Introducción

Se definen los criterios de diseño para la instalación de climatización con el objeto de guiar al proyectista en la definición del sistema adoptado, selección de equipos, redes de distribución de aire, redes de distribución de gas refrigerante y sistemas de difusión de aire. El diseño se basa en cuatro pilares fundamentales: **La eficiencia energética, la facilidad para el mantenimiento, el confort de los usuarios** (ruidos, temperaturas, velocidad del aire, etc) **y la prevención de riesgos laborales**.

Normativa aplicable

El proyectista deberá diseñar la instalación atendiendo a las diferentes normativas vigentes, ya sean de ámbito municipal, autonómico, estatal, comunitario o internacional, y en particular, de acuerdo a la siguiente lista de normas y reglamentos, que en ningún caso deberá entenderse como limitante o excluyente:

- Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.

- REAL DECRETO 1027/2007 del 20 de Julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios

- Reglamento de Seguridad 3099/1977 de 8 de Septiembre, e Instrucciones Técnicas Complementarias MI aprobadas por Orden de 24 de Enero de 1978.

- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas RSF. Aprobado por RD3099/1977 de 8 de Septiembre, e Instrucciones Técnicas Complementarias MI-IF aprobadas por Orden de 24 de Enero de 1978.

- Modificaciones al RSF e MI-IF aprobadas por Ordenes 4-4-79 (B.O.E. 10-5-79).-Orden 30-9-80 (B.O.E. 18-10-80).-Real Decreto 754/1981 (B.O.E. 28-4-81).-Orden 21-7-83 (B.O.E. 29-7-83).- Orden 19-11-87 (B.O.E. 5-12-87).-Orden 4-11-92 (B.O.E. 17-11-92).-Orden 23-11-94 (B.O.E. 2-12-94).- Orden 24-4-96 (B.O.E. 10-5-96).- Orden 26-2-97 (B.O.E. 11-3-97).- Orden 23-12-98 (B.O.E. 12-1-99)

- Real Decreto 2060/2008 de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a Presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

- RD 473/1988 de 30 de Marzo, 1491/1995 de 11 de Octubre (modificado por RD 2486/1994 de 23 de Diciembre) y 769/1999 de 7 de Mayo, por los que se aprueban las Directivas del Consejo de las Comunidades Europeas, 76/767/CEE, 87/404/CEE y 97/23/CEE.

- REAL DECRETO 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE-ICR, NTE-ICC y NTE-ISH.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. de 18-09-2002.

Relación de normas específicas adicionales a las mencionadas en los reglamentos de aplicación:

- Norma UNE 100030 “Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones”.

- Modificaciones del Código Técnico de la edificación.

- RD por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e instalaciones Frigoríficas.

- Real Decreto 47/2007 Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.

- Real Decreto 1826/2009 de 27 de noviembre por el que se modifica el R.D.1027/2007.

- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Ordenanzas Municipales de aplicación.

- Guía técnica del IDEA “Instalaciones de climatización con equipos autónomos”.

Cálculo de cargas térmicas

Para el cálculo de cargas térmicas que defina las potencias térmicas necesarias en cada local se utilizará uno de los siguientes programas:

CYPECAD MEP de Cype Ingenieros

HAP (Hourly Analysis Program) de Carrier

Con las siguientes particularidades:

Condiciones exteriores

Se adoptarán las indicadas en la norma UNE 100.001-88 complementado con lo indicado en los Comentarios al RITE (datos de Atecyr) y la Guía Técnica del IDAE “Condiciones climáticas exteriores de proyecto”, para un nivel percentil del 2,5 en verano y del 97,5 en invierno.

Condiciones interiores

De acuerdo con lo indicado en la ITE 03.1 se adoptarán como condiciones interiores de cálculo:

- Invierno: 22ºC

- Verano: 24ºC y 50% H.R.

Ocupación

De no disponer de otros datos, acuerdo con el DBSI se considerará una ocupación mínima de 10 m2/persona.

Ventilación

La categoría del aire interior será IDA 2, por lo que el caudal de aire exterior por persona será de 12,5 L/s.

(45m³/h y pers.) El local debe mantenerse en sobrepresión.

Iluminación

Se adoptarán 25W/m2

Equipos u otras cargas

Se considerarán 150 W por puesto de trabajo.

En caso de tener un caudal de aire expulsado al exterior superior a 1.800 m³/h será necesario instalar un sistema de recuperación de calor del aire de extracción.

El RITE, dentro de sus exigencias para la eficiencia energética, contempla la recuperación de calor del aire de extracción, la cual es obligatoria en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0.5 m³/s (equivalente a 1800 m³/h), en estos sistemas se recuperará la energía del aire expulsado, para lo cual se instalaran sistemas recuperadores de aire de extracción.

Para una tasa de ventilación de 45 m³/h y una ocupación de 10m2/persona implica que en oficinas mayores de 400 m2 será necesario disponer de estos sistemas.

La potencia suministrada se ajustará a la carga máxima simultanea de las instalaciones servidas, considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de los fluidos.

LOS EQUIPOS Y DEMÁS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN SERÁN LOS RESULTANTES DEL CÁLCULO ESPECÍFICO PARA CADA LOCAL CON SUS CONDICIONANTES PARTICULARES.

Sistema adoptado

Se adopta un **sistema de volumen de refrigerante variable VRV/VRF** bomba de calor. El VRV/VRF es un sistema de climatización inteligente con control de flujo de refrigerante variable. Permite mantener un control individual en cada una de las zonas en las que se ha dividido la instalación. Las marcas aceptadas son:

Mitsubishi Electric

Hitachi

Daikin

Toshiba

Selección de equipos: Unidades de exterior

Las unidades exteriores se instalarán, dependiendo de las características de cada local, de acuerdo al siguiente orden de preferencia:

1- Una máquina axial en el exterior si es posible (terraza, cubierta, etc.)

2- Una máquina axial en una sala de máquinas interior situada cerca de un paramento exterior en el que se pueda tomar y descargar aire, con una longitud máxima del conducto de descarga de aire de condensación de 6 ml.

3- Una unidad centrífuga en el falso techo en la zona de cajeros o vestíbulo de entrada y equipadas con ventilador centrífugo (unidades que de momento sólo disponen las marcas Hitachi y Daikin)

4- Como las potencias máximas disponibles en la actualidad con ventilador centrífugo son de 24 kW en Hitachi y de 14 kW en Daikin, en caso de que la potencia necesaria a instalar sea superior será necesario disponer de un local dedicado a sala de máquinas en donde se ubicará la unidad exterior de acuerdo con lo indicado en el punto 2.

Las unidades exteriores aceptadas son las siguientes:

DAIKIN

VRV IV Bomba de calor con calefacción continua RYYQ de 22,4 kW a 150 kW

VRV IV Bomba de calor Classic RXYQ de 22,4 kW a 150 kW

VRV INDOOR SB.RKXYQ de 14 kW

HITACHI

VRF FSXNH(E) de 14 a 100 kW

VRF FSXN1E de 22,4 a 150 kW

VRF Centrífugo RASC de 10 a 24 kW

MITSUBISHI ELECTRIC

VRF PUMY-P112-200YKM de 12,5 a 22,4 kW

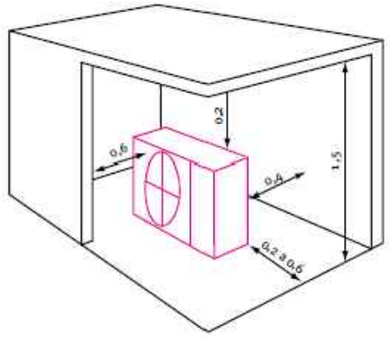
VRF PUHY-EP200-1350Y(S)LM de 22,4 a 150 kW

TOSHIBA

VRF MCY-MHP0x04HT-E de 12,1 a 15,5 kW

VRF MAP0501-1604HT8P-E de 14 a 135 kW

En caso de ir **ubicadas en intemperie** las unidades exteriores deben estar protegidas del sol y en el caso de que en la localidad exista una dirección del viento predominante, se deben orientar para que el viento entre por el lado de aspiración y mejore la transferencia de calor. En este sentido, se recomienda emplear los datos de dirección del viento predominante disponibles en la Guía del IDEA "Condiciones Climáticas de Proyecto".



Los fabricantes suelen establecer distancias mínimas de separación para el correcto funcionamiento de los equipos, que en algunos casos tienen en cuenta que exista un espacio mínimo para la realización de las operaciones de ejecución y mantenimiento de las instalaciones.

Figura 1: Distancias mínimas libres recomendadas en la instalación de unidades exteriores

Se recomienda una distancia libre de 0,6 metros para una correcta entrada de aire y distancia de trabajo para la realización de operaciones de mantenimiento. La distancia lateral mínima recomendada es de 0,2 m, incrementándose a 0,6 si en el lateral se encuentran las conexiones eléctricas o de refrigerante o alguna tapa de registro. Es conveniente dejar 0,3 metros de separación a un techo cercano y que la altura de un posible hueco donde se encuentre la máquina no sea inferior a 1,5 metros. Se trata de una recomendación, ya que las distancias concretas a respetar las dará cada fabricante para cada máquina en particular.

En el diseño de la instalación debe quedar claro cómo se va a realizar el acceso con seguridad a los equipos, tanto para la ejecución de la instalación como para las posteriores operaciones de mantenimiento.

En el caso de situar las unidades exteriores en **lugares no transitables** será necesario incluir las necesarias medidas de seguridad.

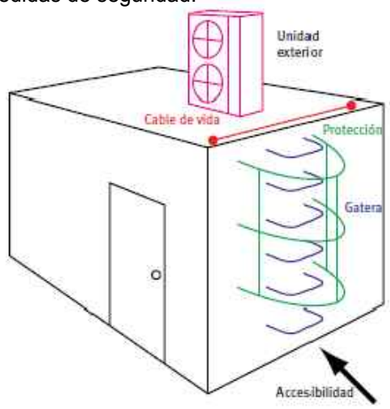


Figura 2: Accesibilidad a una unidad exterior situada en el techo de un cuarto de ascensores.

Se ha realizado una gatera con un arco de protección para evitar caídas. Además se ha instalado un cable de vida donde el operario pueda sujetarse y realizar los trabajos en la máquina de forma segura.

El RITE establece que las unidades exteriores que se instalen en las fachadas deben integrarse en la misma, quedando ocultas a la vista exterior.

Selección de equipos: Unidades de Interior

Las unidades interiores serán del tipo "conducto" de la misma marca que las indicadas para las unidades exteriores. Los modelos aceptados son:

DAIKIN

VRV Unidades de conductos FXSQ-A de 1,7 kW a 16 kW

VRV Unidades de conductos FXDQ-A de 1,7 a 7,1 kW

VRV Unidades de conductos suelo FXNQ-A de 2,2 kW a 7,1 kW

VRV Unidades de conductos alta presión FXMQ de 11,2 kW a 28 kW

HITACHI

VRF Unidades de conductos baja silueta RPI-FSN4E de 1,7 a 4,0 kW

VRF Unidades de conductos media presión RPI-(2-6)FSN4E de 5,6 kW a 14, kW

VRV Unidades de conductos alta presión RPI-(8-10)FSN3E de 22,4 kW a 56 kW

MITSUBISHI ELECTRIC

VRF Unidades de conductos PEFY-P20-140VMA de 2,2 kW a 16 kW

VRF Unidades de conductos baja silueta PEFY-P15-63VMS1 de 1,7 a 7,1 kW

VRF Unidades de conductos alta presión PEFY-P40-250VMH(S) de 4,5 kW a 28 kW

VRF Unidades de conductos baja presión PEFY P-20-32VMR de 2,2 kW a 3,6 kW

TOSHIBA

VRF Unidades de conductos estándar MMDAP de 2,2 kW a 16 kW

VRF Unidades de conductos alta presión MMD-AP de 5,6 a 28 kW

VRF Unidades de conductos baja silueta MMD-AP de 1,7 kW a 8 kW

Se dispondrán unidades interiores independientes para Distribuidor, Pool de trabajo y Salas de Reuniones, en previsión de diferentes horarios y necesidades de funcionamiento de las mismas. En caso de que las Salas de Reuniones estén situadas juntas se utilizará una única unidad interior para las diferentes salas. Igualmente se dispondrá una unidad interior para la cortina de aire que tratará la puerta de acceso al Distribuidor.

Las unidades de interior se situarán, en la medida de lo posible, en lugares que no alteren el normal funcionamiento de la oficina en caso de necesitar realizar labores de mantenimiento o reparación.

Se ubicarán:

- **En el techo en zonas técnicas**: Aseos, archivo, cuarto de racks, sala de máquinas de climatización.

- **En el interior de armario** en disposición vertical.

- **En falso techo continuo** en la zona de Distribuidor o Pool de trabajo, en zonas de tránsito, debiendo dejar un registro para acceso de mantenimiento a la unidad.

Las unidades interiores suelen estar instaladas en un espacio muy limitado. El Reglamento establece la obligación de realizar accesos adecuados cerca de cada aparato que puedan ser abiertos sin necesidad de herramientas.

Se considera que el tamaño mínimo de los accesos en falsos techos no desmontables deberá ser de 0,5x0,5 metros. Deberá prestarse atención a los requisitos establecidos por el fabricante. En cualquier caso, se recomienda la instalación de los equipos en locales con falsos techos totalmente desmontables

Selección de equipos: Ventilación

Se dispondrán ventiladores de extracción de aire independientes para cada local técnico: archivo, aseos y cuarto de racks. La descarga de estas extracciones se realizará hacia la toma de aire de condensación de la unidad exterior, bien al plenum del falso techo en caso de unidad centrífuga o a la sala de máquinas de climatización en caso de unidad con ventilador axial. Serán del fabricante S&P, modelo TD-Silent con caudales de aire en descarga libre de 180 a 1.760 m³/h. El extractor de aseos dispondrá de temporizador regulable.

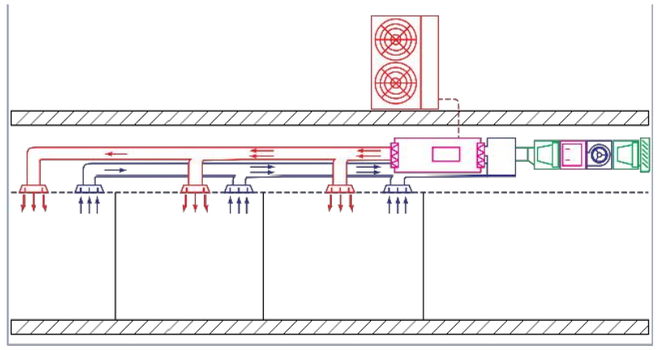
Para la aportación de aire primario a las unidades de interior se instalarán ventiladores ILB/ILT de S&P regulables por variación de tensión o por convertidor de frecuencia, para permitir la regulación de caudal desde el autómata, equipados con caja filtrante con filtro F8 incorporado.

En caso de necesitar recuperación de calor se instalarán recuperadores de calor CADB/T-N D TERMO-REG de S&P con intercambiador de flujo cruzado, con caudales de 500 a 8.350 m³/h, equipados con control mediante sensor de CO2, que se integrará en el autómata de control de la oficina.

Se realizará un balance de caudales de impulsión y extracción de aire exterior para verificar el funcionamiento en sobrepresión del local.

Al emplear unidades de tipo conducto, la conexión del aire de ventilación resulta sencilla realizando un plenum en la aspiración de las unidades interiores de tipo conducto.

Figura 3: Sistema mixto con ventilación conectada a unidades de conductos

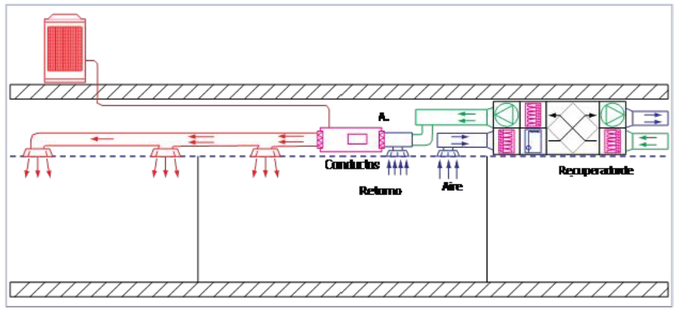


El sistema propuesto implica la instalación de dos ventiladores en serie: el ventilador de la unidad de tratamiento del aire exterior y el ventilador de la unidad de conductos. Para un funcionamiento del sistema adecuado se deber limitar, de alguna forma, la presión proporcionada por la unidad de ventilación, instalando compuertas o empleando un variador de frecuencia controlado con la presión en la impulsión de la unidad.

Para realizar una buena difusión del aire por el local, y asegurar fácilmente las condiciones de bienestar en la zona ocupada del mismo, es muy conveniente conectar el aire de ventilación a la aspiración de las unidades de conductos.

En el caso de que el caudal de aire de ventilación sea elevado en comparación con el caudal de aire impulsado por las unidades interiores, es posible que este esquema no pueda emplearse por limitaciones de los fabricantes de las unidades de conductos. Además, deberá prestarse atención a que la unidad de ventilación no presurice en exceso la zona de aspiración de las unidades de conductos: instalación de compuertas o de variador de frecuencia en el ventilador de la unidad de recuperación de calor.

Figura 4: Sistema mixto con ventilación conectada a la aspiración de las unidades de conductos.



Es beneficioso impulsar el aire extraído de los locales a la unidad exterior. En refrigeración, la temperatura del aire expulsado será inferior a la del aire exterior y mejorara la eficiencia. En invierno, el aire expulsado aumentara la temperatura del aire exterior y podrá aumentar la eficiencia de forma importante y así de esta forma se evitan los descharches.

Líneas de distribución de refrigerante

En instalaciones de climatización con máquinas de expansión directa, las tuberías de refrigerante deben aislarse:

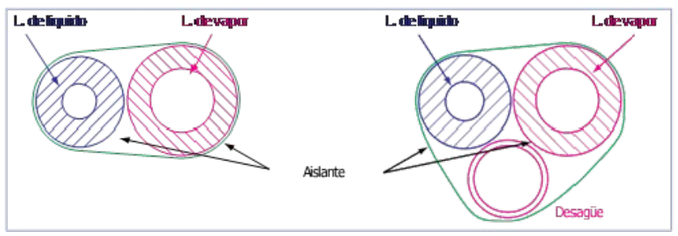
- En ciclo de frío, la línea de vapor (aspiración del compresor) está entre 0 y 5°C y si no se aísla la tubería y los accesorios aparecerán condensaciones. La línea de líquido está a temperatura similar a la ambiente y no sería necesario aislarla.

- En ciclo de calor, la línea de vapor (impulsión del compresor) está a más de 40°C y debería aislarse. La línea de líquido está a temperatura similar a la ambiente y no sería necesario aislarla.

Las tuberías de refrigerante y sus accesorios deben ser aislados siempre. El RITE no impone ningún espesor mínimo por motivos de eficiencia energética y deja que sea el fabricante quien imponga los espesores mínimos a instalar.

El motivo de esta ausencia de espesores mínimos es debido a que el transporte de energía por refrigerante es muy eficiente desde el punto de vista energético en comparación con el transporte de energía por agua o por aire. En todo caso, las tuberías de refrigerante deben estar aisladas para evitar la posibilidad de condensaciones superficiales. En el caso de tuberías de refrigerante que circulen por ambientes con altos contenidos de humedad (aseos), se deberá asegurar que no se produzcan condensaciones con el espesor de aislamiento recomendado por el fabricante.

Figura 5: Aislamiento típico de tubería de refrigerante.



La correcta ejecución de las instalaciones frigoríficas tendrá una influencia muy directa sobre el rendimiento real de los equipos y sobre la vida útil de los mismos. Por tanto, en la ejecución de las instalaciones se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Respetar las indicaciones de los fabricantes en lo relativo a dimensionado de líneas, distancias entre unidades, instalación o no de sifones, espesores de aislamiento y criterios de soportado de tuberías.

- Realizar las soldaduras en atmósfera inerte (con circulación de nitrógeno por el interior de los tubos).

- Evitar la entrada de humedad y suciedad en el interior de los tubos, manteniendo tapados los extremos de los mismos.

- Realizar los vacíos, pruebas de presión y cargas de refrigerante, de acuerdo a las indicaciones del fabricante de los equipos.

- Instalar válvulas de corte, siguiendo las recomendaciones del fabricante y evitando su instalación en puntos que generen “tramos muertos”.

El aislamiento de la red de tuberías debe realizarse con el objetivo principal de evitar la formación de condensados en la superficie de la tubería, y a medio plazo su corrosión.

Es recomendable aplicar el aislamiento procurando la mejor distribución y sellado de las juntas, cuando las haya. Se deberá prestar la máxima atención a la aplicación de la barrera antivapor, especialmente en los puntos conflictivos (soportes, terminales, etc.) donde el sellado es fundamental. Además, deberá evitarse el contacto metal/ metal, origen de numerosos problemas de corrosión.

En el diseño y construcción de los soportes de las tuberías se prestará especial atención a que el aislante no se comprima con el tiempo por el peso de la tubería, perdiendo sus características y produciéndose finalmente condensados.

Los tramos de tuberías que discurran por el exterior, expuestos a la radiación solar, lluvia y roedores, llevaran la protección necesaria para que el aislante no se deteriore con el tiempo (se aconseja emplear la protección que se emplea en los primarios de las instalaciones solares térmicas en cumplimiento del HE4).

Una barrera de vapor deficiente será, más tarde o más temprano, la causa de un deterioro progresivo del aislamiento, y si el tratamiento anticorrosión no existiera o fuera insuficiente, el elemento aislado sufriría graves daños de corrosión, lo que afectaría a la seguridad de la instalación.

El RITE no establece ningún tipo de exigencias de seguridad para el diseño y ejecución de las redes de tuberías de refrigerante. Las tuberías de refrigerante deberán cumplir la norma UNE-EN-12735, así como las exigencias del Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas en vigor.

En el borrador de modificación del actual Reglamento se realiza una clasificación de los refrigerantes en cuanto a toxicidad e inflamabilidad. Los refrigerantes empleados en equipos de climatización son el 407C y 410A y están clasificados dentro del Grupo L 1, grupo de seguridad A1, que implica máxima seguridad: no inflamable y baja toxicidad. La toxicidad de estos refrigerantes se produce principalmente por el desplazamiento del oxígeno del aire.

El límite práctico de concentración se establece en 0,31 kg/m³ para el 407C y en 0,44 kg/m³ para el 410A. Debe tenerse en consideración que la densidad de los refrigerantes es superior a la del aire y que tenderán a concentrarse en la parte inferior de los locales.

Las pruebas de las tuberías de refrigerante se realizan a altas presiones. Deben extremarse las medidas de seguridad a la hora de realizar las pruebas por el riesgo de accidente que puede causar la rotura repentina de una tubería o accesorio. Presiones de prueba:

R407C: 3,2 MPa

R410A: 4,15 MPa

Las presiones de prueba afectan a todo el circuito (incluyendo los componentes principales) y serán las establecidas en el Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas en vigor.

Distribución del aire

Los conductos de distribución de aire se realizarán con Climaver Neto, 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. Se elige este material por sus excelentes prestaciones acústicas y su buen comportamiento térmico. Se utilizará tanto en las redes de impulsión y retorno de aire tratado, extracción de aire, aportación de aire primario y aire de condensación de la unidad exterior.

El montaje se realizará de acuerdo con las instrucciones indicadas por el fabricante en su Manual de Montaje Climaver de 03/junio /2015.

La selección del diámetro de los conductos o de su equivalente en sección rectangular debe realizarse en base a criterios de perdida de carga y de velocidad del aire máxima para evitar ruidos.

La selección de los conductos debería realizarse para una pérdida de presión máxima de 0,05 mm c.a. por metro lineal de conducto. En redes de conductos donde el ruido no sea un factor importante, puede aumentarse a 0,07 mm c.a. por metro lineal de conducto.

Para evitar ruidos es recomendable que la velocidad del aire en los conductos sea **inferior a 5 m/s**.

Para la selección de los diámetros de los conductos o su equivalente rectangular y cálculo de las pérdidas de carga, se utilizarán las 2 Tablas que figuran a continuación:

Tabla para perdida de presión máxima de 0,05 mm c.a./ml.

Tabla para perdida de presión máxima de 0,07 mm c.a./ml.

DIMENSIONADO DE CONDUCTOS. DP= 0,05 mm c.a./ml

Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	DP (mm c.a./m)	D (cm)	Sección rectangular alto (cm) x ancho (cm)				
140	2,20	0,050	15					
	1,93	0,037	16					
170	2,35	0,052	16					
	2,08	0,039	17					
200	2,45	0,052	17					
	2,18	0,039	18					
230	2,51	0,051	18					
	2,25	0,039	19					
270	2,65	0,052	19					
	2,39	0,041	20					
310	2,74	0,052	20					
	2,49	0,041	21					
350	2,81	0,051	21					
	2,56	0,041	22	20 x 20				
400	2,92	0,052	22	20 x 20				
	2,67	0,042	23	20 x 22				
450	3,01	0,052	23	20 x 22				
	2,76	0,042	24	20 x 24	22 x 22			
500	3,07	0,051	24	20 x 24	22 x 22			
	2,83	0,042	25	20 x 26	22 x 24			
560	3,17	0,051	25	20 x 26	22 x 24			
	2,93	0,042	26	20 x 28	22 x 26	24 x 24		
620	3,24	0,051	26	20 x 28	22 x 26	24 x 24		
	3,01	0,042	27	20 x 30	22 x 28	24 x 26		
680	3,30	0,050	27	20 x 30	22 x 28	24 x 26		
	3,07	0,042	28	20 x 32	22 x 30	24 x 28	26 x 26	
750	3,38	0,050	28	20 x 32	22 x 30	24 x 28	26 x 26	
	3,15	0,042	29	20 x 36	22 x 32	24 x 30	26 x 28	
830	3,49	0,051	29	20 x 36	22 x 32	24 x 30	26 x 28	
	3,26	0,043	30	20 x 38	22 x 34	24 x 32	26 x 28	
910	3,58	0,051	30	20 x 38	22 x 34	24 x 32	26 x 28	
	3,35	0,043	31	20 x 40	22 x 36	24 x 34	26 x 30	
990	3,64	0,050	31	20 x 40	22 x 36	24 x 34	26 x 30	
	3,42	0,043	32	20 x 44	22 x 40	24 x 36	26 x 34	
1.080	3,73	0,051	32	20 x 44	22 x 40	24 x 36	26 x 34	
	3,51	0,044	33	20 x 46	22 x 42	24 x 38	26 x 36	30 x 30
1.170	3,80	0,050	33	20 x 46	22 x 42	24 x 38	26 x 36	30 x 30
	3,58	0,044	34	20 x 50	22 x 44	24 x 40	26 x 38	30 x 32
1.270	3,89	0,051	34	20 x 50	22 x 44	24 x 40	26 x 38	30 x 32
	3,67	0,044	35	20 x 54	22 x 48	24 x 44	26 x 40	30 x 34
1.370	3,96	0,050	35	20 x 54	22 x 48	24 x 44	26 x 40	30 x 34
	3,74	0,044	36	20 x 56	22 x 50	24 x 46	26 x 42	30 x 36
1.470	4,01	0,050	36	20 x 56	22 x 50	24 x 46	26 x 42	30 x 36
	3,80	0,044	37	20 x 60	22 x 54	24 x 48	26 x 44	30 x 38

(continuación)

Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	DP (mm c.a./m)	D (cm)	Sección rectangular alto (cm) x ancho (cm)				
1.580	4,08	0,050	37	20 x 60	22 x 54	24 x 48	26 x 44	30 x 38
	3,87	0,044	38		22 x 58	24 x 52	26 x 48	30 x 40
1.700	4,16	0,050	38		22 x 58	24 x 52	26 x 48	30 x 40
	3,95	0,044	39		22 x 60	24 x 54	26 x 50	30 x 42
1.820	4,23	0,050	39		22 x 60	24 x 54	26 x 50	30 x 42
	4,02	0,044	40		22 x 64	24 x 60	26 x 52	30 x 44
1.950	4,31	0,050	40		22 x 64	24 x 60	26 x 52	30 x 44
	4,10	0,044	41			24 x 62	26 x 56	30 x 48
2.080	4,38	0,050	41			24 x 62	26 x 56	30 x 48
	4,17	0,044	42			24 x 66	26 x 58	30 x 50
2.220	4,45	0,050	42	26 x 58	30 x 50	34 x 44		
	4,25	0,045	43	26 x 62	30 x 52	34 x 46		
2.360	4,51	0,050	43	26 x 62	30 x 52	34 x 46		
	4,31	0,045	44	26 x 64	30 x 54	34 x 48	40 x 40	
2.510	4,59	0,050	44	26 x 64	30 x 54	34 x 48	40 x 40	
	4,38	0,045	45	26 x 68	30 x 58	34 x 50	40 x 42	
2.670	4,66	0,050	45	26 x 68	30 x 58	34 x 50	40 x 42	
	4,46	0,045	46	26 x 72	30 x 60	34 x 52	40 x 44	
2.830	4,73	0,050	46	26 x 72	30 x 60	34 x 52	40 x 44	
	4,53	0,045	47	26 x 76	30 x 62	34 x 54	40 x 46	
3.000	4,80	0,050	47	26 x 76	30 x 62	34 x 54	40 x 46	
	4,61	0,045	48	26 x 78	30 x 66	34 x 58	40 x 48	44 x 44
3.170	4,87	0,050	48	26 x 78	30 x 66	34 x 58	40 x 48	44 x 44
	4,67	0,045	49		30 x 70	34 x 60	40 x 50	44 x 46
3.350	4,93	0,050	49		30 x 70	34 x 60	40 x 50	44 x 46
	4,74	0,045	50		30 x 72	34 x 62	40 x 52	44 x 48
3.530	4,99	0,050	50		30 x 72	34 x 62	40 x 52	44 x 48
	4,80	0,045	51		30 x 76	34 x 66	40 x 54	44 x 50
3.720	5,06	0,050	51		30 x 76	34 x 66	40 x 54	44 x 50
	4,87	0,045	52		30 x 78	34 x 68	40 x 56	44 x 52
3.920	5,13	0,050	52		30 x 78	34 x 68	40 x 56	44 x 52
	4,94	0,046	53		30 x 82	34 x 70	40 x 60	44 x 54
4.120	5,19	0,050	53		30 x 82	34 x 70	40 x 60	44 x 54
	5,00	0,046	54		30 x 86	34 x 74	40 x 62	44 x 56
4.300	5,22	0,049	54		30 x 86	34 x 74	40 x 62	44 x 56
	5,03	0,045	55		30 x 90	34 x 76	40 x 64	44 x 58
4.550	5,32	0,050	55		30 x 90	34 x 76	40 x 64	44 x 58
	5,13	0,046	56			34 x 80	40 x 66	44 x 60
4.780	5,39	0,050	56			34 x 80	40 x 66	44 x 60
	5,20	0,046	57			34 x 84	40 x 70	44 x 62
5.000	5,44	0,050	57			34 x 84	40 x 70	44 x 62
	5,26	0,046	58			34 x 86	40 x 72	44 x 64
5.250	5,52	0,050	58			34 x 86	40 x 72	44 x 64
	5,33	0,046	59			34 x 90	40 x 74	44 x 66

(continuación)

Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	DP (mm c.a./m)	D (cm)	Sección rectangular alto (cm) x ancho (cm)				
5.500	5,59	0,050	59			34 x 90	40 x 74	44 x 66
	5,40	0,046	60			34 x 94	40 x 76	44 x 70
5.750	5,65	0,050	60			34 x 94	40 x 76	44 x 70
	5,47	0,046	61				40 x 80	44 x 72
6.000	5,70	0,050	61				40 x 80	44 x 72
	5,52	0,046	62				40 x 82	44 x 74
6.270	5,77	0,050	62				40 x 82	44 x 74
	5,59	0,046	63				40 x 86	44 x 76
6.548	5,83	0,050	63				40 x 86	44 x 76
	5,65	0,046	64				40 x 88	44 x 80
6.820	5,89	0,050	64				40 x 88	44 x 80
	5,71	0,046	65				40 x 92	44 x 82
7.100	5,94	0,050	65				40 x 92	44 x 82
	5,76	0,046	66				40 x 96	44 x 84
7.400	6,01	0,050	66				40 x 96	44 x 84
	5,83	0,047	67					44 x 88
7.700	6,07	0,050	67					44 x 88
	5,89	0,047	68					44 x 90
8.000	6,12	0,050	68					44 x 90
	5,94	0,047	69					44 x 92

DIMENSIONADO DE CONDUCTOS. DP= 0,07 mm c.a./ml

Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	DP (mm c.a./m)	D (cm)	Sección rectangular alto (cm) x ancho (cm)				
170	2,67	0,071	15					
	2,35	0,052	16					
200	2,76	0,069	16					
	2,45	0,052	17					
230	2,81	0,066	17					
	2,51	0,051	18					
270	2,95	0,067	18					
	2,65	0,052	19					
320	3,14	0,070	19					
	2,83	0,055	20					
370	3,27	0,071	20					
	2,97	0,056	21					
420	3,37	0,070	21					
	3,07	0,056	22	20 x 20				
470	3,43	0,069	22	20 x 20				
	3,14	0,056	23	20 x 22				
530	3,54	0,069	23	20 x 22				
	3,25	0,056	24	20 x 24	22 x 22			
600	3,68	0,070	24	20 x 24	22 x 22			
	3,40	0,058	25	20 x 26	22 x 24			

(continuación)

Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	DP (mm c.a./m)	D (cm)	Sección rectangular alto (cm) x ancho (cm)				
670	3,79	0,070	25	20 x 26	22 x 24			
	3,51	0,058	26	20 x 28	22 x 26	24 x 24		
740	3,87	0,070	26	20 x 28	22 x 26	24 x 24		
	3,59	0,058	27	20 x 30	22 x 28	24 x 26		
820	3,98	0,070	27	20 x 30	22 x 28	24 x 26		
	3,70	0,059	28	20 x 32	22 x 30	24 x 28	26 x 26	
900	4,06	0,069	28	20 x 32	22 x 30	24 x 28	26 x 26	
	3,78	0,059	29	20 x 36	22 x 32	24 x 30	26 x 28	
990	4,16	0,069	29	20 x 36	22 x 32	24 x 30	26 x 28	
	3,89	0,059	30	20 x 38	22 x 34	24 x 32	26 x 28	
1.090	4,28	0,070	30	20 x 38	22 x 34	24 x 32	26 x 28	
	4,01	0,060	31	20 x 40	22 x 36	24 x 34	26 x 30	
1.190	4,38	0,070	31	20 x 40	22 x 36	24 x 34	26 x 30	
	4,11	0,060	32	20 x 44	22 x 40	24 x 36	26 x 34	
1.290	4,46	0,070	32	20 x 44	22 x 40	24 x 36	26 x 34	
	4,19	0,060	33	20 x 46	22 x 42	24 x 38	26 x 36	30 x 30
1.400	4,55	0,070	33	20 x 46	22 x 42	24 x 38	26 x 36	30 x 30
	4,28	0,060	34	20 x 50	22 x 44	24 x 40	26 x 38	30 x 32
1.520	4,65	0,070	34	20 x 50	22 x 44	24 x 40	26 x 38	30 x 32
	4,39	0,061	35	20 x 54	22 x 48	24 x 44	26 x 40	30 x 34
1.650	4,76	0,070	35	20 x 54	22 x 48	24 x 44	26 x 40	30 x 34
	4,50	0,062	36	20 x 56	22 x 50	24 x 46	26 x 42	30 x 36
1.770	4,83	0,070	36	20 x 56	22 x 50	24 x 46	26 x 42	30 x 36
	4,57	0,061	37	20 x 60	22 x 54	24 x 48	26 x 44	30 x 38
1.900	4,91	0,070	37	20 x 60	22 x 54	24 x 48	26 x 44	30 x 38
	4,65	0,061	38		22 x 58	24 x 52	26 x 48	30 x 40
2.050	5,02	0,070	38		22 x 58	24 x 52	26 x 48	30 x 40
	4,77	0,062	39		22 x 60	24 x 54	26 x 50	30 x 42
2.200	5,12	0,070	39		22 x 60	24 x 54	26 x 50	30 x 42
	4,86	0,062	40		22 x 64	24 x 60	26 x 52	30 x 44
2.350	5,19	0,070	40		22 x 64	24 x 60	26 x 52	30 x 44
	4,94	0,062	41			24 x 62	26 x 56	30 x 48
2.500	5,26	0,070	41			24 x 62	26 x 56	30 x 48
	5,01	0,062	42			24 x 66	26 x 58	30 x 50
2.670	5,35	0,070	42	26 x 58	30 x 50	34 x 44		
	5,11	0,062	43	26 x 62	30 x 52	34 x 46		
2.840	5,43	0,070	43	26 x 62	30 x 52	34 x 46		
	5,19	0,062	44	26 x 64	30 x 54	34 x 48	40 x 40	
3.020	5,52	0,070	44	26 x 64	30 x 54	34 x 48	40 x 40	
	5,27	0,063	45	26 x 68	30 x 58	34 x 50	40 x 42	
3.210	5,61	0,070	45	26 x 68	30 x 58	34 x 50	40 x 42	
	5,37	0,063	46	26 x 72	30 x 60	34 x 52	40 x 44	
3.400	5,68	0,070	46	26 x 72	30 x 60	34 x 52	40 x 44	
	5,44	0,063	47	26 x 76	30 x 62	34 x 54	40 x 46	

(continuación)

Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	DP (mm c.a./m)	D (cm)	Sección rectangular alto (cm) x ancho (cm)				
3.600	5,76	0,070	47	26 x 76	30 x 62	34 x 54	40 x 46	
	5,53	0,063	48	26 x 78	30 x 66	34 x 58	40 x 48	44 x 44
3.810	5,85	0,070	48	26 x 78	30 x 66	34 x 58	40 x 48	44 x 44
	5,61	0,063	49		30 x 70	34 x 60	40 x 50	44 x 46
4.030	5,94	0,070	49		30 x 70	34 x 60	40 x 50	44 x 46
	5,70	0,063	50		30 x 72	34 x 62	40 x 52	44 x 48
4.250	6,01	0,070	50		30 x 72	34 x 62	40 x 52	44 x 48
	5,78	0,063	51		30 x 76	34 x 66	40 x 54	44 x 50
4.480	6,09	0,070	51		30 x 76	34 x 66	40 x 54	44 x 50
	5,86	0,064	52		30 x 78	34 x 68	40 x 56	44 x 52
4.720	6,17	0,070	52		30 x 78	34 x 68	40 x 56	44 x 52
	5,94	0,064	53		30 x 82	34 x 70	40 x 60	44 x 54
4.960	6,25	0,070	53		30 x 82	34 x 70	40 x 60	44 x 54
	6,02	0,064	54		30 x 86	34 x 74	40 x 62	44 x 56
5.220	6,33	0,070	54		30 x 86	34 x 74	40 x 62	44 x 56
	6,10	0,064	55		30 x 90	34 x 76	40 x 64	44 x 58
5.480	6,41	0,070	55		30 x 90	34 x 76	40 x 64	44 x 58
	6,18	0,064	56			34 x 80	40 x 66	44 x 60
5.750	6,48	0,070	56			34 x 80	40 x 66	44 x 60
	6,26	0,064	57			34 x 84	40 x 70	44 x 62
6.030	6,56	0,070	57			34 x 84	40 x 70	44 x 62
	6,34	0,064	58			34 x 86	40 x 72	44 x 64
6.300	6,62	0,070	58			34 x 86	40 x 72	44 x 64
	6,40	0,064	59			34 x 90	40 x 74	44 x 66
6.600	6,71	0,070	59			34 x 90	40 x 74	44 x 66
	6,48	0,064	60			34 x 94	40 x 76	44 x 70
6.900	6,78	0,070	60			34 x 94	40 x 76	44 x 70
	6,56	0,064	61				40 x 80	44 x 72
7.200	6,84	0,070	61				40 x 80	44 x 72
	6,62	0,064	62				40 x 82	44 x 74
7.550	6,95	0,070	62				40 x 82	44 x 74
	6,73	0,065	63				40 x 86	44 x 76
7.850	7,00	0,070	63				40 x 86	44 x 76
	6,78	0,065	64				40 x 88	44 x 80
8.200	7,08	0,070	64				40 x 88	44 x 80
	6,86	0,065	65				40 x 92	44 x 82
8.550	7,16	0,070	65				40 x 92	44 x 82
	6,94	0,065	66				40 x 96	44 x 84
8.900	7,23	0,070	66				40 x 96	44 x 84
	7,01	0,065	67					44 x 88
9.250	7,29	0,070	67					44 x 88
	7,08	0,065	68					44 x 90
9.600	7,34	0,070	68					44 x 90
	7,13	0,065	69					44 x 92

DIMENSIONADO DE CONDUCTOS. DP=0,09 mm c.a./ml

Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	DP (mm c.a./m)	D (cm)	Sección rectangular alto (cm) x ancho (cm)				
195	3,07	0,090	15					
	2,69	0,066	16					
230	3,18	0,089	16					
	2,81	0,066	W 17					
275	3,37	0,091	17					
	3,00	0,069	18					
320	3,49	0,091	18					
	3,14	0,070	19					
370	3,62	0,091	19					
	3,27	0,071	20					
420	3,71	0,089	20					
	3,37	0,070	21					
480	3,85	0,089	21					
	3,51	0,072	22	20 x 20				
550	4,02	0,091	22	20 x 20				
	3,68	0,074	23	20 x 22				
610	4,08	0,089	23	20 x 22				
	3,75	0,072	24	20 x 24	22 x 22			
690	4,24	0,090	24	20 x 24	22 x 22			
	3,90	0,074	25	20 x 26	22 x 24			
770	4,36	0,090	25	20 x 26	22 x 24			
	4,03	0,075	26	20 x 28	22 x 26	24 x 24		
850	4,45	0,089	26	20 x 28	22 x 26	24 x 24		
	4,12	0,074	27	20 x 30	22 x 28	24 x 26		
950	4,61	0,091	27	20 x 30	22 x 28	24 x 26		
	4,29	0,076	28	20 x 32	22 x 30	24 x 28	26 x 26	
1.040	4,69	0,090	28	20 x 32	22 x 30	24 x 28	26 x 26	
	4,37	0,076	29	20 x 36	22 x 32	24 x 30	26 x 28	
1.140	4,79	0,089	29	20 x 36	22 x 32	24 x 30	26 x 28	
	4,48	0,076	30	20 x 38	22 x 34	24 x 32	26 x 28	
1.250	4,91	0,090	30	20 x 38	22 x 34	24 x 32	26 x 28	
	4,60	0,077	31	20 x 40	22 x 36	24 x 34	26 x 30	
1.370	5,04	0,090	31	20 x 40	22 x 36	24 x 34	26 x 30	
	4,73	0,078	32	20 x 44	22 x 40	24 x 36	26 x 34	
1.490	5,15	0,090	32	20 x 44	22 x 40	24 x 36	26 x 34	
	4,84	0,078	33	20 x 46	22 x 42	24 x 38	26 x 36	30 x 30
1.620	5,26	0,090	33	20 x 46	22 x 42	24 x 38	26 x 36	30 x 30
	4,96	0,078	34	20 x 50	22 x 44	24 x 40	26 x 38	30 x 32
1.750	5,35	0,090	34	20 x 50	22 x 44	24 x 40	26 x 38	30 x 32
	5,05	0,078	35	20 x 54	22 x 48	24 x 44	26 x 40	30 x 34
1.890	5,46	0,090	35	20 x 54	22 x 48	24 x 44	26 x 40	30 x 34
	5,16	0,079	36	20 x 56	22 x 50	24 x 46	26 x 42	30 x 36
2.040	5,57	0,090	36	20 x 56	22 x 50	24 x 46	26 x 42	30 x 36
	5,27	0,079	37	20 x 60	22 x 54	24 x 48	26 x 44	30 x 38

(continuación)

Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	DP (mm c.a./m)	D (cm)	Sección rectangular alto (cm) x ancho (cm)				
2.190	5,66	0,090	37	20 x 60	22 x 54	24 x 48	26 x 44	30 x 38
	5,36	0,079	38		22 x 58	24 x 52	26 x 48	30 x 40
2.350	5,76	0,090	38		22 x 58	24 x 52	26 x 48	30 x 40
	5,46	0,079	39		22 x 60	24 x 54	26 x 50	30 x 42
2.520	5,86	0,090	39		22 x 60	24 x 54	26 x 50	30 x 42
	5,57	0,080	40		22 x 64	24 x 60	26 x 52	30 x 44
2.700	5,97	0,090	40		22 x 64	24 x 60	26 x 52	30 x 44
	5,68	0,080	41			24 x 62	26 x 56	30 x 48
2.880	6,06	0,090	41			24 x 62	26 x 56	30 x 48
	5,77	0,080	42			24 x 66	26 x 58	30 x 50
3.070	6,16	0,090	42	26 x 58	30 x 50	34 x 44		
	5,87	0,080	43	26 x 62	30 x 52	34 x 46		
3.270	6,25	0,090	43	26 x 62	30 x 52	34 x 46		
	5,97	0,080	44	26 x 64	30 x 54	34 x 48	40 x 40	
3.480	6,36	0,090	44	26 x 64	30 x 54	34 x 48	40 x 40	
	6,08	0,081	45	26 x 68	30 x 58	34 x 50	40 x 42	
3.690	6,44	0,090	45	26 x 68	30 x 58	34 x 50	40 x 42	
	6,17	0,081	46	26 x 72	30 x 60	34 x 52	40 x 44	
3.920	6,55	0,090	46	26 x 72	30 x 60	34 x 52	40 x 44	
	6,28	0,081	47	26 x 76	30 x 62	34 x 54	40 x 46	
4.150	6,64	0,090	47	26 x 76	30 x 62	34 x 54	40 x 46	
	6,37	0,081	48	26 x 78	30 x 66	34 x 58	40 x 48	44 x 44
4.380	6,72	0,090	48	26 x 78	30 x 66	34 x 58	40 x 48	44 x 44
	6,45	0,081	49		30 x 70	34 x 60	40 x 50	44 x 46
4.630	6,82	0,090	49		30 x 70	34 x 60	40 x 50	44 x 46
	6,55	0,082	50		30 x 72	34 x 62	40 x 52	44 x 48
4.880	6,90	0,090	50		30 x 72	34 x 62	40 x 52	44 x 48
	6,64	0,082	51		30 x 76	34 x 66	40 x 54	44 x 50
5.150	7,00	0,090	51		30 x 76	34 x 66	40 x 54	44 x 50
	6,74	0,082	52		30 x 78	34 x 68	40 x 56	44 x 52
5.420	7,09	0,090	52		30 x 78	34 x 68	40 x 56	44 x 52
	6,82	0,082	53		30 x 82	34 x 70	40 x 60	44 x 54
5.700	7,18	0,090	53		30 x 82	34 x 70	40 x 60	44 x 54
	6,91	0,082	54		30 x 86	34 x 74	40 x 62	44 x 56
6.000	7,28	0,090	54		30 x 86	34 x 74	40 x 62	44 x 56
	7,02	0,082	55		30 x 90	34 x 76	40 x 64	44 x 58
6.300	7,37	0,090	55		30 x 90	34 x 76	40 x 64	44 x 58
	7,11	0,083	56			34 x 80	40 x 66	44 x 60
6.600	7,44	0,090	56			34 x 80	40 x 66	44 x 60
	7,18	0,083	57			34 x 84	40 x 70	44 x 62
6.920	7,53	0,090	57			34 x 84	40 x 70	44 x 62
	7,28	0,083	58			34 x 86	40 x 72	44 x 64
7.250	7,62	0,090	58			34 x 86	40 x 72	44 x 64
	7,37	0,083	59			34 x 90	40 x 74	44 x 66

(continuación)

Caudal (m³/h)	Velocidad (m/s)	DP (mm c.a./m)	D (cm)	Sección rectangular alto (cm) x ancho (cm)				
7.600	7,72	0,090	59			34 x 90	40 x 74	44 x 66
	7,47	0,083	60			34 x 94	40 x 76	44 x 70
7.930	7,79	0,090	60			34 x 94	40 x 76	44 x 70
	7,54	0,083	61				40 x 80	44 x 72
8.300	7,89	0,090	61				40 x 80	44 x 72
	7,64	0,083	62				40 x 82	44 x 74
8.650	7,96	0,090	62				40 x 82	44 x 74
	7,71	0,083	63				40 x 86	44 x 76
9.030	8,05	0,090	63				40 x 86	44 x 76
	7,80	0,083	64				40 x 88	44 x 80
9.410	8,13	0,090	64				40 x 88	44 x 80
	7,88	0,083	65				40 x 92	44 x 82
9.810	8,21	0,090	65				40 x 92	44 x 82
	7,97	0,084	66				40 x 96	44 x 84
10.220	8,30	0,090	66				40 x 96	44 x 84
	8,05	0,084	67					44 x 88
10.630	8,38	0,090	67					44 x 88
	8,13	0,084	68					44 x 90
11.050	8,45	0,090	68					44 x 90
	8,21	0,084	69					44 x 92

Difusión

La impulsión del aire se realizará mediante difusores lineales de 1 vía con elevado nivel de autoinducción, dispuestos en el sentido longitudinal del local, por motivos estéticos y estructurales del falso techo continuo de cartón-yeso. Tanto el marco como las lamas deflectoras irán lacados en RAL 9010 (blanco).

Los modelos aceptados son:

Difusor lineal Trox VSD35-1

En el trazado del difusor lineal se deberán incluir tramos ciegos (sin *plenum*) que den continuidad a la línea del difusor a lo largo del techo. Para la cortina de aire se utilizará este mismo difusor.

En los locales destinados a salas de reuniones se instalarán difusores rotacionales o rejillas de impulsión por encima del falso techo de lamas de madera, lacados en RAL 9005 (negro)

En el caso de optar por unidades exteriores centrífugas, la máquina podría tomar el aire por *plenum* a través de una rejilla en el falso techo del retranqueo exterior de acceso, en los casos en que se disponga de poco frente de fachada o locales de más superficie, ya que podría no ser suficiente la longitud de rejilla situada encima del rótulo para la toma y salida de aire de condensación.

Los retornos se realizarán a suelo para evitar la estratificación del aire.

Control

El sistema de climatización debe estar dotado de un sistema de control que mantenga las condiciones de diseño previstas con el menor consumo energético. Desde el punto de vista energético es importante ajustar tanto la temperatura como la calidad del aire. Es recomendable ajustar la temperatura de consigna en verano en el rango superior de diseño (24-26°C) y la de invierno en el rango inferior (20-22°C).

El control de la ventilación es fundamental en la eficiencia energética de la instalación. No se debe sobre ventilar los locales cuando la ventilación suponga carga térmica y debe emplearse la sobre ventilación para hacer enfriamiento gratuito (free-cooling). Además debe considerarse la posibilidad de realizar enfriamiento nocturno.

La ventilación del local se realizará en función de la concentración de CO_2 mediante sondas ambiente.

El equipo incorporará de serie el sistema de control de funcionamiento y modificación de consignas del fabricante, incluyendo las tarjetas y accesorios necesarios que permitan su integración al autómata encargado de controlar y gestionar en remoto todo el conjunto de instalaciones de la oficina, y que permitirá aplicar las oportunas políticas de eficiencia energética y reducción de consumo, además de las ya conocidas funcionalidades de actuación sobre consignas y rutinas de uso. Se prevé la instalación de sondas de temperatura ambiente para el control de los equipos, mientras que las unidades de mando estarán situadas en el cuadro eléctrico de la instalación de aire acondicionado.

El sistema de control no debería permitir temperaturas por debajo de 24°C en verano ni por encima de 22°C en invierno (a excepción de emplear energías que no emitan CO2). Esta limitación debería realizarse sobre todo en los casos donde la persona que fije la temperatura del termostato no pague el consumo de electricidad. *El RD 1826/2009 ha añadido un nuevo apartado de mantenimiento en el Reglamento donde obliga a mantener la temperatura en determinados edificios de alta ocupación a 26°C o más en verano y a 21°C o menos en invierno*

Puesta en marcha

Comprobaciones con el Proyecto o con la Memoria Técnica

En la puesta en marcha se comprobará si la ubicación de las unidades es la adecuada y se corresponde con el Proyecto o con la Memoria Técnica. Se observará si la instalación de los equipos permite la accesibilidad necesaria para la realización del mantenimiento. Se deberá hacer constar si se han respetado las distancias necesarias que permitan un funcionamiento correcto, tanto de la unidad exterior como de la unidad interior.

Comprobaciones previas de la unidad exterior

Se verificará que el chorro de salida del aire de las unidades exteriores no afecta a vecinos, tomas de ventilación o aparatos próximos. Se atenderá a posibles exigencias que las Ordenanzas Municipales puedan establecer sobre distancias mínimas de separación entre unidades exteriores y ventanas. Asimismo, se comprobará que la entrada de aire está libre de obstáculos y que el equipo no toma aire de ella misma o de otras unidades próximas. Se recomienda orientar la unidad en función del viento predominante y protegerla en lo posible de la radiación solar directa. Se comprobará que los equipos se encuentren convenientemente anclados, empleando elementos antivibratorios adecuados. Se debe tener en consideración el cumplimiento de las exigencias de la IT 1.3.4.4.3 sobre accesibilidad.

En el caso de máquinas que trabajen como bombas de calor, se comprobará que se haya dispuesto un desagüe adecuado en la unidad exterior. Es conveniente realizar la comprobación del funcionamiento del desagüe con el equipo en funcionamiento**.**

Comprobaciones previas de las unidades de interior

Se verificará que la entrada y salida del aire a la unidad interior es correcta y está libre de obstáculos. Se comprobará que la unidad interior se encuentra convenientemente anclada, empleando los elementos antivibratorios adecuados.

Se comprobará el correcto funcionamiento del desagüe de condensado de la unidad interior. Se debe comprobar el funcionamiento del sifón o, en su caso, de la bomba de condensado. En el caso de unidades de conductos, se comprobará que los conductos se encuentran convenientemente conectados a la unidad con uniones correctamente selladas y sin fugas de aire. Las comprobaciones del funcionamiento del desagüe y de la conexión de los conductos deben corroborarse con la unidad en funcionamiento**.**

Comprobaciones previas a la puesta en marcha

Se comprobará que las longitudes de tubería y las diferencias de cota se encuentran dentro de las especificaciones del fabricante. Además, se deberá comprobar que se han realizado los sifones necesarios que aseguren el retorno del aceite al compresor. Se comprobará que el diámetro de las tuberías instalado corresponde con el Proyecto o con la Memoria Técnica.

Se comprobará que el espesor de aislamiento de las tuberías corresponde con el Proyecto o Memoria Técnica y que en los tramos de tubería situados al exterior, el aislante está protegido contra la lluvia y la radiación solar. Se comprobará que las uniones de las tuberías a las unidades queden perfectamente aisladas y que en ningún caso se produzcan condensaciones.

Previamente a la puesta en servicio del equipo, se deberá realizar una comprobación de la conexión eléctrica realizada. El conexionado eléctrico de cada una de las unidades deberá ser correcto y, en el caso de la unidad exterior, se verificará que disponga de una protección adecuada contra las inclemencias meteorológicas.

Se comprobará la tensión de suministro y que las protecciones eléctricas son las adecuadas para el equipo instalado. Por último, se comprobará que las conexiones eléctricas a la máquina se han realizado de forma correcta. En particular se comprobará la correcta instalación de la toma de tierra de la unidad y, utilizando un megóhmetro de 500 V, se comprobará que hay 1 MΩ o más entre el bloque de terminales y el suelo o masa. De no ser así, se corregirá antes de hacer funcionar la unidad.

En las unidades provistas con compresor tipo scroll trifásicas, se comprobará la secuencia de fases y el correcto giro de compresores. Esta misma comprobación se realizará en cualquier unidad cuyos ventiladores, interiores o exteriores, sean trifásicos.

Se comprobarán el caudal y la temperatura en cada difusor.

Instrumentación de medida necesaria

La instrumentación mínima necesaria para la realización de la puesta en marcha de un equipo partido es la siguiente:

- Comprobación de caudal y temperatura en cada difusor.
- Termohigrómetro. Medida de la temperatura y humedad relativa del aire.
- Puente de manómetros. Medida de las presiones de alta y baja de la máquina.
- Polímetro. Pinza amperimétrica y medida de la tensión.
- Megóhmetro de 500 V para la comprobación del aislamiento de la instalación eléctrica.
- Sonda de CO2 ambiente para el análisis de la ventilación de los locales.
- Micromanómetro para lectura de la presión disponible en unidades de conductos.
- Tacómetro para la medida de la velocidad de giro de los ventiladores.
- Anemómetro, para medición de velocidades del aire.

Puesta en marcha y toma de datos

En estas instalaciones se lleva a cabo la puesta en funcionamiento de un modo específico para tal fin y es recomendable su realización a la par que el servicio de apoyo técnico oficial de la marca verifica todo el funcionamiento interno de la máquina.

La mayoría de los parámetros de presiones y temperaturas que figuran en la ficha de puesta en marcha, generalmente podrán ser leídos directamente de la placa de la unidad.

Las lecturas de presiones y temperaturas generales de funcionamiento de la unidad exterior en Modo Test son importantes para comprobar el buen funcionamiento, ya que en los sistemas VRV las longitudes de las tuberías de refrigerante entre unidades pueden ser muy grandes.

En equipos VRV con recuperación a dos tubos, se deberá hacer una prueba para comprobar que los brazos de los controladores coinciden con los equipos interiores. Se comprobará poniendo un equipo en frío y el siguiente en calor para todos los equipos de un mismo controlador. De esta manera evitaremos que la instalación frigorífica vaya a un equipo y la eléctrica a otro y además, que los tubos frigoríficos estén intercalados entre los equipos.

En los VRV las unidades interiores y las exteriores están comunicadas con un mando centralizado, y todos los equipos tienen una dirección que los identifica dentro del circuito. Es conveniente que en la ficha del sistema, junto al número de serie y lugar de instalación, se haga constar la dirección del equipo.

A CONTINUACIÓN se muestra la Ficha de Puesta en Marcha realizada para el caso de un sistema VRV formado por una unidad exterior conectada a 7 unidades interiores**.**

DATOS GENERALES

Empresa instaladora:	Cliente:
Técnico:	
Identificación de los equipos en la instalación:	

PRUEBA DE PRESIÓN EN LAS TUBERÍAS DE REFRIGERANTE

Fecha de realización: / /	Presión de prueba (bar):.
La prueba se realizó satisfactoriamente: ☐ Sí ☐ No	**Observaciones**:

UNIDAD EXTERIOR

Lugar de instalación:	
Fabricante/Modelo/Nº de Serie:	
Refrigerante y carga en kg:	
Potencia nominal Frío/Calor (kW): /	Pot. eléctrica nominal Frío/Calor (kW): /

UNIDAD O UNIDADES INTERIORES

Modelo/Nº de Serie	Lugar de instalación	Identificación control
Ud. 1		
Ud. 2		
Ud. 3		
Ud. 4		
Ud. 5		
Ud. 6		
Ud. 7		

RESTO DE UNIDADES EN ANEXO A PARTE

(Continuación)

COMPROBACIONES CON EL PROYECTO O MEMORIA TÉCNICA

La unidad exterior y las unidades interiores se corresponden con el Proyecto o Memoria Técnica
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

La ubicación de la unidad exterior corresponde con la del Proyecto o Memoria Técnica y es adecuada
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

La ubicación de las unidades interiores corresponden con la del Proyecto o Memoria Técnica y es adecuada
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

COMPROBACIONES PREVIAS DE LA UNIDAD EXTERIOR

La entrada y salida del aire de la unidad exterior es libre y sin obstáculos
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

La descarga del aire es adecuada y no afecta a vecinos, tomas de ventilación o aparatos próximos
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

La aspiración del aire es adecuada y no toma aire de la misma o de otras unidades
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

La unidad se encuentra convenientemente anclada con sus elementos antivibratorios
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

Se ha realizado un desagüe adecuado (altura, sifones) (sólo bombas de calor)
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

COMPROBACIONES PREVIAS DE LA UNIDAD O UNIDADES INTERIORES

La entrada y salida del aire de las unidades interiores es libre y sin obstáculos
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

La unidades se encuentran convenientemente ancladas con sus elementos antivibratorios
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

Las unidades de conductos están convenientemente conectadas a la red de conductos
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

Se han realizado desagües adecuados (altura, sifones)
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

COMPROBACIONES PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA

Existen tomas que permiten la lectura de la presión de alta y baja de la máquina
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

Las conexiones de las tuberías a las unidades se encuentran convenientemente aisladas
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

La conexiones eléctricas se han realizado adecuadamente
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

El magnetotérmico se corresponde con la intensidad de consumo con un 25% de incremento
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

El diferencial se corresponde con la intensidad de consumo con un 40% de incremento
☐ Sí ☐ No **Observaciones**:

(Continuación)

MEDIDAS REALIZADAS			
Unidad exterior		Medido	Previsión
Temperatura, humedad relativa del aire exterior (entrada)	ºC / %	/	/
Temperatura, humedad relativa de salida	ºC / %	/	/
Unidades interiores		Medido	Previsión
Temperatura, HR(%) del aire de entrada a la unidad 1	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de salida de la unidad 1	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de entrada a la unidad 2	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de salida de la unidad 2	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de entrada a la unidad 3	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de salida de la unidad 3	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de entrada a la unidad 4	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de salida de la unidad 4	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de entrada a la unidad 5	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de salida de la unidad 5	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de entrada a la unidad 6	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de salida de la unidad 6	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de entrada a la unidad 7	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de salida de la unidad 7	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de entrada a la unidad 8	ºC / %	/	/
Temperatura, HR(%) del aire de salida de la unidad 8	ºC / %	/	/
RESTO DE UNIDADES EN ANEXO A PARTE			
Conexiones eléctricas del equipo			
* Intensidad por fase: I_R / I_S / I_T	A	/ /	/ /
* Tensión por fase (entre fases): V_{RS} / V_{ST} / V_{TR}	V	/ /	/ /
* Potencia eléctrica consumida por el equipo	kW		
Medidas en el ciclo frigorífico (en la unidad exterior)		Medido	Previsión
Presión manométrica de evaporación (Circuito 1 /Circuito 2)	bar	/	/
Presión manométrica de condensación (Circuito 1 /Circuito 2)	bar	/	/
Temperatura de aspiración compresor (Circuito 1 /Circuito 2)	ºC	/	/
Temperatura de descarga compresor (Circuito 1 /Circuito 2)	ºC	/	/
Grado de recalentamiento (Circuito 1 /Circuito 2)	ºC	/	/

(Continuación)

Tarado de elementos de seguridad		Medido	Previsión
Presostato de alta, CORTE/REARME	bar	/	/
Presostato de baja, CORTE/REARME	bar	/	/

RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	

CONFORMIDAD	
Firma del técnico:	Firma de conformidad del cliente:
Nombre:	Nombre:
Fecha: / /	Fecha: / /

* Medidas mínimas a realizar