento centralizado: filtros, sistemas de humectación y deshumectación, intercambiadores del calor y aparatos móviles están ubicados en un mismo local.
- Posibilidad de emplear aparatos de control de las condiciones ambientales de cada local, sencillos y económicos.

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.

2. TIPOS DE CONDUCTOS

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 de aire, locales de uso, retorno y evacuación del aire viciado.

Aunque existen conductos de materiales plástico, de espumas aislantes poliméricas y de mampostería, en España, la normativa de aplicación en vigor, que está contenida en el «Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE)», con desarrollo en las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y su referencia a diversas normas UNE 100, únicamente contempla los conductos metálicos y los de lana de vidrio. En el citado reglamento se hace mención de las conexiones flexibles entre las redes de conductos de distribución de aire y las unidades terminales. Se indica que la longitud máxima de dichas conexiones debe ser de 1,5 m debido a su elevada pérdida de presión.

2.1. Conductos de chapa metálica

El acero galvanizado o el inoxidable, el cobre y sus aleaciones y el aluminio son metales empleados para la realización de conductos para distribución de aire, aunque el primero es el más usual. Generalmente, el material empleado en el recubrimiento de estos conductos es la lana de vidrio que puede colocarse por el exterior en forma de mantas ligeras con lámina exterior impermeable al vapor de agua, actuando generalmente como aislante térmico, o también puede aplicarse por el interior del conducto en forma de fieltro reforzado con velo de vidrio y película plástica protectora y actúa principalmente como absorbente acústico.

Los conductos de chapa se clasifican de acuerdo a la máxima presión y velocidad del aire:

Clase de conductos	Presión máxima (Pa)	Velocidad máxima (m/s)
B baja	500 (1)	12,5
M media	1.500 (2)	(3)
A alta	2.500 (2)	(3)

(1) Presión positiva o negativa
 (2) Presión positiva con valores > de 750 Pa.
 (3) Velocidad generalmente superior a 10 m/s con presiones > de 750 Pa.

Respecto al grado de estanqueidad, se han establecido 3 clases. Los sistemas de montaje y tipos de refuerzos vienen definidos en el proyecto de norma europea prEN 1507 (actualmente en fase de encuesta pública). Ver también la norma UNE 100-104.

3. INTRODUCCIÓN A LOS CONDUCTOS DE LA GAMA 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 por una de las sociedades del Grupo Saint Gobain en ese país (CertainTeed Corp.)

SAINT-GOBAIN CRISTALERIA, S.A., 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 y CLIMAVER PLATA, 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.

3.1. Características de los conductos CLIMAVER

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, de velo de vidrio, etc.

Aplicaciones

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

DIMENSIONES DEL PANEL		
Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (mm)
3	1,19	25

Los diferentes tipos de revestimientos y densidades de los paneles de lana de vidrio definen los distintos productos que constituyen la gama CLIMAVER.

Gama	Conductividad Térmica [λ] (W/m °C) a 10 °C (*)	Reacción al fuego	Marcas de calidad	Condiciones de Trabajo Máximas			
				Clase	Presión estática (mm c.a)	Velocidad del aire (m/s)	Temperatura máxima (°C)
PLUS R	0,032	B-s1, d0	CE, N	III	≤ 80	≤ 18	70
Superficie exterior: lámina de aluminio exterior, malla de vidrio textil y Kraft. Superficie interior: revestimiento con lámina de aluminio exterior y Kraft. El canteado «macho» del panel CLIMAVER PLUS R está rebordeado con este revestimiento. El panel incorpora dos velos, uno a cada cara, para aumentar su rigidez.							
PLATA	0,032	B-s1, d0	CE, N	I	≤ 50	≤ 12	100
Superficie exterior: lámina de aluminio exterior, Kraft y malla de vidrio textil. Superficie interior: velo de vidrio							
A2	0,032	A2-s1, d0 ^(*)	CE, N	III	≤ 80	≤ 18	70
Superficie exterior e interior: lámina de aluminio exterior y malla de vidrio textil. El canto «macho» del panel CLIMAVER A2 está rebordeado con el revestimiento interior. El panel incorpora dos velos, uno a cada lado, para aumentar su rigidez.							
A2 NETO	0,032	A2-s1, d0 ^(*)	CE, N	I	≤ 50	≤ 12	100
Superficie exterior: lámina de aluminio exterior y malla de vidrio textil. Superficie interior: tejido de vidrio color negro «Neto».							

(*) Los paneles CLIMAVER A2 y A2 NETO disponen de la mejor clasificación posible para conductos de lana de vidrio y metálicos aislados.

3.2. 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.

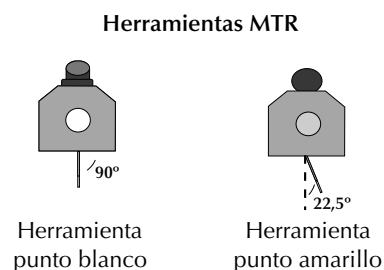
Este método presenta claras ventajas con respecto a otros métodos tradicionales, como, por ejemplo, el método de tapas:

- Mayor precisión
- Resistencia y calidad
- Menores pérdidas de carga
- Mejor acabado
- Menores desperdicios

El Método del Tramo Recto puede utilizarse con los paneles Climaver Plata, Climaver Plus R...

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 a cada caso.



En el Método del Tramo Recto son imprescindibles:

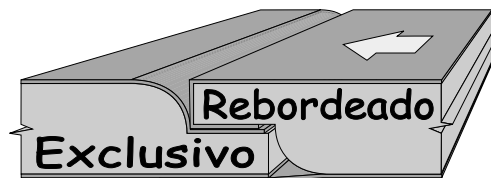
- **Cola CLIMAVER** especialmente desarrollada para lana de vidrio. Debe emplearse siempre en el montaje. Sirve para sellar y aportar una mayor resistencia de las uniones de las piezas de conducto fabricadas bajo el Método del Tramo Recto.
- **Cinta CLIMAVER**. Cinta adhesiva de aluminio para el sellado 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.

3.3. 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 (ver capítulos de Instalación).

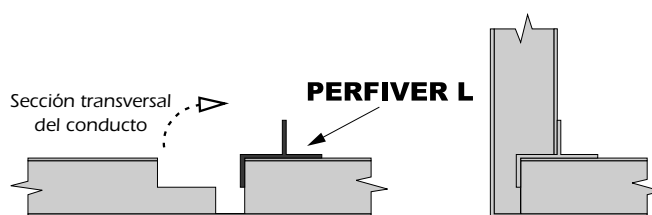
3.3.1. Componentes del SISTEMA CLIMAVER METAL®

- **CLIMAVER PLUS R®**: panel de lana de vidrio ISOVER. Este nuevo producto añade al canteado exclusivo de los paneles CLIMAVER PLUS el rebordeado del canto interior o «macho».

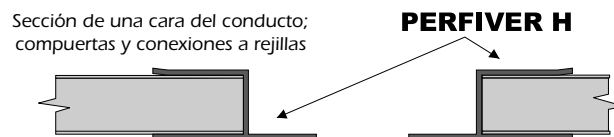


El rebordeado se consigue prolongando el revestimiento de aluminio del panel y adaptándolo a la forma del borde del canto.

- **PERFIVER®**: perfilería patentada compuesta por dos tipos de perfiles: PERFIVER L y PERFIVER H.
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.



- Cola CLIMAVER.
- Cinta CLIMAVER.

3.3.2. Ventajas del SISTEMA CLIMAVER METAL®

Los conductos del SISTEMA CLIMAVER METAL basados en el montaje con el Método del Tramo Recto y compuestos por los elementos indicados en el apartado anterior, han sido desarrollados para añadir a los 12 años de garantía que aportan los paneles de la gama CLIMAVER cualidades adicionales de resistencia y facilidad de mantenimiento. Los múltiples ensayos a los que se han sometido los conductos del SISTEMA CLIMAVER METAL avalan las ventajas que a continuación se mencionan:

- Homologación de los conductos del SISTEMA CLIMAVER METAL por empresas de limpieza de conductos de reconocido prestigio y según métodos avanzados de uso extendido a nivel internacional. (Ver «Manual de Conductos de Aire Acondicionado CLIMAVER» para más información.)
- Durabilidad. Los conductos del SISTEMA CLIMAVER METAL, 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)
- Mayor resistencia mecánica a la presión. Los ensayos realizados bajo la Norma americana UL 181 permiten alcanzar a los conductos del SISTEMA CLIMAVER METAL 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 y de acuerdo con la citada Norma UL.

- Velocidad de circulación de aire de hasta 18 m/s.
- Elevada absorción acústica. (Ver ficha técnica del SISTEMA).
- Máxima estanqueidad: Al igual que el resto de la Gama Climaver, los conductos del SISTEMA CLIMAVÉR METAL, son los que presentan menores valores de pérdidas por filtraciones.

4. FUNDAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CONDUCTOS

Las condiciones mínimas para la construcción y montaje de sistemas de conductos rectangulares en 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 recogen en la Norma UNE 100-105-84. Actualmente los conductos CLIMAVÉR PLUS R admiten presiones de hasta 800 Pa y velocidades de hasta 18 m/s.

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.

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 CLIMAVÉR METAL.
- **Método por Tapas** o tradicional, que solamente se aplicará en este manual para el apartado de construcción de reducciones.

Para ambos métodos, la construcción de tramos rectos es la misma. En cambio, las diferencias son notables en lo que se refiere a la fabricación de figuras.

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.

Para la fabricación de los conductos se requiere:

Material	CLIMAVÉR PLUS R		SISTEMA CLIMAVÉR METAL
	MTR	Por tapas	
Paneles de lana de vidrio CLIMAVÉR PLUS R®	✓	✓	✓
Perfilería PERFIVER L®	—	—	✓
Perfilería PERFIVER H®	—	—	✓
Cola CLIMAVÉR para reforzar las uniones de piezas en la fabricación de figuras	✓	—	✓
Herramientas MTR	✓	—	—
Herramientas CLIMAVÉR MM	✓	✓	✓
Regla-escuadra CLIMAVÉR MM	✓	✓	✓
Sierra circular tangencial con aspiración	—	—	✓
Cinta CLIMAVÉR de aluminio autoadhesiva para sellar exteriormente uniones	✓	✓	✓
Un rotulador, un flexómetro, un cuchillo de doble filo con una de las puntas roma y una grapadora	✓	✓	✓

4.1. 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 CLIMAVÉR MM.

Se insiste en la facilidad del trazado de tramos rectos haciendo uso de la Regla-escuadra CLIMAVÉR MM, y con este fin se explica en este manual su modo de utilización.

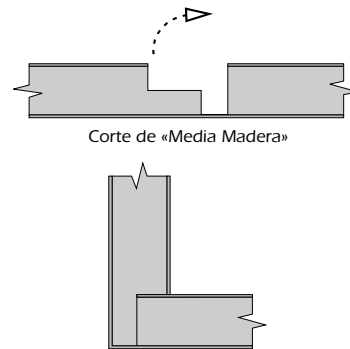
4.2. Corte

Se detallan en imágenes posteriores las dimensiones y cortes a considerar en función del tipo de elemento que se va a realizar.

Las Herramientas CLIMAVÉR MM utilizan cuchillas de acero de gran calidad y de fácil reposición.

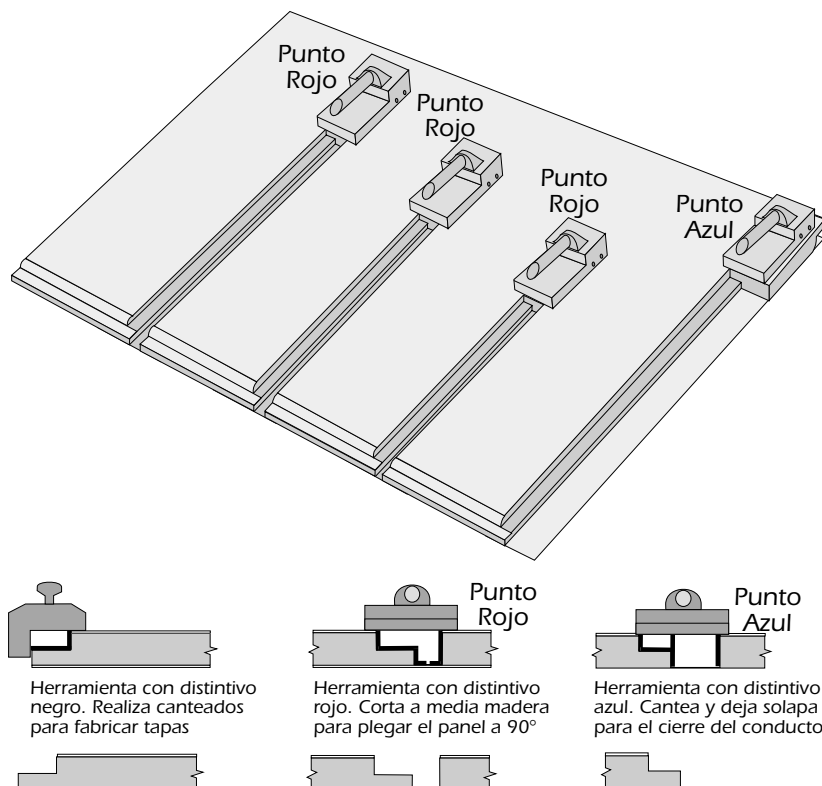
Han sido desarrolladas especialmente para cortar el complejo interior del panel CLIMAVÉR PLUS R y sirven para toda la gama.

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.



Nota: Este tipo de corte proporciona una mayor rigidez a la sección, por lo que se recomienda su uso, en sustitución de las herramientas de corte en «v».

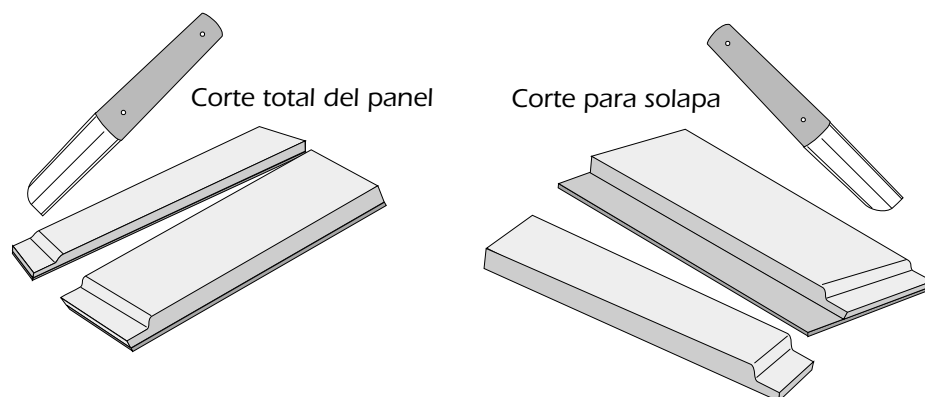
Estos útiles son más ligeros y además permiten el ahorro de tiempo en el trazado, mediante el empleo de útiles calibrados como es la Regla-escuadra CLIMAVÉR MM.



Las herramientas se componen de un soporte o cuerpo al que van atornilladas las cuchillas. La nueva generación de Herramientas CLIMAVER MM lleva 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-esquadra CLIMAVER MM ya no es necesario marcar las referencias.

Otra herramienta imprescindible para el corte es el cuchillo 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.

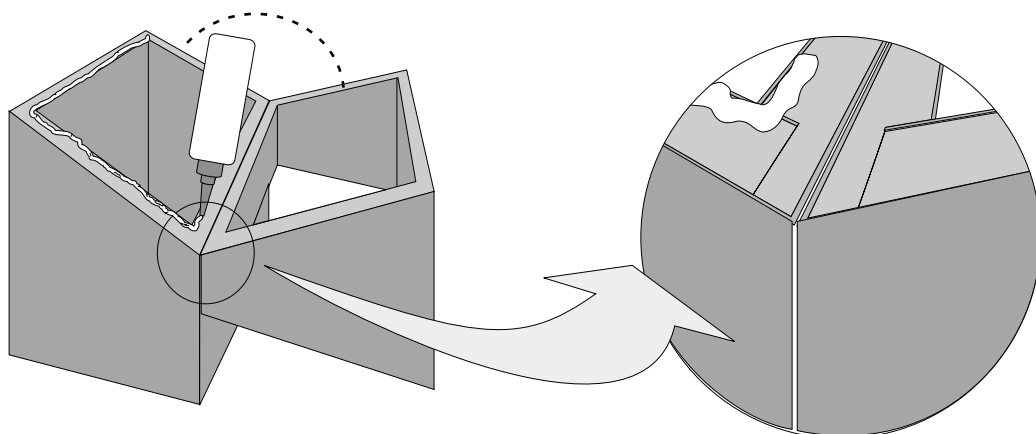


4.3. Sellado

Existen dos tipos de sellado:

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.

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.

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.
- Homologación bajo Norma americana UL 181 A-P o garantía similar del fabricante: [Resistencia a la tracción $\geq 2,8$ N/mm; Elongación $\leq 5\%$; Pelado (180°) $\geq 0,5$ N/mm; Pelado (20°) $\geq 0,36$ N (24 h.)/mm].

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.

SAINT-GOBAIN CRISTALERÍA, S.A. comercializa las **Cintas CLIMAVER** que cumplen los requisitos de la Norma UL-181. Como identificativo de calidad en las instalaciones llevan impresa en toda su longitud la marca CLIMAVER.

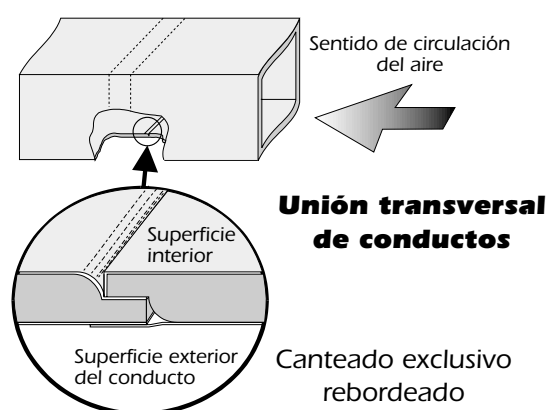
4.4. Unión transversal de elementos

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 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, el panel CLIMAVER PLUS R, presenta el canto macho rebordeado.



5. LOS CONDUCTOS PARA CLIMATIZACIÓN: COMPARACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA

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

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

Este último aspecto, 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 conocer que la instalación se realice con criterios económicos, que contemplen tanto la inversión como los costes de funcionamiento.

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...), pero no debe olvidarse el aspecto del ruido, ya que toda la red de conductos es una vía transmisora de este contaminante ambiental.

El trabajo que se presenta a continuación, tratará de dar respuesta a estos problemas, considerando las soluciones idóneas para los materiales que componen los conductos.

5.1. Bases del estudio

A lo largo de los años ochenta los técnicos de EE.UU. observaron que existían frecuentes diferencias entre los cálculos teóricos de 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 1.000 edificios en toda la geografía de EE.UU., demostró desvíos de 10-12% 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 geoméricamente iguales y trabajando en las mismas condiciones para los diversos tipos de materiales utilizados en EE.UU. Estos estudios han sido confirmados posteriormente (1995) por NAIMA (North American Insulation Manufacturers Association).

Así establecieron las pérdidas energéticas por filtración de aire y de transmisión de calor en función de los materiales, tipo de montaje y grado de aislamiento térmico.

5.2. Estudio técnico-económico para España

Basado en las condiciones anteriores y en los datos de los estudios citados, se ha realizado una adaptación para España.

Se han considerado.

- Conductos de igual geometría; sección rectangular de 400 x 500 mm y longitud total de 15 m.
- Presión de diseño: 250 Pa.
- Velocidad del aire: 6 m/s.
- Diferencia de temperatura entre aire tratado y aire ambiente: 13,7 °C (ciclo de verano).

5.2.1. Materiales de conductos considerados

- Conductos de chapa galvanizada, sin sellado de juntas (sin juntas tipo «METU»).

- Conducto de chapa galvanizada, sin sellado de juntas, recubierto interiormente por un material de lana de vidrio termo-acústico, de 12 mm de espesor y 36 kg/m³ de densidad (nombre comercial: VN 12).
- Conducto de chapa galvanizada, sin sellado de juntas, aislado exteriormente por lana de vidrio termo-acústica de 55 mm de espesor y 12 kg/m³ de densidad (nombre comercial: IBR-Aluminio).
- Conducto autoportante de lana de vidrio termo-acústica de alta densidad, recubierto interior y exteriormente por un complejo triplex de aluminio visto, sellado exteriormente con banda de aluminio autoadhesiva (nombre comercial: CLIMAVER PLUS R).
- Conducto autoportante de lana de vidrio termo-acústica de alta densidad, recubierto interior y exteriormente por un complejo triplex de aluminio visto, montado con perfilera de refuerzo en aluminio, sellado exteriormente con banda de aluminio autoadhesiva (nombre comercial: SISTEMA CLIMAVER METAL).

5.2.2. Pérdidas en las instalaciones

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

Algunas consideraciones de cálculo deben precisarse:

5.2.2.1. Pérdidas por filtración

Se han obtenido directamente de los estudios de EE.UU. antes citados y están expresadas en pérdidas para toda la instalación de ensayo.

Los valores obtenidos en los conductos de chapa galvanizada sin sellado de juntas, muy habitual en la distribución de aire a baja presión, son algo más elevados que los límites máximos que se está estudiando fijar en las normas CEN, concretamente dentro del TC-156, para conductos con presiones inferiores a 400 Pa.

Los valores que se obtienen para los conductos de la gama CLIMAVER también son algo superiores a los encontrados experimentalmente en nuestros laboratorios, pero se encuentran en este orden de magnitud.

En cualquier caso, las relaciones de pérdidas por filtración se mantienen para ambos tipos de conductos.

A efectos de este estudio, se ha considerado la necesidad de tratar un aire suplementario para conservar el caudal teórico de la instalación al final de la misma, según las condiciones de diseño.

5.2.2.2. Pérdidas térmicas por paredes

En este caso, las pérdidas se han calculado directamente de los ábacos sobre «Diseño de conductos» del «Manual Ashrae, 1985 Fundamentals».

CUADRO I

PÉRDIDAS ENERGÉTICAS EN INSTALACIONES DE CONDUCTOS					
TIPO	CHAPA (sin sellar)	CHAPA (sin sellar) + VN 12	CHAPA (sin sellar) + IBR AL.	CLIMAVER PLUS R	SISTEMA CLIMAVER METAL
FILTRACIONES:					
• VOLUMEN (m ³ /h)	223	223	223	28	28
• ENERGÍA (Kw · h)	1,28	1,28	1,28	0,19	0,19
PAREDES:					
• U W/(m ² · °K)	3,7	2,1	0,8	1,1	1,1
• ENERGÍA (Kw · h)	1,66	0,97	0,35	0,57	0,57
TOTAL ENERGÍA					
(Kw · h)	2,94	2,25	1,63	0,76	0,76

Para la velocidad del aire prevista (6 m/s) y el tipo de material de conducto resultan los coeficientes U (W/m² · °C) de termotransferencia que se indican en Cuadro I.

5.2.3. Valoraciones económicas

Se ha establecido el Cuadro II, donde se comparan los aspectos económicos de las inversiones que representarían instalaciones de conductos como las indicadas, con el sobrecoste de funcionamiento que suponen las pérdidas calculadas y el periodo Payback.

El estudio se ha realizado a finales de 2000 en Madrid, por lo que los datos de costes, de inversión y de funcionamiento de la instalación se centran en esas coordenadas. El método de cálculo es válido, siempre y cuando se actualicen los valores económicos en el tiempo y según la zona a estudiar.

Algunas aclaraciones a los datos del Cuadro II, son:

a) Inversiones

Cada una de las cantidades se ha obtenido como promedio de varios datos de mercado real, para instalaciones de 500/1.000 m² de conductos.

b) Costes por pérdidas

Para establecer un precio real del Kwh, se han estudiado dos valores extremos: un gran edificio climatizado, de más de 16.000 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, resultando un promedio de 18 ptas/Kwh, que es el aplicado.

El rendimiento energético del sistema COP, se han estimado en 2,5. En este sentido se han reducido los consumos energéticos procedentes del Cuadro I.

c) Payback

Como base de la comparación en el estudio americano se toma, de entre todos los tipos de conductos que se utilizan en ese país, el conducto de chapa metálica desnudo y sin sellado de juntas.

También en el presente estudio tomaremos al conducto de chapa desnudo y sin sellado de juntas como base para el presente estudio. 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 a nivel español consiste en que el conducto Climaver Plus R, es 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 cualquier instalación tiene un sobrecoste de funcionamiento más bajo respecto al conducto de chapa metálica, por lo que una vez alcanzado el Payback, se tendrá siempre un ahorro proporcional al tiempo de funcionamiento.

CUADRO II

COSTES EN INSTALACIONES DE CONDUCTOS (en €)					
TIPO	CHAPA (sin sellar)	CHAPA (sin sellar) + VN 12	CHAPA (sin sellar) + IBR AL.	CLIMAVER PLUS R	SISTEMA CLIMAVER METAL
CONCEPTO					
SOBRE COSTE FUNCIONAMIENTO (€/m ² · h)	0,005	0,004	0,003	0,001	0,001
COSTE INSTALACION (€/m ²)*	17,13	32,15	24,94	15,93	19,23
PAYBACK (h)	BASE	53,48	23,67	—	3,62

* Las cifras reflejadas como coste de las instalaciones son orientativas y pertenecen a cálculos realizados con datos procedentes del área de Madrid para edificios de tamaño medio y obtenidos en 2000.

Las conclusiones de este estudio son claras:

- El Climaver Plus R es, como ya se ha comentado, un sistema de conductos con menor coste de instalación y de mantenimiento que cualquiera de los sistemas basados en conductos de chapa.

- El Sistema Climaver Metal pese a ser ligeramente más caro que la chapa desnuda, presenta valores de pérdida mucho menores, por lo que tiene un Payback bajo (sólo 603 horas) o lo que es lo mismo, poco más de mes y medio de funcionamiento en una instalación media.
- Los sistemas basados en conductos de chapa aislada necesitan periodos elevados de funcionamiento para comensar la inversión inicial. En cualquier caso, conllevan costes de funcionamiento mayores que los sistemas de conductos Climaver.

5.2.4. Otras ventajas técnicas: reducción del ruido

Los conductos de aire representan una vía de transmisión del sonido para dos tipos de ruidos:

- Los propios de la instalación, a causa de elementos en movimiento (unidades de tratamiento, ventiladores, flujo de aire en los conductos...).
- 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 importante en la atenuación sonora de los ruidos y está ligado a los coeficientes de absorción del material.

Así, para la geometría de conductos que se estudia, las atenuaciones sonoras específicas, por unidad de longitud (dB/m) están representadas en el Cuadro III para cada material.

Puede verse que los conductos metálicos desnudos no tienen prácticamente atenuación sonora. Esta aumenta cuando existe un revestimiento interior de lana de vidrio (p.e. VN 12).

Para alcanzar valores importantes de atenuación sonora hay que considerar los conductos de la gama Climaver. En este estudio se presentan dos productos típicos de la gama a estos efectos: Climaver Plata y Climaver Plus R, especialmente el primero, ya que bastan unos pocos metros de conducto para apreciar la atenuación.

CUADRO III

ACÚSTICA EN INSTALACIONES DE CONDUCTOS						
TIPO	ATENUACIÓN ACÚSTICA (dB/m) PARA (Hz)					
	125	250	500	1.000	2.000	4.000
CHAPA	0,07	0,07	0,19	0,19	0,1	0,07
CHAPA + VN 12	0,14	0,18	0,23	1,28	2,8	3,2
CHAPA + IBR AL.	0,14	0,14	0,38	0,38	0,2	0,14
CLIMAVER PLUS R / CLIMAVER A2*	1,26	1,26	1,26	4,99	3,97	3,97
CLIMAVER PLATA*	0,23	1,13	5	8,28	9,45	9,45
CLIMAVER A2 NETO*	1,67	4,99	5,52	8,86	9,45	9,45

(*) Según ensayos del CSIC Instituto de Acústica y norma ISO R 354.

5.3. CONCLUSIONES

Por todo lo expuesto, puede afirmarse que en el aspecto técnico, los conductos de lana de vidrio Climaver Plus R, Climaver Plata, Climaver A2 y Climaver A2 Neto poseen las mayores ventajas, por sus menores pérdidas energéticas por filtraciones y transmisiones de calor, aportando las mejores propiedades en atenuación acústica para la reducción del ruido.