



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO
Climatización de un hospital en Madrid

Autor: Gonzalo Calderón Sánchez
Director: Juan Antonio Hernández Bote

Julio de 2025

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

Climatización de un hospital en Madrid

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2024/2025 es de mi autoría, original e inédito y

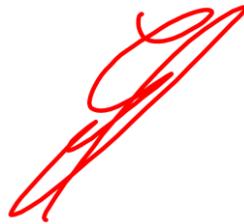
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido

tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Gonzalo Calderón Sánchez

Fecha: 01/ 07/ 2025



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

**JUAN
ANTONIO
HERNAND
EZ BOTE**

Firmado digitalmente por:
JUAN ANTONIO
HERNANDEZ BOTE
ND: CN = JUAN ANTONIO
HERNANDEZ BOTE email =
jahbote@grupocobra.com C
= ES O = ATIL COBRA OU =
DELEGADO EDIFICACION
Fecha: 2025.07.01 11:38:15
+02'00'



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO Climatización de un hospital en Madrid

Autor: Gonzalo Calderón Sánchez
Director: Juan Antonio Hernández Bote

Julio de 2025

Madrid

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a Juan Antonio por haberme guiado en este proyecto y por haber sido un tutor atento y cercano.

Agradecer también a mis compañeros de Arup, por haberme enseñado muchos de los secretos del mundo de MEP.

Y por último, agradecer a mis padres por apoyarme en la carrera que estoy por terminar.

CLIMATIZACIÓN DE UN HOSPITAL EN MADRID

Autor: Calderón Sánchez, Gonzalo

Director: Hernández Bote, Juan Antonio

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto se ha realizado bajo la tutela de la escuela de ingenieros ICAI – Universidad Pontificia Comillas. No se puede desestimar sin embargo la ayuda ofrecida por ARUP S.A, que ha proporcionado parte del software necesario para la realización de este trabajo.

También es importante mencionar y agradecer la ayuda proporcionada por Grupo Cobra, los cuales han proporcionado toda la documentación necesaria para la correcta elaboración de un proyecto de climatización, además de documentación adicional que ha servido como guía en un área de trabajo que tiene una extensa gama de alternativas y conocimiento a disposición de los usuarios.

El proyecto se ha realizado en base a los planos de un hospital en Madrid.

Palabras clave: Fan Coil, Lugar No Climatizado, Environmental Product Declaration, Código Técnico de la Edificación, Reglamento de Instalaciones Térmicas, Enfriadora

1. Introducción

La climatización de edificios, junto con su ventilación e instalación de fontanería, es un paso clave e ineludible cuando se desea diseñar un nuevo edificio. No es raro que haya un término específico para esta área de la ingeniería. El MEP (Mechanical, Electrical and plumbing), es un área clave en todas aquellas empresas que deseen abarcar todas las áreas de diseño de una infraestructura.

Las variantes cuando se trata de climatizar un edificio son prácticamente infinitas. Han de tenerse en cuenta aspectos tales como condiciones exteriores, condiciones interiores de confort, ocupación del edificio, necesidades especiales o cualquier demanda del cliente en lo referente a la estética de la instalación y mucho más (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios).

Al tratarse de una instalación imprescindible en prácticamente cualquier estructura habitable, la oferta de equipos de climatización es sorprendentemente amplia, con cientos de empresas que ofrecen sus soluciones de climatización, las cuales también comprenden una amplia gama de productos.

Todos estos factores entran en juego cuando se habla de climatizar un edificio, y se han de tener en cuenta para proporcionar el mejor servicio posible al cliente.

2. Definición del Proyecto

Este proyecto de climatización se ha organizado en base a los planos proporcionados por Grupo Cobra. Se trata de un proyecto de hospital originalmente pensado para la ciudad de Marbella.

El proyecto consiste en el diseño de una instalación de climatización para todos los espacios climatizables de este hospital, basándonos en los datos de clima y la demanda térmica que va a sufrir este hospital en la ciudad de Madrid.

Los planos, de planta todos ellos, definen un hospital de 3 plantas, todas ellas con la misma altura de 3 metros. El hospital tiene una planta en forma de triángulo isósceles, con uno de sus vértices orientado de cara al norte, como reflejan los planos proporcionados en su correspondiente anexo.

Los espacios, que ya habían sido previamente definidos, se han clasificado en 2 categorías: Climatizables y no climatizables.

Se han climatizado los espacios habitables/de trabajo que no se consideran zonas de tránsito.

Quedan excluidas de la climatización los espacios como:

- Pasillos
- Núcleos de escaleras
- Aseos
- Servicios de lavandería
- Núcleo de ascensores

(González, R.; Martínez, A. "Análisis energético de sistemas HVAC en clima mediterráneo")

Para aquellos espacios que sí se han climatizado, la manera de proceder ha sido la siguiente:

1) Cálculo de cargas térmicas de verano

En base a los datos climatológicos de la ciudad de Madrid, la superficie de las paredes que colindan con el exterior, tabiques a lugares no climatizados (LNC), las ventanas y su orientación respecto al sol para los distintos espacios climatizables; se ha realizado un cálculo de la carga térmica y el caudal de ventilación.

2) Cálculo de pérdidas de invierno

Con el dato previamente calculado del caudal de aire de ventilación, se ha calculado las pérdidas que tendrá el hospital en el peor de los casos para las condiciones climatológicas de Madrid.

Junto con el cálculo realizado en el paso (1) se tiene la base para trabajar con el dimensionado de la instalación que constituye los siguientes pasos a realizar según se ha estructurado este proyecto de climatización.

3) Cálculo de tuberías y grupo de presión

En este paso, apoyándonos con los cálculos previamente realizados en los pasos anteriores (mayor detalle en apartado 3). Se han dimensionado todas las tuberías de impulsión y de retorno, que se encargarán de transportar el agua previamente tratada a las unidades terminales Fan Coil.

Una vez finalizado el cálculo, con todos los diámetros de las tuberías calculados, así como los distintos obstáculos que va a encontrar el agua en su circuito (codos, válvulas, estrechamientos... etc), se obtuvo la pérdida de carga total del circuito, un dato necesario para la correcta elección del grupo de bombeo de la instalación.

4) Cálculo de conductos

En este paso, habiendo definido previamente el recorrido de los distintos conductos de impulsión y de retorno, se procedió con el dimensionado de los conductos, los cuales se decidió que serían de sección rectangular y material: fibra de vidrio.

5) Dimensionado de equipos

La instalación que se ha decidido para este sistema de climatización está orientada al uso de Fan Coils en los espacios climatizados. Para la generación de agua caliente se ha decidido emplear calderas, mientras que la generación de agua fría se ha enfocado con enfriadoras situadas en la cubierta del edificio.

3. Descripción del modelo/sistema/herramienta

* Para una representación más esquemática de los modelos empleados, en este apartado se empleará la misma estructura que en el apartado anterior*

1) Cálculo de cargas térmicas de verano

Con la ayuda de un modelo Excel proporcionado por Grupo Cobra, se ha realizado el cálculo de cargas.

El modelo Excel viene cargado con los datos de clima de las distintas provincias españolas, y al definir la ubicación del edificio en Madrid el modelo emplea los datos de la provincia escogida.

Datos a introducir por el usuario:

Los datos de ventilación y ocupación estimada que se detallan a continuación se han obtenido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), para la sección correspondiente a instalaciones sanitarias.

- Ventilación ($m^3/h/m^2$) = 72
- Ocupación estimada ($m^2/persona$) = 8
- Superficie en m^2 de ventanas, paredes al exterior y a LNC

(Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios)

Con los datos introducidos, particularizados para cada espacio, el modelo calcula el Gran Calor Total (GCT), sumando el calor latente efectivo y el calor sensible efectivo del espacio.

2) Cálculo de pérdidas de invierno

Este cálculo se realiza con la ayuda de un modelo Excel facilitado por Grupo Cobra. El modelo tiene recogidos los datos de la temperatura exterior más crítica esperable en Madrid, la temperatura interior que se desea para poder cumplir con la normativa, y la temperatura del suelo.

Se debe introducir el caudal de ventilación de aire exterior [m^3/h] así como la superficie de cada espacio que se ve expuesta al exterior, ventanas y tabiques colindantes con LNC.

El modelo proporciona unas pérdidas en kcal/h, que tendrán que cubrirse con el equipo elegido.

3) Cálculo de tuberías y grupo de presión

- Diámetro de las tuberías

Para dimensionar las tuberías, se ha empezado a calcular desde los elementos terminales.

El caudal de agua unitario es la potencia de la batería (se estima que esta potencia es la misma que la calculada en el paso 1 y 2) en kcal/h dividido por el salto térmico del agua que se ha considerado:

5°C para el Agua fría (de 7 a 12°C)

10°C para el Agua caliente (de 60 a 50°C)

Con las tablas proporcionadas por Grupo Cobra de tuberías de acero se ha seleccionado el diámetro para caudal con 2 condiciones:

Pérdida de carga máxima, menor de 30 mm.c.a./m

Velocidad máxima, menor o igual a 2 m/s

(Grupo COBRA. “Proyectos integrales de climatización, energía y mantenimiento”)

A medida que avanzamos por el circuito vamos sumando los caudales de las tuberías hasta llegar al ramal principal (tubería bajante), que será la tubería que se acabe conectando al grupo de presión.

- Dimensionado de la bomba

Con la ayuda de un modelo Excel proporcionado por Grupo Cobra, se introducen los metros de tubería, así como el diámetro y los accesorios de cada tramo de los definidos previamente.

Se han considerado accesorios que propician una pérdida de presión los siguientes:

- Codos 90°
- Codos 45°
- Tes
- Reducciones
- Válvula bola
- Válvula mariposa
- Filtro bomba
- Válvula de regulación micrométrica
- Válvula de control de 3 vías
- Válvula de asiento o globo

(Grupo COBRA. “Proyectos integrales de climatización, energía y mantenimiento”)

4) Cálculo de conductos

Para realizar el cálculo de un sistema de distribución de aire, se parte del caudal total de impulsión, obtenido previamente en las hojas de cálculo de cargas térmicas de verano. A continuación, se define el número de elementos de difusión que se instalarán, distribuyendo el caudal total entre ellos. Esta elección debe seguir algunos criterios: la distancia entre difusores no debe ser inferior a 2,4 o 2,5 metros, y la distancia a cualquier pared debe ser al menos la mitad de la separación entre difusores. Además, se recomienda seleccionar estos elementos en un catálogo (como el de Trox), priorizando un nivel sonoro igual o inferior a 40 dB(A).

Una vez definidos los difusores y sus caudales individuales, se procede al cálculo de los conductos que los alimentarán. Este proceso se realiza por tramos, considerando los cambios de caudal en los nudos del sistema y comenzando por el tramo más alejado, que suele ser el de mayor pérdida de carga. A partir de ahí, se calcula el primer tramo utilizando la hoja de cálculo correspondiente al diagrama de pérdidas de carga en conductos circulares.

El dimensionamiento se realiza ubicando el caudal en el eje horizontal del diagrama y buscando una pérdida de carga unitaria adecuada (entre 0,08 y 0,1 mm.c.a./ml), sin superar los 10 m/s de velocidad del aire.

Si el espacio lo permite, este conducto circular puede instalarse tal cual. Sin embargo, lo habitual es que haya limitaciones en los falsos techos, por lo que se opta por conductos rectangulares. Para convertir el conducto circular en su equivalente

rectangular, se utiliza otro diagrama específico, donde las dimensiones están expresadas en centímetros. Se buscan combinaciones de ancho y alto que correspondan al mismo diámetro hidráulico, como por ejemplo 30x18 cm, redondeando a medidas estándar como 300x200 mm. Es importante que la relación entre las dimensiones (el factor de forma) no supere el valor de 3, para evitar problemas constructivos como el pandeo.

(Grupo COBRA. “Proyectos integrales de climatización, energía y mantenimiento”)

4. Resultados

1) Cargas térmicas

Las cargas térmicas calculadas se detallan en la siguiente tabla:

	Verano	Invierno
Potencia demandada [kW]	344,36	667,28
Caudal de impulsión [m ³ /h]	69474	69474

Tabla 1 Cargas térmicas

Siendo los espacios más/menos demandantes los detallados a continuación:

	Verano	Invierno
Potencia mayor [kW]	Suite 301 11,4	Suite 301 15
Potencia menor [kW]	Críticos 0,955	Críticos 1,838

Tabla 2 Espacios críticos

2) Selección de tuberías

Tamaño pedido	Longitud [m]
Díámetro [mm]	
∅10	38
∅15	234
∅20	592
∅25	362
∅32	308
∅40	120
∅50	181
∅65	36

Tabla 3 Selección de tuberías

3) Conductos

Para la red de impulsión y retorno de aire de los fancoils se utilizarán conductos rectangulares de plancha de fibra de vidrio de alta densidad, tipo CLIMAVER METAL NETO, de clase C, de 25 mm de espesor con revestimiento exterior de aluminio y interior a base de un tejido de hilos de vidrio de color negro de gran absorción acústica y resistencia mecánica.

Para la conexión entre las redes de impulsión y retorno de aire tratado y los elementos terminales de difusión se empleará conductos circulares flexibles aislados en manta de fibra de vidrio, alma de acero en espiral y recubrimiento en lámina de aluminio reforzado.

Ver detalles y medidas en los planos de la instalación adjuntados

4) Selección de equipos

En base a los criterios mencionados en el apartado 2.5, se seleccionan los siguientes equipos. Los costes asociados se definen más adelante.

Difusión de aire: **Difusores lineales VSD50-3 (Trox)**

(Trox España. “Sistemas de difusión de aire y control ambiental”)

Fan Coils: **Carrier 42NH745FE**

(Carrier España. “Soluciones de climatización eficientes para edificios”)

Caldera: **2 x EUROCONDENS SGB 400 (Baxi)**

(BAXI España. “Bombas de calor, aerotermia y soluciones híbridas”)

Bomba: **Stratos MAXO 25/0,5-10 PN 10 (Wilo)**

(Wilo Ibérica. “Bombas circuladoras de alta eficiencia para climatización”)

Enfriadoras:

1. Carrier AquaSnap® 30RBP

2. Carrier AquaForce® 30XW

(Carrier España. “Soluciones de climatización eficientes para edificios”)

5. Conclusiones

Este proyecto se ha llevado a cabo atendiendo a los objetivos de desarrollo sostenible de la Unión Europea, se ha llevado a cabo una selección de equipos eficiente y de alto rendimiento, con fabricantes que cuentan con EPDs (Environmental Product Declaration) de sus productos, y que han mostrado su compromiso con la reducción del carbono embebido en el desarrollo de su producto.

La instalación cumple con las exigencias de calidad del aire y confort en zonas hospitalarias según especifica el CTE (Código Técnico de Edificación).

El coste final del proyecto es de 259.954 €, este coste solo incluye el precio de los elementos instalados, pero ha de considerarse un coste adicional de transporte e instalación a definir por el contratista encargado de la ejecución del proyecto.

El proyecto se ha pensado desde una perspectiva que ha priorizado el confort en el interior del edificio en todo momento, ya que se trata de una instalación exigente por el uso que se le va a dar. En cualquier caso, se han optimizado los costes de la instalación al máximo dentro de los límites de la normativa a cumplir, y se ha realizado un análisis exhaustivo de la oferta disponible. Por ende, el coste de este proyecto entra dentro de unos límites satisfactorios.

6. Referencias

- [1] González, R.; Martínez, A. "Análisis energético de sistemas HVAC en clima mediterráneo". *Revista Española de Climatización y Eficiencia Energética*, Vol. 12, No. 3, 2021, pp. 45–59.
- [2] Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. "Código Técnico de la Edificación (CTE)". Última actualización: 2023. <https://www.codigotecnico.org/>
- [3] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. "Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)". BOE, Octubre 2020. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2020-12658>
- [4] Carrier España. "Soluciones de climatización eficientes para edificios". Consultado en junio de 2025. <https://www.carrier.es/>
- [5] Trox España. "Sistemas de difusión de aire y control ambiental". Consultado en junio de 2025. <https://www.trox.es/>
- [6] BAXI España. "Bombas de calor, aerotermia y soluciones híbridas". Consultado en junio de 2025. <https://www.baxi.es/>
- [7] Wilo Ibérica. "Bombas circuladoras de alta eficiencia para climatización". Consultado en junio de 2025. <https://wilo.com/es/es/>
- [8] Vázquez, J. "Software para simulación energética en edificios: una comparativa de herramientas". *Revista Instalaciones XXI*, Vol. 5, No. 2, 2023, pp. 34–41.
- [9] Grupo COBRA. "Proyectos integrales de climatización, energía y mantenimiento". Consultado en junio de 2025. <https://www.grupocobra.com/>
- [10] Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

AIR CONDITIONING OF A HOSPITAL IN MADRID

Author: Calderón Sánchez, Gonzalo

Supervisor: Hernández Bote, Juan Antonio

Collaborating Entity: ICAI-Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

This project has been carried out under the supervision of the ICAI School of Engineering - Universidad Pontificia Comillas. However, we cannot underestimate the help offered by ARUP S.A., which has provided part of the software necessary for the realization of this work.

It is also important to mention and to thank the help provided by Grupo Cobra, which has provided all the necessary documentation for the correct elaboration of an air conditioning project, as well as additional documentation that has served as a guide in an area of work that has an extensive range of alternatives and knowledge available to users.

The project has been carried out based on the plans of a hospital in Madrid.

Palabras clave: Fan Coil, Non climatized Space, Environmental Product Declaration, Código Técnico de la Edificación, Reglamento de Instalaciones Térmicas, Enfriadora

1. Introduction

Building air conditioning, along with its ventilation and plumbing installation, is a key and unavoidable step when you want to design a new building. It is not uncommon for there to be a specific term for this area of engineering. MEP (Mechanical, Electrical and plumbing) is a key area in all companies wishing to cover all areas of infrastructure design.

The variants when it comes to air conditioning a building are virtually endless. Aspects such as outdoor conditions, indoor comfort conditions, building occupancy, special requirements or any customer demands regarding the aesthetics of the installation, and much more must be taken into account.

As an essential installation in virtually any living structure, the range of air conditioning equipment on offer is surprisingly wide, with hundreds of companies offering their air conditioning solutions, which also comprise a wide range of products.

All of these factors come into play when it comes to air conditioning a building and must be taken into account in order to provide the best possible service to the customer.

2. Definition of the project

This air conditioning project has been organized based on the plans provided by Grupo Cobra. This is a hospital project originally designed for the city of Marbella.

The project consists of the design of an air conditioning installation for all air-conditioned spaces of this hospital, based on the climate data and the thermal demand that this hospital will suffer in the city of Madrid.

The floor plans, all of them, define a 3-storey hospital, all of them with the same height of 3 meters. The hospital has a floor plan in the shape of an isosceles triangle, with one of its vertices facing north, as shown in the plans provided in the corresponding section of the report.

The spaces, which had been previously defined, have been classified into 2 categories: air-conditioned and non-air-conditioned.

Living/working spaces that are not considered transit areas have been air-conditioned.

Excluded from air-conditioning are spaces such as:

- Corridors
- Stairwells
- Toilets
- Laundry facilities
- Elevator core

(González, R.; Martínez, A. "Análisis energético de sistemas HVAC en clima mediterráneo")

For those spaces that have been air-conditioned, the procedure has been as follows:

1) Calculation of summer thermal loads

Based on the climatological data of the city of Madrid, the surface of the walls adjoining the exterior, partitions to non-climatized spaces (LNC), the windows and their orientation with respect to the sun for the different air-conditioned spaces; a calculation of the thermal load and the ventilation flow rate has been made.

2) Calculation of winter losses

With the previously calculated data of the ventilation airflow, the losses that the hospital will have in the worst case for the climatic conditions of Madrid have been calculated.

Together with the calculation made in step (1) we have the basis to work with the sizing of the installation that constitutes the next steps to be carried out according to the structure of this air conditioning project.

3) Calculation of pipes and pressure group

In this step, based on the calculations previously made in the previous steps (more detail in section 3). All the impulsion and return pipes have been dimensioned, which will be in charge of transporting the previously treated water to the Fan Coil terminal units.

Once the calculation was completed, with all the pipe diameters calculated, as well as the different obstacles that the water will encounter in its circuit (elbows, valves, constrictions, etc.), the total pressure drop of the circuit was obtained, a necessary data for the correct choice of the pumping group of the installation.

4) Calculation of ducts

In this step, having previously defined the route of the various supply and return ducts, we proceeded with the sizing of the ducts, which were decided to be of rectangular section and material: fiberglass.

5) Dimensioning of equipment

The installation that has been decided for this air conditioning system is oriented to the use of Fan Coils in the air-conditioned spaces. For the generation of hot water it has been decided to use boilers, while the generation of cold water has been focused on chillers located on the roof of the building.

3. Description of the model/system/tool

* For a more schematic representation of the models used, the same structure will be used in this section as in the previous section*

1) Calculation of summer thermal loads

With the help of an Excel model provided by Grupo Cobra, the calculation of loads has been carried out.

The Excel model is loaded with the climate data of the different Spanish provinces, and when defining the location of the building in Madrid, the model uses the data of the chosen province.

Data to be entered by the user:

The ventilation and estimated occupancy data detailed below have been obtained from the Regulation of Thermal Installations in Buildings (RITE), for the section corresponding to sanitary installations.

- Ventilation ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$) = 72

- Estimated occupancy (m^2/person) = 8

- Surface area in m^2 of windows, walls to the outside and to LNC

With the data entered, particularized for each space, the model calculates the Grand Total Heat (GCT), adding the effective latent heat and the effective sensible heat of the space.

2) Calculation of winter losses

This calculation is made with the help of an Excel model provided by Grupo Cobra. The model includes the most critical outdoor temperature to be expected in Madrid, the desired indoor temperature to comply with the regulations, and the floor temperature.

The outdoor air ventilation flow rate [m³/h] must be entered as well as the surface area of each space that is exposed to the outside, windows and partitions adjacent to the LNC.

The model provides losses in kcal/h, which will have to be covered by the chosen equipment.

3) Calculation of piping and pressure boosting system

- Pipe diameter

To size the pipes, we have started to calculate from the terminal elements.

The unit water flow is the power of the coil (it is estimated that this power is the same as the one calculated in step 1 and 2) in kcal/h divided by the thermal jump of the water that has been considered:

5°C for cold water (from 7 to 12°C)

10°C for hot water (from 60 to 50°C)

With the tables provided by Grupo Cobra for steel pipes, the diameter has been selected for flow with 2 conditions:

Maximum head loss, less than 30 mm.c.a./m

Maximum speed, less than or equal to 2 m/s

As we advance through the circuit, we add the flow rates of the pipes until we reach the main branch (downstream pipe), which will be the pipe that will end up connecting to the pressure group.

- Dimensioning of the pump

With the help of an Excel model provided by Grupo Cobra, the meters of pipe are introduced, as well as the diameter and the accessories of each section of the previously defined ones.

The following fittings have been considered to cause a loss of pressure:

- 90° elbows
- 45° elbows
- Tees
- Reducers
- Ball valve
- Butterfly valve
- Pump filter
- Micrometric regulation valve
- 3-way control valve
- Seat or globe valve

4) Duct calculation

To calculate an air distribution system, the starting point is the total supply air flow, previously obtained from the summer thermal load calculation sheets. Then, the number of diffusion elements to be installed is defined, distributing the total flow among them. This choice should follow some criteria: the distance between diffusers should not be less than 2.4 or 2.5 meters, and the distance to any wall should be at least half the distance between diffusers. In addition, it is recommended to select these elements from a catalog (such as the Trox catalog), prioritizing a sound level equal to or less than 40 dB(A).

Once the diffusers and their individual flow rates have been defined, the ducts that will feed them are calculated. This process is carried out by sections, considering the flow changes at the nodes of the system and starting with the furthest section, which is usually the one with the highest head loss. From there, the first section is calculated using the spreadsheet corresponding to the load loss diagram in circular ducts.

The sizing is done by locating the flow rate on the horizontal axis of the diagram and looking for an adequate unit pressure drop (between 0.08 and 0.1 mm.w.c./ml), without exceeding 10 m/s air velocity.

If space permits, this circular duct can be installed as it is. However, there are usually limitations in the false ceilings, so rectangular ducts are chosen. To convert the circular duct in its rectangular equivalent, another specific diagram is used, where the dimensions are expressed in centimeters. Combinations of width and height are sought that correspond to the same hydraulic diameter, such as 30x18 cm, rounding to standard measures such as 300x200 mm. It is important that the ratio between the dimensions (the form factor) does not exceed the value of 3, to avoid construction problems such as buckling.

4. Results

1) Thermal loads

Calculated thermal loads are shown in this table:

	Summer	Winter
Demanded power load [W]	344,36	667,28
Discharge flow rate [m ³ /h]	69474	69474

Table 1 Power load

Siendo los espacios más/menos demandantes los detallados a continuación:

	Summer	Winter
Biggest power demand [W]	Suite 301 11,4	Suite 301 15
Lowest power demand [W]	Críticos 0,955	Críticos 1,838

Table 1 Critical spaces

4) Pipe selection

Order size	Length
Diameter [mm]	[m]
Ø10	9,5
Ø15	58,38
Ø20	148
Ø25	90,43
Ø32	76,9
Ø40	29,44
Ø50	45,1
Ø65	9

Table 3 Pipe selection

5) Ducts

For the supply and return air network of the fan coils, rectangular ducts made of high-density fiberglass sheet, type CLIMAVER METAL NETO, class C, 25 mm thick, with an outer coating of aluminum and an inner coating made of a black glass yarn fabric with high acoustic absorption and mechanical resistance will be used.

For the connection between the supply and return networks of treated air and the diffusion terminal elements, flexible circular ducts insulated with fiberglass blanket, spiral steel core and reinforced aluminum sheet covering will be used.

*See details and measurements in the attached installation drawings.

4) Selección de equipos

Based on the criteria mentioned in section 2.5, the following equipment is selected. The associated costs are defined later in the text.

Air diffuser: **Difusores lineales VSD50-3 (Trox)**

(Trox España. “Sistemas de difusión de aire y control ambiental”)

Fan Coils: **Carrier 42NH745FE**

(Carrier España. “Soluciones de climatización eficientes para edificios”)

Boiler: **2 x EUROCONDENS SGB 400 (Baxi)**

(BAXI España. “Bombas de calor, aerotermia y soluciones híbridas”)

Pump: **Stratos MAXO 25/0,5-10 PN 10 (Wilo)**

(Wilo Ibérica. “Bombas circulatoras de alta eficiencia para climatización”)

Chiller:

1. Carrier AquaSnap® 30RBP

2. Carrier AquaForce® 30XW

(Carrier España. “Soluciones de climatización eficientes para edificios”)

5. Conclusions

This project has been carried out in accordance with the sustainable development objectives of the European Union, with a selection of efficient and high-performance equipment, with manufacturers that have EPDs (Environmental Product Declaration) of their products, and have shown their commitment to the reduction of carbon embedded in the development of their product.

The installation complies with the requirements for air quality and comfort in hospital areas as specified by the CTE (Technical Building Code).

The final cost of the project is €259,954. This cost only includes the price of the installed elements; however, an additional cost for transportation and installation must be considered, to be defined by the contractor responsible for executing the project. The project has been designed with a focus on always ensuring indoor comfort, as it is a demanding installation due to its intended use. In any case, the installation costs have been fully optimized within the limits of applicable regulations, and a thorough analysis of the available offerings has been conducted. Therefore, the cost of this project falls within satisfactory limits.

6. References

- [1] González, R.; Martínez, A. "Análisis energético de sistemas HVAC en clima mediterráneo". *Revista Española de Climatización y Eficiencia Energética*, Vol. 12, No. 3, 2021, pp. 45–59.
- [2] Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. "Código Técnico de la Edificación (CTE)". Última actualización: 2023. <https://www.codigotecnico.org/>
- [3] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. "Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)". BOE, Octubre 2020. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2020-12658>
- [4] Carrier España. "Soluciones de climatización eficientes para edificios". Consultado en junio de 2025. <https://www.carrier.es/>
- [5] Trox España. "Sistemas de difusión de aire y control ambiental". Consultado en junio de 2025. <https://www.trox.es/>
- [6] BAXI España. "Bombas de calor, aerotermia y soluciones híbridas". Consultado en junio de 2025. <https://www.baxi.es/>
- [7] Wilo Ibérica. "Bombas circuladoras de alta eficiencia para climatización". Consultado en junio de 2025. <https://wilo.com/es/es/>
- [8] Vázquez, J. "Software para simulación energética en edificios: una comparativa de herramientas". *Revista Instalaciones XXI*, Vol. 5, No. 2, 2023, pp. 34–41.
- [9] Grupo COBRA. "Proyectos integrales de climatización, energía y mantenimiento". Consultado en junio de 2025. <https://www.grupocobra.com/>
- [10] Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. OBJETO Y CONTENIDO DEL PROYECTO
2. NORMATIVA A CUMPLIR
3. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN
 - 3.1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO
 - 3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN
 - 3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS
 - 3.4. CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO
 - 3.5. CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO
 - 3.6. EXIGENCIA DE CALIDAD DE AIRE INTERIOR
 - 3.7. AIRE DE EXTRACCIÓN
 - 3.8. CLASIFICACIÓN AIRE EXTERIOR
 - 3.9. RUIDO Y VIBRACIONES DE LAS INSTALACIONES
 - 3.10. CARGAS TÉRMICAS DE LOS LOCALES
 - 3.11. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AIRE
 - 3.12. REDES DE TUBERÍAS
 - 3.13. REDES DE CONDUCTOS
 - 3.14. DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES TERMINALES DE DIFUSIÓN DE AIRE
 - 3.15. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR
 - 3.16. GRUPO DE PRESIÓN
 - 3.17. DEPÓSITOS DE EXPANSIÓN Y DE ACUMULACIÓN TÉRMICA O DE INERCIA
 - 3.18. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA
 - 3.19. SISTEMAS DE VENTILACIÓN MECÁNICA
 - 3.20. PRESUPUESTO
 - 3.21. ALINEACIÓN CON LOS ODS DE LA UE

Capítulo 1. BASE DE CÁLCULO Y CÁLCULOS

1. **Cargas térmicas de verano**
2. **Pérdidas de Invierno**
 3. DIMENSIONAMIENTO DE REDES DISTRIBUCIÓN DE CONDUCTOS
 4. DIMENSIONAMIENTO DE RED HIDRÁULICA

Capítulo 2. PLANOS

Capítulo 3. Pliego de condiciones

1. OBJETO Y CONTENIDO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como finalidad principal el desarrollo y definición de las soluciones técnicas necesarias para la ejecución de las instalaciones de climatización y ventilación en el hospital objeto de estudio, situado en Madrid, Madrid. Estas instalaciones están orientadas a garantizar el confort térmico, la calidad del aire interior y el cumplimiento de los requisitos higiénico-sanitarios propios del entorno hospitalario, asegurando así unas condiciones ambientales óptimas para pacientes, personal sanitario y visitantes.

En este documento se describen detalladamente los criterios de diseño adoptados, así como las características y especificaciones técnicas de los equipos, componentes y materiales que formarán parte de las instalaciones. Se presta especial atención a aspectos clave como la eficiencia energética, la sostenibilidad del sistema, la facilidad de mantenimiento y la adaptabilidad a las normativas vigentes en materia de climatización en centros de atención médica.

Adicionalmente, el proyecto incluye la evaluación económica de los trabajos de instalación, presentando un presupuesto. Este presupuesto abarca los distintos sistemas que conforman el conjunto de la instalación: producción de frío y calor, difusión de aire, bombeo de agua y distribución de aire por los distintos espacios del edificio.

2. NORMATIVA A CUMPLIR

- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (IT) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas en los Edificios. Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007.
- Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92-42-CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua

caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la Directiva 93-68-CEE, del Consejo.

Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 73, 27/03/1995) (C.E. - BOE núm. 125, 26/05/1995).

- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas. Instrucciones Complementarias MI IF. Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre (BOE núm.291, 6/12/77).
Modificado por el Real Decreto 394/1979 de 02-02-1979 y el Real Decreto 754/1981 de 13-03-1981. Y posteriores modificaciones de las instrucciones complementarias MI IF.
- El Real Decreto 47/2007, del 19 de enero de 2007, aprueba el procedimiento para la certificación de eficiencia energética en los edificios de nueva construcción. Esta exigencia deriva de la Directiva 2002/91/CE.
- REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE núm. 74, 28/03/2006) y modificaciones posteriores.

Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendios (SI).

Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS).

13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior.

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE).

15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética.

15.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.

Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR).

- Desarrollo de la Ley 37/2003 del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas según el Real Decreto 1367/2007 del 19 de octubre del 2007.

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera (BOE núm. 275, 16/11/2007).
- Se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Real Decreto 865/2003, de 4 de julio (BOE núm 171, 18/07/2003).
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (BOE número 31 de 5/2/2009).
- Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 129, 31/05/1991). Se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE.
- Se aprueba la instrucción técnica complementaria MI-IP 03 “Instalaciones petrolíferas para usos propios”.
Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 254, 23/10/1997).
- Reglamento Instalaciones petrolíferas, Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, del Ministerio de Industria y Energía (BOE núm. 254, 23/10/1997).
Se aprueba la instrucción técnica complementaria MI-IP 03 “Instalaciones petrolíferas para usos propios”.

Se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas por el Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MI-IP 03, y MI-IP 04, aprobada por el Real Decreto 2201/1995, de 28 de diciembre. Todo ello modificado por el Real Decreto 1523/1999.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC BT. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto (BOE N°: 224 de 18/09/2002).
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.

Orden de 9 de marzo de 1971, del Ministerio de Trabajo (BOE núms. 64 y 65, 16/03/1971). Y modificaciones posteriores.

Ley 31/1995, de 8 noviembre de la Jefatura del Estado (BOE núm. 269, 10/11/1995).

Modificada Ley 50/1998, de 30-12, de medidas fiscales, administrativas y del orden social (BOE.Nº 313. 31-12-1998).

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (BOE núm. 97, 23/04/1997).

Modificado por: Real Decreto 2177/2004, 12-11-2004 (BOE.Nº 274. 13-11-2004)

Se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 256, 25/10/1997).

Modificado por el Real Decreto 2177/2004 y el Real Decreto 604/2006.

Modificación del Real Decreto 39/1997, de 17-01-1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y del Real Decreto 1627/1997, de 24-10-1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Real Decreto 604/2006, de 19-05-2006 (BOE núm 127, 29/05/2006)

Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, del Ministerio de la Presidencia (BOE núm. 188, 07/08/1997).

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, (BOE núm. 274, 13/11/2004) por el que modifica el RD 1215/1997, en materia de trabajos temporales en altura.

Real Decreto 614/2001 de 08-06 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 286/2006 de 10-03 sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

- Normas UNE citadas en las normativas y reglamentaciones.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de obras Públicas y Urbanismo, en lo que no contradiga los reglamentos o CTE.

Todos los equipos materiales y componentes de las instalaciones objeto de este proyecto cumplirán las disposiciones particulares que les sean de aplicación además de las prescritas en las Instrucciones Técnicas Complementarias IT y las derivadas del desarrollo y aplicación del Real Decreto 1630/1992. *Modificación. Real Decreto 1328/1995 (BOE.Nº 198. 19-08-1995).

3. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

3.1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Según proyecto de arquitectura.

3.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La generación de agua fría para refrigeración se ha resuelto mediante la instalación de dos enfriadoras de la marca Carrier ubicadas en la cubierta del edificio. Una de las enfriadoras condensada por aire, la otra por agua. Se ha definido un entramado de tuberías que distribuirá el agua climatizada a las distintas unidades terminales a través de un circuito cerrado.

Para la producción de agua caliente destinada a calefacción, se ha optado por un sistema centrado en el uso de dos calderas de gas, este razonamiento se basa en la idea de poder generar agua caliente y agua fría a la vez en el caso de que fuera necesario. Este conjunto se integra en un módulo tipo Rooftop diseñado para instalación en exteriores, que incorpora todos los elementos hidráulicos necesarios para el circuito primario. Dicho módulo se sitúa en la sala de máquinas, también en la cubierta del edificio.

La red de distribución de agua de climatización parte desde la sala de colectores y se canaliza verticalmente mediante los patinillos mecánicos dispuestos para este uso. En las distintas plantas del edificio, excluida la cubierta, la distribución del agua se realizará a través de los falsos techos hasta llegar a las unidades terminales, también ubicadas en el falso techo.

El sistema de climatización del edificio se basa en la utilización de fancoils de la marca Carrier, dichos fancoils han sido seleccionados para ofrecer un alto rendimiento a cargas parciales, lo cual permite acondicionar todo tipo de estancias, desde las más sensibles a las menos demandantes.

3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS

Según proyecto de arquitectura.

3.4. CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO

Los valores adoptados como condiciones exteriores de cálculo en este proyecto se han obtenido conjuntamente del Portal de Datos Abiertos de la Comunidad de Madrid, en lo relativo a las temperaturas y considerando las variaciones horarias y mensuales de las mismas de acuerdo con UNE 100014. Se han comparado con los datos de la normas une 100001:2001 y se han seleccionado éstos últimos por ser más restrictivos.

El edificio está situado en Madrid, Comunidad de Madrid a 40°25'48.9" Norte, 3°42'44.6" Oeste y 145 m sobre el nivel del mar.

El anexo de dimensionamiento de cargas se detallan las condiciones exteriores de cálculo en verano y en invierno detalladamente.

3.5. CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO

La temperatura interna de diseño y la humedad relativa consideradas en este proyecto deberán cumplir con el documento CTE DB HE 2 (RITE) sección IT 1.1.4.1.2 como se detalla a continuación:

	Temperatura	Humedad
	Operativa °C	Relativa %
Verano	23 a 25	45 a 60
Invierno	21 a 23	40 a 50

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán con base en la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD), según los siguientes casos:

a) Para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD (porcentaje de personas insatisfechas) menor al 10%, los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa, asumiendo un nivel de velocidad de aire bajo (<0.1 m/s), estarán comprendidos entre los límites indicados en la tabla adjunta.

Para el dimensionamiento de los sistemas de calefacción, se empleará una temperatura de cálculo de las condiciones interiores de 21°C. Para los sistemas de refrigeración la temperatura de cálculo será de 25°C.

b) Para valores diferentes de la actividad metabólica, grado de vestimenta, velocidad del aire y PPD del apartado a) es válido el cálculo de la temperatura operativa y la humedad relativa realizado por el procedimiento indicado en la norma UNE-EN ISO 7730.

En este caso los valores para el dimensionamiento de sistemas de refrigeración son los valores superiores del rango de bienestar considerado y para los sistemas de calefacción los valores más bajos del rango de bienestar considerado.

Al cambiar las condiciones exteriores la temperatura operativa se podrá variar entre los dos valores calculados para las condiciones extremas de diseño. Se podrá admitir una humedad relativa del 35 % en las condiciones extremas de invierno durante cortos períodos de tiempo.

La temperatura seca del aire de los locales que alberguen piscinas climatizadas se mantendrá entre 1 °C y 2 °C por encima de la del agua del vaso, con un máximo de 30 °C. La humedad relativa del local se mantendrá siempre por debajo del 65%, para proteger los cerramientos de la formación de condensaciones.»

3.6. EXIGENCIA DE CALIDAD DE AIRE INTERIOR

El nivel de calidad del aire interior y el nivel de filtración considerados en este proyecto cumplirán con el documento CTE el DB HE 2 sección IT 1.1.4.2.4.

El RITE establece también los requisitos relacionados con la calidad del aire interior en edificaciones que no están destinadas a uso residencial privado. Esto abarca, por ejemplo, edificios o espacios destinados a actividades docentes, administrativas, sanitarias, comerciales, residenciales de uso público, deportivas, entre otros. Para cada tipología, el reglamento asigna una categoría específica en función del nivel de calidad del aire interior que debe garantizarse.

Categoría	Descripción	Uso
IDA1	Aire de óptima calidad	Hospitales, clínicas, laboratorios, guarderías.
IDA2	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.
IDA3	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.

IDA4	Aire de calidad baja	
------	----------------------	--

La categoría de aire que va a considerarse es IDA1, y este parámetro va a emplearse para poder determinar el caudal de aire exterior que garantizará que se cumple con dicha exigencia de calidad.

El caudal en dm^3/s por persona se detalla en la siguiente tabla.

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

3.7. AIRE DE EXTRACCIÓN

Al tratarse de un uso diferente al residencial, este apartado se rige por el RITE en su apartado IT 1.1.4.2, según se detalla a continuación.

En función del uso del edificio o local, el aire de extracción se clasifica en las siguientes categorías:

AE 1 – Bajo nivel de polución

Incluye locales donde las principales fuentes de contaminantes son los materiales de construcción, acabados y ocupación humana. Ejemplos: oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales, espacios de uso público, escaleras y pasillos. Este aire puede recircularse si está libre de humo de tabaco.

AE 2 – Nivel moderado de polución

Proviene de locales con mayor nivel de contaminantes y donde no está prohibido fumar. Ejemplos: restaurantes, habitaciones de hotel, vestuarios, bares, almacenes. Puede usarse solo como aire de transferencia hacia locales de servicio. No se puede recircular.

AE 3 – Alto nivel de polución

Aire con producción de humedad, químicos u otros contaminantes significativos. Ejemplos: aseos, saunas, cocinas, laboratorios químicos, imprentas, zonas para fumadores. No puede recircularse ni transferirse a otros locales. Requiere extracción independiente.

AE 4 – Muy alto nivel de polución

Contiene sustancias nocivas u olores en concentraciones superiores a lo permitido. Ejemplos: campanas de extracción industrial, aparcamientos, locales de pinturas, residuos orgánicos, fumadores continuos. No puede recircularse ni compartir sistema de extracción con otras categorías.

Requisitos Adicionales según el RITE

- El caudal mínimo de extracción en locales de servicio debe ser de 2 dm³/s por m².
- Las redes de extracción AE3 y AE4 deben ser independientes de AE1 y AE2.
- El diseño de los sistemas de ventilación debe contemplar esta clasificación desde la fase de proyecto.

En el caso de un hospital, el criterio a seguir es el siguiente:

- Las zonas de administración, consultas médicas y salas de espera deben clasificarse como AE1, ya que su nivel de contaminación es bajo y procede principalmente de materiales y ocupación humana. Este aire podría recircularse si no hay humo de tabaco.
- Aseos, cocinas, laboratorios clínicos y salas de tratamiento con productos químicos deben considerarse AE3, ya que generan contaminantes químicos, humedad o compuestos biológicos. Este aire requiere extracción independiente sin recirculación.
- Áreas como quirófanos, salas blancas o zonas de tratamiento oncológico podrían requerir una clasificación específica superior, aunque generalmente se diseñan con sistemas de ventilación de presión positiva y no se considera su aire como recirculable.
- Almacenes de residuos, cuartos de ropa sucia o zonas con materiales peligrosos se clasificarían como AE4, por la elevada carga contaminante.

3.8. CLASIFICACIÓN AIRE EXTERIOR

El aire exterior de ventilación, se introducirá filtrado en el edificio.

La calidad del aire exterior (ODA) se clasificará de acuerdo con los siguientes niveles.

Clasificación	Descripción en función de la contaminación del aire exterior
ODA1	Aire puro que puede contener partículas sólidas (ej. polen) de forma temporal.
ODA2	Aire con altas concentraciones de partículas.
ODA3	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.
ODA4	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.
ODA5	Aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.

La categoría de calidad de aire exterior que se considera es ODA4.

Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire requerida (IDA), serán las que se indican en la tabla que se muestran a continuación.

FILTROS PREVIOS				
	IDA1	IDA2	IDA3	IDA4
ODA1	F7	F6	F6	G4
ODA2	F7	F6	F6	G4
ODA3	F7	F6	F6	G4
ODA4	F7	F6	F6	G4
ODA5	F6/GF/F9 (*)	F6/GF/F9 (*)	F6	G4

(*) Filtro de gas o filtro químico (GF) situado entre las dos etapas de filtración

FILTROS FINALES				
	IDA1	IDA2	IDA3	IDA4
ODA1	F9	F8	F7	F6
ODA2	F9	F8	F7	F6
ODA3	F9	F8	F7	F6

ODA4	F9	F8	F7	F6
ODA5	F9	F8	F7	F6

Según el criterio seguido, la clase de filtración a emplear es F7 para el filtrado previo y F9 par el filtrado final.

Se emplearán prefiltros en la entrada de aire exterior a la Unidad de tratamiento de aire (UTA), así como en la entrada de aire de retorno.

En todas las secciones de filtración, salvo las situadas en tomas de aire exterior, se garantizarán las condiciones de funcionamiento en seco, la humedad relativa del aire será siempre inferior al 90%.

3.9. RUIDO Y VIBRACIONES DE LAS INSTALACIONES

Para los niveles de ambiente acústico se realizará según la conformidad con DB HR punto 3.3.2.2, tal y como se indica en el IT. 1.1.4.4 del RITE.

Se cumplirán los valores de ruido de objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior (tabla B anexo II), en lo referente a zonificación acústica y emisiones acústicas indicadas en el Real Decreto 1367/2007.

Uso de edificio	Tipo de recinto	L_a dB(A)	L_e dB(A)	L_n dB(A)
Hospitalario	Zonas de estancia	45	45	30
	Dormitorios	40	40	50

Las velocidades residuales del aire en zonas ocupadas, siguiendo lo recomendado por UNE – EN ISO 7730, serán la que corresponden a los valores del índice IPDA (Índice de Prestaciones de la Distribución del Aire) que, como indicación de la calidad de la instalación de distribución, se tienen de acuerdo con ASHRAE.

Para los valores límites de la velocidad media del aire se tendrá en cuenta la IT 1.1.4.1.3 (RITE).

La velocidad media admisible del aire en la zona ocupada (V), se muestra en las tablas que se muestran a continuación.

Con difusión por mezcla, intensidad de la turbulencia del 40% y PPD por corrientes de aire del 15%:

Difusión por mezcla	Velocidad (m/s)
Verano	0,16-0,18
Invierno	0,14-0,16

Para otro valor del porcentaje de personas insatisfechas PPD, es válido el método de cálculo de las Normas UNE-EN ISO 7730 y UNE-EN 13.779, así como el informe CR 1752.

La velocidad podrá resultar mayor, solamente en lugares del espacio que estén fuera de la zona ocupada, dependiendo del sistema de difusión adoptado o del tipo de unidades terminales empleadas.

3.10.CARGAS TÉRMICAS DE LOS LOCALES

Las necesidades térmicas globales del edificio según hojas de cálculo, son las siguientes:

Total frío (refrigeración)	344,36 kW
Total calor (Calefacción)	696,16 kW

3.11.SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AIRE

Los sistemas de tratamiento de aire que se han elegido para este proyecto son Fancoils de la marca Carrier, para la elección de dichos equipos se ha priorizado la economía de proyecto mientras que se ha mantenido la practicidad.

Siguiendo con esta línea de pensamiento, se ha atendido a las cargas térmicas de cada uno de los espacios, clasificando estos según su nivel de exposición frente al exterior y su orientación con respecto al norte.

Se ha elegido el espacio más demandante y se ha elegido un equipo que cubra su demanda y que pueda trabajar a buen rendimiento con cargas parciales, para de este modo poder hacer una selección más económicamente viable.

Sistemas de tratamiento mediante aire-agua:

Para mantener una temperatura agradable en espacios como habitaciones, consultas, despachos o salas de espera, se instalarán equipos individuales de climatización tipo fancoil, colocados en el techo falso. Estos aparatos serán del tipo horizontal sin carcasa, lo que permite integrarlos fácilmente en el techo sin que se vean, y adaptar su funcionamiento a las necesidades concretas de cada estancia. En algunas zonas específicas, como los distribuidores, se colocarán fancoils visibles de tipo suelo, con carcasa exterior, más adecuados para estos espacios abiertos.

Cada uno de estos fancoils contará con:

- Un filtro básico tipo G3 que retiene partículas del aire (según lo indicado en la normativa UNE-EN 779).
- Un intercambiador de calor doble, con circuitos tanto de agua caliente como de agua fría, compuesto por tubos de cobre con aletas de aluminio para mejorar el rendimiento térmico.
- Una bandeja para recoger la condensación, protegida térmicamente para evitar pérdidas y preparada para integrarse bien con el resto de los elementos.
- Un sistema de ventilación silencioso con ventilador tangencial y motor de varias velocidades (mínimo tres), para que se pueda ajustar según la temperatura deseada y el confort del usuario.

Además, cada fancoil recibirá un aporte de aire fresco del exterior, que pasará antes por una unidad que lo filtra y lo ajusta a las condiciones requeridas. Este caudal de aire se controlará automáticamente mediante compuertas autorregulables, asegurando que cada sala reciba la ventilación mínima exigida por la normativa, en concreto, por el apartado IT 1.1.4.2 del RITE, en cumplimiento con la UNE-EN 13779.

3.12. REDES DE TUBERÍAS

Sistemas hidráulicos de transporte de energía mediante agua:

Los sistemas hidráulicos de transporte de energía mediante agua deben estar diseñados teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento y uso de cada subsistema, separando circuitos primarios y secundarios según cargas térmicas, orientación de fachadas, horarios de servicio y longitudes hidráulicas. Con el fin de garantizar un transporte eficaz de la energía térmica, se emplean circuitos independientes que conectan los equipos de generación con las unidades terminales.

Las tuberías utilizadas para agua fría y caliente se ejecutarán con acero negro estirado sin soldadura, conforme a la norma UNE 19.052. Para diámetros nominales de hasta DN50 se emplearán accesorios roscados del mismo material, y para diámetros DN65 o mayores se emplearán conexiones embridadas. Todo el trazado debe ser aislado térmicamente con el fin de minimizar pérdidas energéticas y mantener la temperatura del fluido lo más cercana posible a la generada por los equipos de producción.

El aislamiento consistirá en coquillas de espuma elastomérica con una conductividad térmica inferior a $0,04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, conforme a la IT 1.2.4.2.1.2 del RITE. El espesor del aislamiento se adecuará a la temperatura y ubicación. Las uniones longitudinales y entre tramos se sellarán con cinta elastomérica autoadhesiva de 50 mm de anchura. Todos los accesorios como válvulas y bombas también deben quedar aislados con el mismo material.

En ningún caso las pérdidas térmicas de la instalación deben superar el 4% de la potencia máxima transportada. En el caso de tuberías exteriores o situadas en salas de máquinas, además del aislamiento térmico, se colocará una lámina de aluminio de 0,8 mm de espesor que sirva de refuerzo mecánico y barrera ante la radiación ultravioleta.

El aislamiento de las tuberías de agua fría incluirá una barrera de vapor para evitar la condensación. Esta capa debe colocarse en la cara exterior más cálida para evitar que la humedad del ambiente se introduzca en el material aislante y degrade sus propiedades. En instalaciones de agua de condensación cerradas se usará también tubería de acero negro estirado, sin aislamiento térmico.

Los condensados generados por equipos de refrigeración se evacuarán mediante tuberías de PVC no aisladas, conectadas a los bajantes más próximos. Los puntos más altos de los circuitos deben llevar purgadores automáticos con válvulas de corte tipo esfera de al menos DN15. En salas de máquinas se instalarán purgadores manuales con descarga a colectores

visibles.

Para absorber las dilataciones de las tuberías metálicas en tramos rectos superiores a 30 metros se instalarán dilatadores de acero inoxidable con tubo guía interior. Los pasos de tubería a través de elementos estructurales incluirán manguitos sellados con masilla plástica impermeable, permitiendo la dilatación libre. Estos manguitos deben respetar la resistencia al fuego del elemento que atraviesan.

En los puntos bajos se colocarán grifos de vaciado conectados a desagües visibles. Los retornos de los circuitos tendrán acometidas para el llenado inicial con válvulas, filtros, contadores, equipo desconector, y válvulas antirretorno. Estas acometidas también deben tener presostato para activar alarmas y paro de los equipos en caso de presión incorrecta.

Todas las tuberías deben instalarse de forma accesible, ordenada y paralela a los ejes del edificio, salvo las pendientes necesarias para purga y vaciado. La pendiente mínima en tramos horizontales será del 0,2%, y deberá mantenerse tanto en frío como en caliente. Las fijaciones seguirán la norma UNE 100.152 sobre soportes para tuberías de climatización.

Las conexiones a equipos deben evitar transmitir vibraciones o esfuerzos mecánicos, y ser desmontables para facilitar el mantenimiento. Se instalarán soportes antivibratorios y bancadas de inercia para equipos sin estructura propia. Las conexiones a bombas y unidades deben incluir manguitos flexibles y silenciadores cuando se utilicen extractores mecánicos.

Las tuberías colectivas deben estar aisladas del resto de los espacios habitables y pasar por conductos independientes. El anclaje debe realizarse en elementos constructivos con masa superior a 150 kg/m². La velocidad del agua no debe superar 1 m/s en sistemas de calefacción.

Cada unidad de tratamiento de aire llevará válvulas de corte para mantenimiento y válvulas de equilibrado para distribuir el caudal térmico adecuadamente. Las redes una vez terminadas se señalarán con cintas y flechas según UNE 100100, con frecuencia mínima de 2 a 3 metros y en todos los puntos relevantes.

Tras el montaje, toda la instalación será limpiada y probada. El cálculo de diámetros de tubería se ha realizado mediante software “Instawin-Infomirben” por el método de caída de presión constante, limitando la velocidad según condiciones acústicas y mecánicas.

Este criterio garantiza la eficiencia hidráulica, el cumplimiento del RITE y una operación segura, sostenible y de bajo mantenimiento en las instalaciones térmicas de los edificios.

3.13. REDES DE CONDUCTOS

El aire caliente o frío generado por una unidad terminal de tratamiento de aire será distribuido a todos los espacios que requieran climatización. Esta misma lógica se aplicará a los sistemas de ventilación y extracción.

Para ello, se instalarán diversas redes de conductos con las siguientes características técnicas, según el tipo de unidad o sistema.

Conductos de impulsión de aire

Los conductos de impulsión y sus accesorios contarán con aislamiento térmico suficiente para garantizar que la pérdida de calor no supere el 4% de la potencia transportada, evitando además condensaciones.

En los climatizadores que modifican las propiedades termodinámicas del aire, se emplearán conductos rectangulares de chapa galvanizada, clasificación C en estanqueidad, con uniones tipo "METU". El aislamiento exterior será de manta de fibra de vidrio con barrera de vapor y acabado en papel de aluminio Kraft, fijado con flejes. Las juntas se sellarán con cinta de aluminio autoadhesiva de 50 mm.

Los tramos que transcurran al aire libre o en salas técnicas estarán protegidos adicionalmente con plancha de aluminio de 0,8 mm, que actúa como refuerzo mecánico y protección frente a rayos UV.

Conductos para fancoils

Se utilizarán conductos rectangulares de fibra de vidrio de alta densidad, tipo CLIMAVER METAL NETO, clase C, de 25 mm de espesor. Su revestimiento exterior será de aluminio, y el interior, de tejido de hilos de vidrio negro de alta absorción acústica. Las uniones se reforzarán con perfilera de aluminio y se sellarán con cinta adhesiva para asegurar estanqueidad.

Conexiones a elementos terminales

- Para conexiones generales: conductos circulares flexibles con alma de acero en espiral, recubiertos con aluminio reforzado y aislados con manta de fibra de vidrio.

- En quirófanos: se emplearán conductos helicoidales de chapa galvanizada, aislados exteriormente con espuma elastomérica de 30 mm y cinta elastomérica adhesiva de 50 mm.
- Para extracción sin tratamiento: se usarán conductos circulares flexibles de aluminio resistente con alma de acero.

Requisitos especiales

En zonas que atraviesen sectores de incendio, se instalarán conductos rectangulares de chapa galvanizada, clase C, con uniones METU y compuertas cortafuego EI-120 minutos.

Los conductos dispondrán de registros de acceso o tramos desmontables junto a cada componente que requiera mantenimiento. Se seguirán los criterios de la norma UNE-ENV 12097, con registros cada 10 metros o cada dos codos de 45°, según UNE 100.030.

La instalación deberá permitir inspección y mantenimiento de compuertas, instrumentos y accesorios. Los conductos no compartirán espacio con otras instalaciones mecánicas o eléctricas.

Materiales y normativa

Los materiales utilizados deberán resistir el peso propio, la presión del aire, las vibraciones y manipulación sin deformarse ni contaminar el aire. Las superficies interiores serán lisas y sin partículas sueltas.

Se respetarán las siguientes normativas:

- **Conductos metálicos:** UNE-EN 1505, UNE-EN 1506, UNE 100.102, UNE-EN 12236
- **Conductos de fibra:** UNE-EN 13403
- **Conductos flexibles:** UNE-EN 13180
- **Protección contra incendios:** CTE DB SI (mínimo clase B-s3,d0)

Las uniones, derivaciones y cambios de dirección o sección se ejecutarán con piezas normalizadas, manteniendo la alineación y forma de los conductos.

Antivibración y acondicionamiento acústico

Todos los elementos como UTAs, cajas de ventilación y ventiladores se conectarán a la red mediante sistemas antivibratorios. Las conducciones se revestirán con materiales absorbentes acústicos y se instalarán silenciadores.

En ventilación, se aislarán acústicamente los conductos verticales que discurren por zonas habitables. En especial, los conductos de extracción de humos de cocina serán de doble pared (inox/chapa). Los difusores cumplirán los niveles sonoros exigidos.

- **Criterios de dimensionado y montaje**

Los conductos se han diseñado para que la pérdida de carga en tramos rectos sea de 1 Pa/m. El cálculo se ha realizado con el software “Instawin-Infomirben”, empleando el método de fricción constante con regulación intermedia y final. Los detalles figuran en el anexo correspondiente.

La longitud de los conductos flexibles hasta los terminales no superará los 1,2 m y deben ir completamente extendidos para minimizar pérdidas de presión.

Al finalizar la instalación, se realizará una limpieza completa de toda la red de distribución de aire, dejándola operativa y libre de residuos.

3.14. DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES TERMINALES DE DIFUSIÓN DE AIRE

Se contempla la instalación de difusores lineales TROX VSD50-3 como elementos exclusivos de impulsión de aire en los espacios climatizados del presente proyecto. Estos difusores han sido seleccionados por su alta eficiencia aerodinámica, capacidad de adaptación al diseño arquitectónico y excelente comportamiento en términos de confort térmico y acústico.

El modelo VSD50-3 se caracteriza por su capacidad para generar una difusión de alta inducción, que favorece una mezcla rápida y homogénea del aire impulsado con el aire ambiente, incluso a alturas de instalación elevadas. Este comportamiento resulta idóneo para aplicaciones en espacios representativos y de ocupación continua, tales como oficinas, consultas, áreas comunes, salas de reuniones o espacios docentes, donde el confort del usuario es prioritario.

El difusor está compuesto por una placa frontal circular fabricada en chapa de acero con acabado lacado en color RAL, a determinar por la Dirección Facultativa. La geometría de la placa incluye tres filas de ranuras radiales equipadas con deflectores orientables, construidos en material plástico de alta resistencia. Estos deflectores permiten ajustar manualmente el patrón de difusión, de modo que el caudal de aire pueda distribuirse en forma horizontal, semivertical o vertical, según la altura libre del espacio y el régimen térmico de funcionamiento (refrigeración o calefacción).

Para garantizar una instalación y funcionamiento óptimos, cada difusor se suministrará con plenum de conexión tipo PVA o PVA-V, fabricado en chapa galvanizada, con aislamiento térmico y acústico interno para reducir niveles sonoros y evitar pérdidas energéticas. El plenum incluye cuello circular con compuerta de regulación de caudal, accesible desde el frontal del difusor mediante herramienta, así como tomas para medición de presión diferencial, en caso de que el sistema de control requiera ajuste fino o balanceo de redes.

Las principales ventajas del modelo VSD50-3 incluyen su alta capacidad de inducción, ideal para grandes caudales de aire con bajas diferencias térmicas, su funcionamiento silencioso incluso a velocidades elevadas, y la posibilidad de orientar los deflectores para adaptar el patrón de difusión. Además, presenta una integración arquitectónica discreta gracias a su diseño limpio y disponibilidad en colores RAL personalizados, y es compatible con techos modulares tanto de placas metálicas como de escayola o yeso laminado.

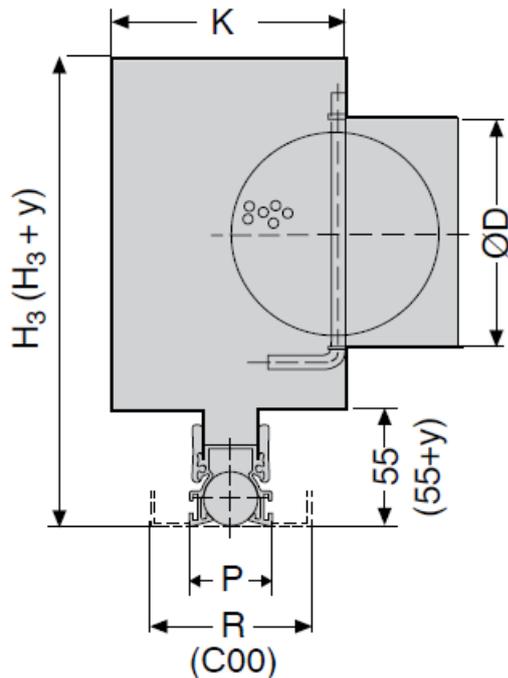


Imagen obtenida de: <https://cdn.trox.de/5b15de8571c9e90f/5bed0a539b6e/TSR2024.pdf>

El montaje de los difusores se coordinará con el diseño de iluminación, instalaciones especiales y otros elementos del falso techo para lograr una disposición armónica y eficiente. Su ubicación responderá a criterios de distribución homogénea del aire, evitando interferencias con paramentos verticales, zonas de retorno o focos de generación de calor que puedan alterar el patrón de difusión previsto.

Desde el punto de vista técnico, el VSD50-3 está disponible en varios diámetros estándar, que oscilan entre 200 y 630 mm, permitiendo cubrir un amplio rango de caudales, desde aproximadamente 100 hasta 1.800 m³/h, en función del diámetro, presión disponible y altura de instalación. Se recomienda su instalación a alturas comprendidas entre 2,5 y 4 metros, manteniendo velocidades terminales inferiores a 0,25 m/s en la zona ocupada. El nivel de presión sonora generado en condiciones normales de funcionamiento se sitúa por debajo de los 30 dB(A).

El difusor cumple con las normativas europeas vigentes, como la EN 12238 para difusores, la EN 1507 para conductos, ISO 5135 para medición de niveles sonoros y DIN 1946-2 para condiciones interiores de confort. También puede complementarse con accesorios opcionales como sondas de presión, actuadores o aislamiento adicional.

3.15.SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR

El sistema de producción de frío y calor para la instalación objeto de este proyecto está constituido por los equipos siguientes.

Refrigeración

Se instalarán los equipos siguientes:

1 uds. Plantas enfriadoras agua-agua de	170 kW
1 uds. Planta enfriado aire aire de	175 kW

El conjunto proporcionará una potencia frigorífica total en el edificio de:

Total refrigeración	345 kW
---------------------	--------

Las plantas enfriadoras están situadas en la cubierta del edificio, una en exterior y otra en el cuarto de instalaciones..

Unidad Aire-Aire



Imagen obtenida de:

<https://www.carrier.com/commercial/es/es/soluciones/enfriadoras/enfriadoras-aire-agua/30rb---30rbp/>

Se proyecta la instalación de un sistema aire-agua con enfriadora de agua condensada por aire, colocada en la cubierta de la edificación bajo el tejado. La unidad seleccionada es la enfriadora Carrier AquaSnap 30RBP, de 175 kW de capacidad, con compresores scroll y refrigerante R-32.

Criterios de selección

- I. criterios de eficiencia energética: altos valores de eficiencia en carga parcial, control multietapa con compresores scroll de velocidad fija y diseño optimizado para ofrecer un elevado ESEER
- II. criterios medioambientales: uso del refrigerante R-32 con bajo GWP, en línea con la normativa europea F-Gas.
- III. seguridad y redundancia: disposición de dos circuitos frigoríficos completamente independientes para garantizar continuidad operativa
- IV. reducción del nivel sonoro: compresores encapsulados y ventiladores de baja emisión acústica, especialmente en régimen parcial

Refrigerante empleado (R-32)

El refrigerante R-32 presenta un Potencial de Calentamiento Global (GWP) de 675, significativamente inferior al de refrigerantes tradicionales como el R-410A, reduciendo así la huella de carbono de la instalación

El R-32 permite una carga de refrigerante hasta un 30 % menor, menor estrés mecánico en los componentes y una mayor eficiencia operativa



Imagen obtenida de: <https://www.carrier.com/commercial/es/es/innovacion/R-32/>

Compresores scroll

La unidad incorpora compresores del tipo scroll, reconocidos por su alta fiabilidad, bajo nivel de vibraciones y mantenimiento reducido.

Estos compresores permiten una regulación escalonada de la capacidad, adaptándose a la demanda térmica real y optimizando el consumo energético.

Control multietapa y eficiencia estacional

Aunque no cuentan con variadores de frecuencia en los compresores, la regulación electrónica permite:

- excelente eficiencia en carga parcial reflejada en altos valores de ESEER
- arranque progresivo mediante etapas, minimizando picos de corriente
- adaptación precisa a las cargas variables garantizando confort y eficiencia

Circuitos independientes y fiabilidad operativa

La Carrier 30RBP dispone de dos circuitos frigoríficos totalmente independientes.

- ofrece redundancia operativa ante fallo parcial
- reduce el riesgo de parada total
- mejora la eficiencia parcial al permitir funcionamiento escalonado

Nivel sonoro y funcionamiento silencioso

Componentes diseñados para minimizar emisiones acústicas:

- I. Encapsulado de compresores
- II. Ventiladores de bajo nivel sonoro
- III. Ventiladores “Flying Bird” de 6ª generación garantizan funcionamiento más silencioso

Factor de potencia

La unidad incorpora de serie un factor de potencia $\geq 0,95$, evitando penalizaciones por energía reactiva.

Opciones destacadas

- control SmartVu con funciones de gestión energética, modo nocturno y registro de alarmas.
- posibilidad de recuperación parcial de calor, free-cooling y gestión hidráulica integrada
- opciones de comunicación con BMS: BACnet, Lon, J-Bus, entre otras

Cos Φ	€/kVArh
$\geq 0,95$	0
$0,95 > \text{Cos } \Phi > 0,9$	0,000010
$0,9 > \text{Cos } \Phi > 0,85$	0,012673
$0,85 > \text{Cos } \Phi > 0,8$	0,025346
$< 0,8$	0,038019

Unidad Agua-Agua



Imagen obtenida de: <https://es.carrierdobrasil.com.br/blog/produtos/aquaforce-30xw/>

La unidad proyectada corresponde a una enfriadora de agua con condensación por agua, Carrier AquaForce 30XW, equipada con compresores scroll de alta eficiencia, con variadores de frecuencia integrados para regulación continua. Esta unidad, con una capacidad nominal aproximada de 429 kW, utiliza refrigerante R-134a y está diseñada para ofrecer soluciones de climatización de alta eficiencia y fiabilidad en aplicaciones comerciales e industriales.

El sistema incorpora un evaporador inundado de alto rendimiento, que permite maximizar la transferencia térmica del agua de proceso. La válvula de expansión electrónica controla con precisión el caudal de refrigerante, adaptándose a las condiciones de carga variable para optimizar el ciclo frigorífico y reducir el consumo energético.

Los compresores scroll de esta gama se caracterizan por su diseño compacto y robusto, que asegura un funcionamiento silencioso, eficiente y con una gran fiabilidad a lo largo del tiempo. Gracias al variador de frecuencia integrado, la capacidad del compresor se ajusta de forma continua entre cargas parciales y totales, permitiendo mantener una temperatura estable del agua impulsada y mejorando el coeficiente de rendimiento (EER) en todo rango operativo.

El sistema hidráulico está basado en una configuración primaria-secundaria desacoplada, que utiliza bombas centrífugas "in line" con motores eléctricos de alta eficiencia. Estas

bombas aseguran el transporte del agua fría a los circuitos terminales, venciendo únicamente las pérdidas de carga del sistema de consumo, mientras que las bombas de producción circulan el agua solo a través de los equipos generadores, optimizando así la eficiencia energética global.

El sistema de control centralizado gestiona la secuencia de arranque y parada de los compresores y bombas, supervisa las temperaturas, presiones y alarmas de la unidad y transfiere las señales de fallo al sistema de gestión del edificio. Esto permite una operación autónoma, segura y eficiente, con mantenimiento predictivo facilitado por la monitorización continua.

La temperatura de diseño para el agua impulsada al sistema de consumo se establece en 7 °C, con un retorno a 12 °C, garantizando un rendimiento óptimo de la instalación y un consumo energético eficiente.

Refrigerante R-134a

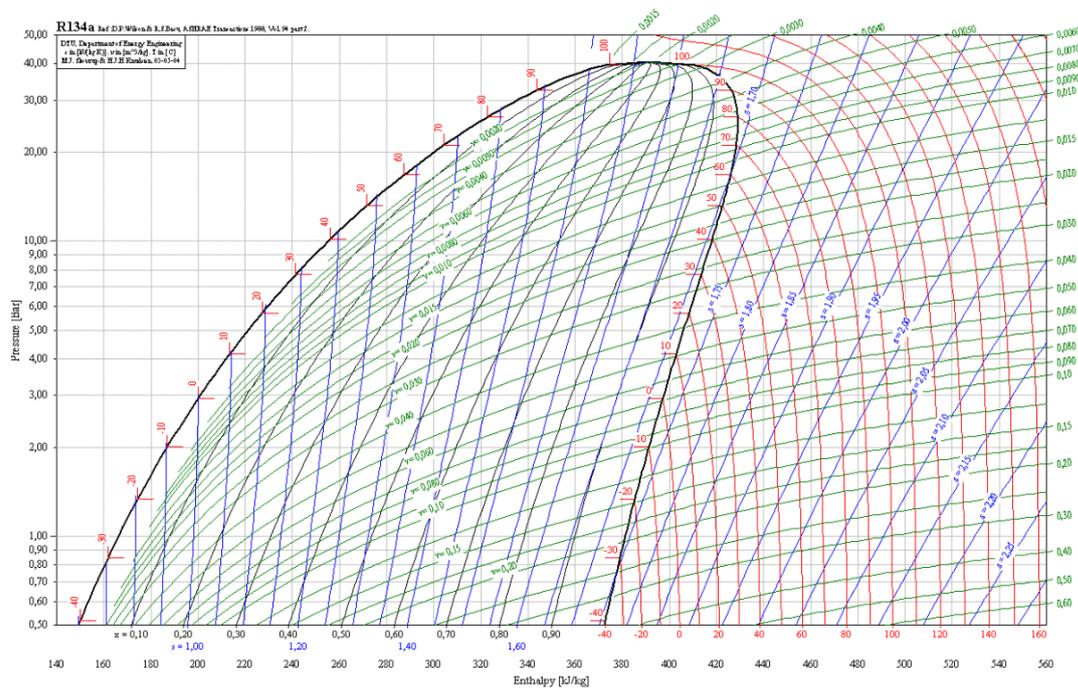


Imagen obtenida de: <https://gasrefrigerante.net/p/r134a-12kg>

El refrigerante empleado en la Carrier AquaForce 30XW es el R-134a, un hidrofluorocarbono (HFC) que destaca por su excelente rendimiento energético y menor impacto ambiental en comparación con refrigerantes más antiguos como el R-22. El R-134a tiene un bajo potencial de agotamiento de la capa de ozono (ODP=0) y un valor de Potencial de Calentamiento Global (GWP) de aproximadamente 1430, lo que lo posiciona como una alternativa eficaz dentro de los refrigerantes HFC.

El uso de R-134a permite a la enfriadora operar a presiones moderadas, reduciendo el estrés sobre los componentes mecánicos y prolongando la vida útil del sistema. Además, su estabilidad química y termodinámica aseguran un ciclo frigorífico eficiente y seguro.

El R-134a es compatible con aceites lubricantes modernos, garantizando una lubricación óptima del compresor scroll y manteniendo el rendimiento en el tiempo. Su baja toxicidad y ausencia de inflamabilidad lo convierten en una opción segura para aplicaciones comerciales e industriales

Carga (%) | EER (kW/kW)

-----|-----

20 | 6.5

40 | 7.3

60 | 7.7

80 | 7.9

100 | 8.0

Curva de eficiencia energética

Carga (%) | Potencia (kW)

-----|-----

20 | 45

40 | 85

60 | 125

80 | 160

Curva de Potencia eléctrica consumida

Calefacción

Se instalarán dos unidades de calderas condensación BAXI EUROCONDENS SGB 400, cada una con una potencia térmica nominal aproximada de 400 kW, para una potencia total instalada en el edificio cercana a 800 kW destinada a calefacción.

Estas calderas se caracterizan por su tecnología avanzada de condensación, que les permite alcanzar rendimientos muy elevados, superando el 100% sobre PCI, gracias a la recuperación del calor latente en los gases de combustión.



Imagen obtenida de: <https://www.ecoclimagroup.com/calderas/calderas-de-pie-a-gas/3098-caldera-de-gas-baxi-eurocondens-sgb-400-8431406168087.html>

- Calderas de condensación de gas natural o propano con una alta eficiencia energética certificada y bajas emisiones contaminantes

-
- Cuerpo de intercambio térmico fabricado en acero inoxidable de alta calidad, resistente a la corrosión y adecuado para trabajar con bajas temperaturas de retorno, lo que favorece la condensación y mejora el rendimiento
 - Quemador modulante con tecnología de control electrónico, capaz de ajustar la potencia desde un 20-100%, adaptándose a la demanda térmica real del edificio y optimizando el consumo de gas
 - Sistema de encendido electrónico y control de llama por ionización para máxima seguridad y fiabilidad
 - Temperaturas máximas de impulsión hasta 90°C, con posibilidad de trabajo sin límite en la temperatura de retorno, facilitando la integración en sistemas modernos de calefacción y ACS
 - Equipadas con sistemas automáticos de control y diagnóstico que permiten monitorizar el estado de la caldera y optimizar su funcionamiento
 - Incluyen sistema de evacuación de gases con chimenea metálica doble pared y sistema de recogida de condensados para garantizar la seguridad y la eficiencia de la combustión
-

Elementos complementarios y accesorios

- Depósito acumulador de agua caliente sanitaria compatible, con capacidad adecuada para cubrir la demanda del edificio, fabricado con aislamiento térmico para minimizar pérdidas de calor
 - Bombas circuladoras de alta eficiencia para el transporte del agua entre las calderas, depósito acumulador y circuitos de distribución
 - Vaso de expansión y sistema de seguridad hidráulicos, diseñados para soportar la presión máxima de trabajo y evitar daños en el sistema
 - Sistema de control centralizado que gestiona la secuencia de funcionamiento de las dos calderas, activando la unidad adicional en función de la demanda térmica, lo que maximiza la eficiencia energética y garantiza la redundancia
 - Circuito eléctrico completo con protecciones, armario de control y cableado interno que aseguran un funcionamiento seguro y fiable
 - Equipos de filtración y regulación de gas con válvulas de seguridad para garantizar la calidad y seguridad en el suministro
-

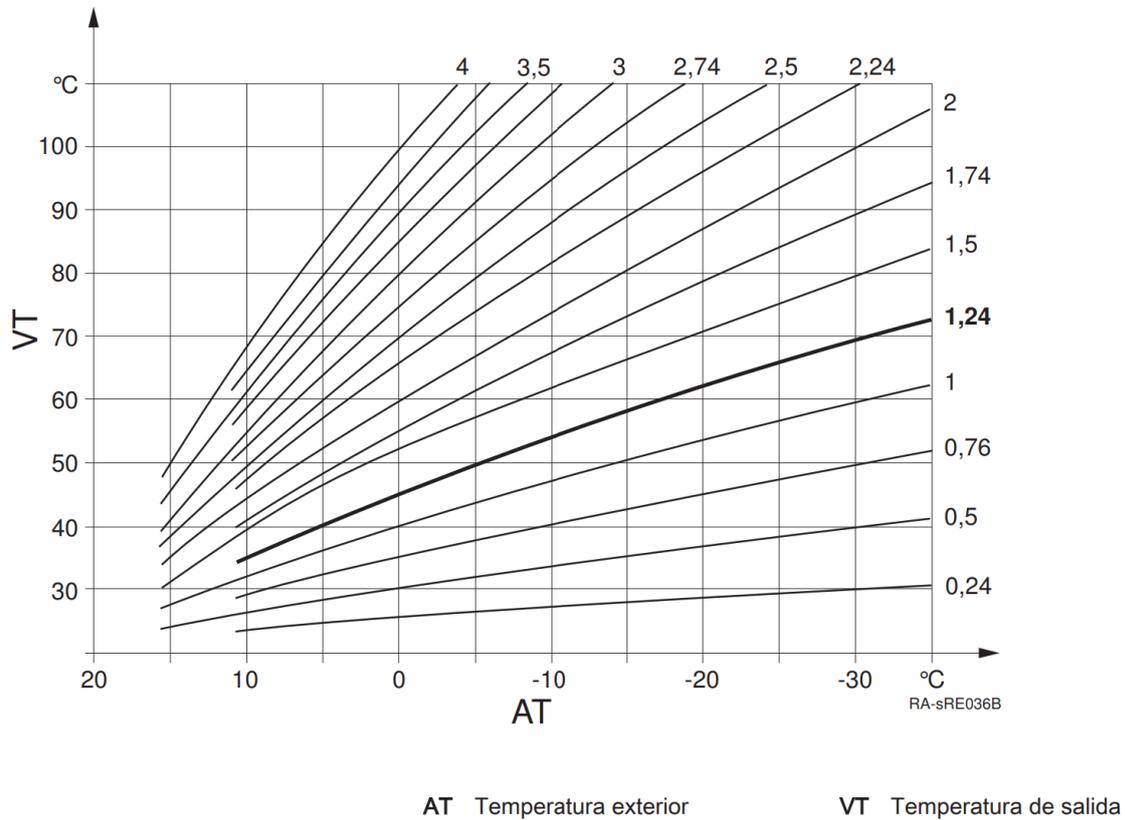
Instalación y distribución hidráulica

- Sistema primario-secundario desacoplado para la producción y distribución de agua caliente, que permite optimizar el rendimiento hidráulico y evitar pérdidas innecesarias de energía

- Bombas de circulación separadas para el circuito primario (calderas y depósito acumulador) y secundario (red de calefacción y ACS), operando con caudal constante y con unidades en reserva para asegurar la continuidad del servicio
 - Presión nominal de trabajo en las bombas y circuitos de hasta 10 bar, con componentes fabricados en materiales resistentes y duraderos, como fundición gris para cuerpos de bomba y acero inoxidable para ejes
 - Control y protección eléctrica de motores con aislamiento clase F, grado de protección mínimo IP54, y sistemas de protección contra sobrecargas, caídas de fase y sobretensiones
-

Seguridad y mantenimiento

- Sistemas integrados de control y monitorización permiten detectar incidencias y realizar diagnósticos en tiempo real, facilitando el mantenimiento preventivo y correctivo
- Válvulas de seguridad, presostatos y otros dispositivos de protección hidráulica y térmica instalados conforme a normativa para garantizar la seguridad de los usuarios y del edificio
- Fácil acceso a componentes y zonas de mantenimiento para reducir tiempos de intervención y minimizar interrupciones en el servicio



Gráfica 1 Curva de calefacción según ajuste

3.16. GRUPO DE PRESIÓN

Se contempla la instalación de bombas de circulación electrónicas de alta eficiencia del modelo Wilo Stratos MAXO 25/0,5-10 PN 10 para los sistemas de distribución de agua caliente y refrigerada del presente proyecto. Esta bomba pertenece a la gama más avanzada de Wilo en cuanto a tecnología de control, eficiencia energética y conectividad, siendo ideal para instalaciones de climatización que requieren un funcionamiento fiable, flexible y con un control optimizado del caudal y la presión.



Imagen obtenida de: <https://wilo.com/es/es/Productos-y-campos-de-aplicaci%C3%B3n/es/productos-y-experiencia/wilo-stratos-maxo?param15=1%7Ces%7Clangneutral%7Cen>

El modelo Stratos MAXO 25/0,5-10 PN 10 se caracteriza por estar equipado con un motor EC de última generación, altamente eficiente, y un sistema de regulación electrónica que permite ajustar el rendimiento de la bomba en función de las necesidades reales del sistema. Esto se traduce en un ahorro energético significativo, especialmente en comparación con bombas de velocidad fija o incluso de velocidad variable con tecnología menos avanzada.

Este equipo es apto para su instalación en circuitos de calefacción y refrigeración, así como en sistemas mixtos, gracias a su capacidad para detectar automáticamente el tipo de funcionamiento (calefacción o refrigeración) y ajustar su comportamiento en consecuencia. La bomba ofrece distintos modos de regulación: caudal constante, presión constante o proporcional, temperatura constante o diferencial, velocidad fija y regulación PID según consigna externa, lo que proporciona una enorme versatilidad en función de la aplicación específica.

En cuanto a su diseño, la Stratos MAXO dispone de una carcasa robusta de hierro fundido con recubrimiento anticorrosión, un eje de acero inoxidable con recubrimiento DLC y cojinetes de grafito impregnados con antimonio que garantizan una larga vida útil sin mantenimiento. El rodete está fabricado en un material plástico técnico (PPS reforzado con fibra de vidrio), lo que reduce el peso y mejora el comportamiento hidráulico.

El panel de control de la bomba incluye una pantalla gráfica en color de alta resolución de 4,3 pulgadas y un único botón giratorio tipo “Green Button” que permite una navegación sencilla e intuitiva entre los diferentes menús de configuración. Esta interfaz facilita tanto la puesta en marcha como la monitorización de parámetros, sin necesidad de herramientas

adicionales. Además, la bomba está equipada con conectividad Bluetooth integrada, lo que permite su configuración y supervisión desde un dispositivo móvil mediante la app oficial de Wilo.

Desde el punto de vista hidráulico, esta bomba puede alcanzar una altura manométrica de hasta 10 metros y manejar caudales de hasta aproximadamente 12 m³/h, dependiendo de la configuración de instalación y de la carga del sistema. Funciona con una presión máxima de servicio de 10 bar (PN 10) y admite fluidos con temperaturas entre -10 °C y +110 °C, lo que la hace compatible con una amplia variedad de aplicaciones térmicas, tanto en climatización como en procesos industriales.

La bomba se entrega con coquilla termoaislante de serie, conexiones roscadas G 1½ y una longitud de montaje estándar de 180 mm. Su grado de protección es IPX4D, y cuenta con clase de aislamiento F, garantizando un comportamiento fiable incluso en condiciones ambientales exigentes.

Gracias a sus capacidades de integración, rendimiento optimizado y facilidad de operación, la Wilo Stratos MAXO 25/0,5-10 PN 10 constituye una solución idónea para instalaciones modernas, orientadas tanto a la eficiencia energética como a la gestión avanzada del sistema hidráulico, cumpliendo con los más altos estándares de calidad y fiabilidad exigidos en el sector.

3.17. DEPÓSITOS DE EXPANSIÓN Y DE ACUMULACIÓN TÉRMICA O DE INERCIA

Para absorber las dilataciones volumétricas del agua al calentarse o enfriarse dentro de los circuitos cerrados de agua fría y caliente, se ha previsto la instalación de acumuladores hidroneumáticos cerrados.

Se utilizarán depósitos cerrados de expansión con carga fija de gas y vejiga o membrana intercambiable para los circuitos de climatización de agua fría y agua caliente.

El cuerpo del vaso de expansión estará fabricado en acero completamente soldado, contendrá las conexiones hidráulicas y la válvula de carga del gas. La presión de funcionamiento del vaso de expansión será de 6 bar. El tamaño del vaso se determinará en función del volumen de expansión de la instalación.

La vejiga o membrana estará fabricada en caucho butílico y será la que almacene el agua de expansión sin ningún contacto con el aire atmosférico. Este material presenta una permeabilidad más baja que otros materiales y el colchón de aire es permanente y duradero.

El agua del circuito experimentará aumentos y descensos de volumen por el efecto de la temperatura. Este fenómeno hará aumentar y disminuir la presión del circuito en el vaso de expansión. El colchón de aire será el único volumen compresible en toda la instalación y será el encargado de absorber las diferencias de presión producidas.

El dimensionado de los depósitos de expansión se ha realizado tomando en consideración lo que se indica en la norma UNE 100155.

3.18.SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

Aunque este sistema no forma parte del proyecto de las instalaciones de climatización, se ha previsto un llenado y reposición de los circuitos y equipos humectadores de climatización a base de agua de red con un tratamiento de descalcificación.

En el proyecto de fontanería se encuentra detallado todo el sistema de descalcificación utilizado para realizar el tratamiento del agua procedente de la red pública.

3.19.SISTEMAS DE VENTILACIÓN MECÁNICA

Los sistemas de ventilación mecánica que forman parte de este proyecto son los que afectan a las zonas que sí se van a climatizar, tales como habitaciones, consultas, zonas de trabajo, oficinas y habitaciones de uso especial.

Para la climatización de las áreas hospitalarias del presente proyecto se incorporarán unidades fan coil de la serie Carrier 42NH745FE, seleccionadas por su alta eficiencia, bajo nivel sonoro y cumplimiento con estrictos requisitos de calidad ambiental y confort propios del sector sanitario. Este equipo está especialmente indicado para entornos donde la

precisión térmica, la higiene y el control del aire son prioritarios para garantizar el bienestar de pacientes y personal.

El modelo 42NH745FE es una unidad compacta de ventilación y climatización que ofrece control preciso de temperatura y flujo de aire mediante ventilador de velocidad variable y motor eléctrico de bajo consumo energético. Su intercambiador térmico está fabricado con tubos de cobre y aletas de aluminio optimizadas para maximizar la transferencia de calor con el agua suministrada por el sistema hidráulico, permitiendo una respuesta rápida tanto en modo calefacción como refrigeración.

En cuanto a sus características técnicas principales, esta unidad dispone de un caudal de aire nominal de aproximadamente 750 metros cúbicos por hora, adaptable según la configuración requerida. La capacidad térmica se mueve en un rango típico entre 3.5 y 7 kilovatios, dependiendo de las condiciones de operación. Para garantizar el confort acústico en entornos hospitalarios, el nivel sonoro máximo del equipo es de 35 decibelios, asegurando un ambiente silencioso y adecuado para áreas sensibles. El ventilador es de tipo centrífugo, equipado con un motor EC de alta eficiencia y regulación electrónica, lo que permite ajustar el caudal de aire y optimizar el consumo energético. Además, la unidad cuenta con filtros lavables de fácil acceso, facilitando el mantenimiento y contribuyendo a mantener la calidad del aire interior.

Las conexiones hidráulicas del equipo son compatibles con los sistemas hospitalarios estándar y pueden ser aisladas térmicamente para minimizar pérdidas y evitar condensaciones. La alimentación eléctrica es de 230 voltios en monofásico, funcionando a frecuencias de 50 o 60 hertzios, lo que facilita su integración en infraestructuras eléctricas habituales. Para reducir vibraciones y ruidos, la carcasa y los componentes internos están fabricados con materiales específicos que aportan aislamiento acústico y térmico, fundamentales para el confort en espacios sanitarios.

Respecto a las recomendaciones para su instalación en entornos hospitalarios, se aconseja que la unidad se instale preferiblemente en falsos techos o espacios técnicos especialmente diseñados para uso sanitario, garantizando al mismo tiempo la accesibilidad para tareas de mantenimiento sin interferir con la actividad clínica. Se recomienda conectar la unidad a sistemas de control centralizados que permitan la supervisión y programación en tiempo real de los parámetros de temperatura y ventilación, asegurando así condiciones ambientales óptimas. Es fundamental que las conexiones hidráulicas estén debidamente aisladas para evitar condensaciones que podrían comprometer la higiene del área. Asimismo, las unidades deben contar con bandejas de drenaje equipadas con sifón para la evacuación segura y eficiente de condensados, evitando riesgos de contaminación cruzada.

Para mantener la calidad del aire y la seguridad sanitaria, se debe garantizar una limpieza y mantenimiento periódicos de los filtros y componentes internos, siguiendo estrictos protocolos hospitalarios que prevengan la proliferación de bacterias y virus. La instalación eléctrica debe cumplir rigurosamente con las normativas vigentes del sector sanitario, incorporando dispositivos de protección diferencial y aislamiento reforzado, con el fin de asegurar la máxima seguridad eléctrica en estas áreas críticas.

3.20. PRESUPUESTO

	PVP [€]	UDS [-]	TOTAL PRECIO [€]
FCU 42NH745FE	1350	67	90.450
Bomba Stratos MAXO 25/0,5-10 PN 10	978	1	978
EUROCONDENS SGB 400	23.873	2	47.746
Difusor VSD50-3	177	340	60.180
Carrier AquaSnap® 30RBP	27.750	1	27570
Carrier AquaForce® 30XW	32850	1	32850
		Total	259.954

3.21. ALINEACIÓN CON LOS ODS DE LA UE

Este proyecto de climatización ha sido concebido con un enfoque sostenible, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Unión Europea, contribuyendo de forma directa a los siguientes ODS:

- ODS 7: Energía asequible y no contaminante
El sistema de climatización propuesto prioriza la eficiencia energética mediante el uso de equipos de alta eficiencia y tecnologías avanzadas de control. Esto reduce significativamente el consumo eléctrico y, por tanto, las emisiones asociadas a la producción de energía. Esto se ha tenido en cuenta a la hora de elegir los refrigerantes con los que se va a trabajar, siguiendo el consejo de expertos dentro de las marcas fabricantes.
- ODS 9: Industria, innovación e infraestructura
La instalación incorpora soluciones innovadoras en climatización, como sistemas de regulación automática, zonificación inteligente y tecnologías que permiten el mantenimiento predictivo. Estas medidas representan una infraestructura moderna y resiliente, orientada al uso eficiente de los recursos y al aumento del confort en los espacios interiores, promoviendo el desarrollo tecnológico del sector.
- ODS 12: Producción y consumo responsables
Durante la fase de diseño se ha realizado un análisis riguroso para seleccionar equipos y materiales con un menor impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida. Asimismo, se ha optimizado el sistema para minimizar el consumo energético y facilitar su mantenimiento, contribuyendo así a una gestión más responsable y sostenible de los recursos. Esto se traduce en: Generar solo lo necesario mientras se consume lo mínimo inevitable.

En conjunto, este proyecto no solo satisface las necesidades funcionales del edificio, sino que también refuerza el compromiso con una climatización responsable, eficiente y alineada con los principios del desarrollo sostenible promovidos por la Unión Europea.

Capítulo 1. BASE DE CÁLCULO Y CÁLCULOS

ESTUDIO DE CARGAS TÉRMICAS

A continuación, se detalla el listado de cargas térmicas de invierno/verano para los distintos espacios seleccionados. Quedan exentos de calcular aquellos espacios designados como LNC, entre los que se encuentran los siguientes:

- Núcleos de escaleras
- Huecos de ascensor
- Aseos
- Servicios de lavandería
- Cuartos de limpieza
- Pasillos y zonas de tránsito

Quedan de esta manera definidas las cargas térmicas especificadas a continuación para cada uno de los locales climatizables:

1. CARGAS TÉRMICAS DE VERANO

Planta baja	GCT [kCal/h]	Q [m3/h]
Oficina 1	1919	428
Oficina 2	1510	355
Oficina 3	1430	331
Yesos y curas	1535	325
Vest. Urgencias	5055	1224
Estancia médicas	3223	834
Sala urgenciaas	7995	1858
Rehabilitación	4342	1033
Consulta N1	5721	1518
Consulta N2	1593	342
Consulta N3	1518	320
Consulta N4	1518	320
Consulta N5	1518	320
Consulta N6	1518	320
SUMATORIO	49886	12022

Tabla 4 *Planta baja*

Planta Primera	GCT [kCal/h]	Q [m3/h]
HAB 101	2852	583
HAB 102	2856	585
HAB 103	2849	583
HAB 104	2863	587
HAB 105	3070	649
Médico de planta	2446	668
Nido	2137	553
Suite 106	4675	1047
HAB 107	5268	1134
HAB 109	5157	1101
HAB 108	4728	1069
HAB 110	5964	1253
Oficina 1	7623	1754
Oficina 2	1700	331
Consulta N8	1698	330
Consulta N7	1692	328
Escaleras	1568	346
SUMATORIO	82804	18298

Tabla 5 Planta primera

Planta segunda	GCT [kCal/h]	Q [m3/h]
HAB 204	2846	582
HAB 205	2847	504
HAB 206	2855	584
HAB 207	2855	584
HAB 208	3055	645
Médico de planta	2273	622
Suite 209	7127	1899
HAB 210	4850	1212
HAB 211	4257	1084
HAB 212	5112	1196
HAB 213	4666	1131
Suite 201	11974	3059
HAB 202	2951	613
HAB 203	2876	591
SUMATORIO	86850	20546

Tabla 6 Planta Segunda

Planta tercera	GCT [kCal/h]	Q [m3/h]
HAB 304	3105	660
HAB 305	3105	660
HAB 306	3141	671
HAB 307	3163	680
HAB 308	3493	777
Médico de planta	2518	709
Suite 309	6806	1802
HAB 310	5574	1335
HAB 311	4875	1194
HAB 312	5440	1295
HAB 313	4967	1221
Suite 301	12580	3241
Hab 302	3229	697
Hab 303	3229	697
SUMATORIO	76562	18608

Tabla 7 Planta tercera

2. PÉRDIDAS DE INVIERNO

Planta baja	Pérdidas [kCal/h]
Oficina 1	3707,16
Oficina 2	3089,74
Oficina 3	2877,95
Yesos y curas	2899,03
Críticos	1581,13
Vest. Urgencias	9432,63
Estancia médicas	6774,75
Sala urgenciaas	14501,26
Rehabilitación	8168,48
Consulta N1	13045,6
Consulta N2	2971,27
Consulta N3	2810,23
Consulta N4	2810,23
Consulta N5	2810,23
Consulta N6	2810,23
SUMATORIO	110944,64

Tabla 8 Planta baja invierno

Planta Primera	Pérdidas [kCal/h]
HAB 101	5090,94
HAB 102	5024,13
HAB 103	5024,13
HAB 104	5080,5
HAB 105	5548,78
Médico de planta	5474,08
Nido	5083,7
Suite 106	8332
HAB 107	8969,14
HAB 109	8727,58
HAB 108	8493,34
HAB 110	9840,22
Oficina 1	15092,53
Oficina 2	2890,75
Consulta N8	2890,75
Consulta N7	2890,75
SUMATORIO	154930,28

Tabla 9 Planta primera invierno

Planta segunda	Pérdidas
-----------------------	-----------------

	[kCal/h]
HAB 204	5063,76
HAB 205	4492,8
HAB 206	5078,4
HAB 207	5078,4
HAB 208	5524,92
Médico de planta	5151,89
Suite 209	15284,87
HAB 210	9544,94
HAB 211	8541,8
HAB 212	9429,44
HAB 213	8942,34
Suite 201	14000
HAB 202	5207,62
HAB 203	5041,9
SUMATORIO	160222,89

Tabla 10 *Planta segunda invierno*

Planta tercera	Pérdidas [kCal/h]
HAB 304	6010,17
HAB 305	6010,17
HAB 306	6098,35
HAB 307	6098,35
HAB 308	6919,83
Médico de planta	5908,74
Suite 309	14881,67
HAB 310	10939,4
HAB 311	9795,77
HAB 312	10613,74
HAB 313	10035,03
Suite 301	15000
Hab 302	6211,9
Hab 303	6211,9
SUMATORIO	147662,94

Tabla 11 *Planta tercera invierno*

3. DIMENSIONAMIENTO DE REDES DISTRIBUCIÓN DE CONDUCTOS

La distribución de conductos puede verse en detalle en los planos anexos. Se ha elegido una distribución que permita llegar a los lugares climatizados por la vía más eficiente en lo que a gasto de material se refiere.

En la tabla adjunta se especifica el tamaño del pedido a realizar.

	Longitud [m]
Dimensiones [cm]	
10x20	40
10x15	60
15x15	178
15x17	6
15x18	2
15x20	93
15x25	3
15x28	9
15x30	2
15x35	103
15x42	3
20x20	1
20x22	2
20x24	36

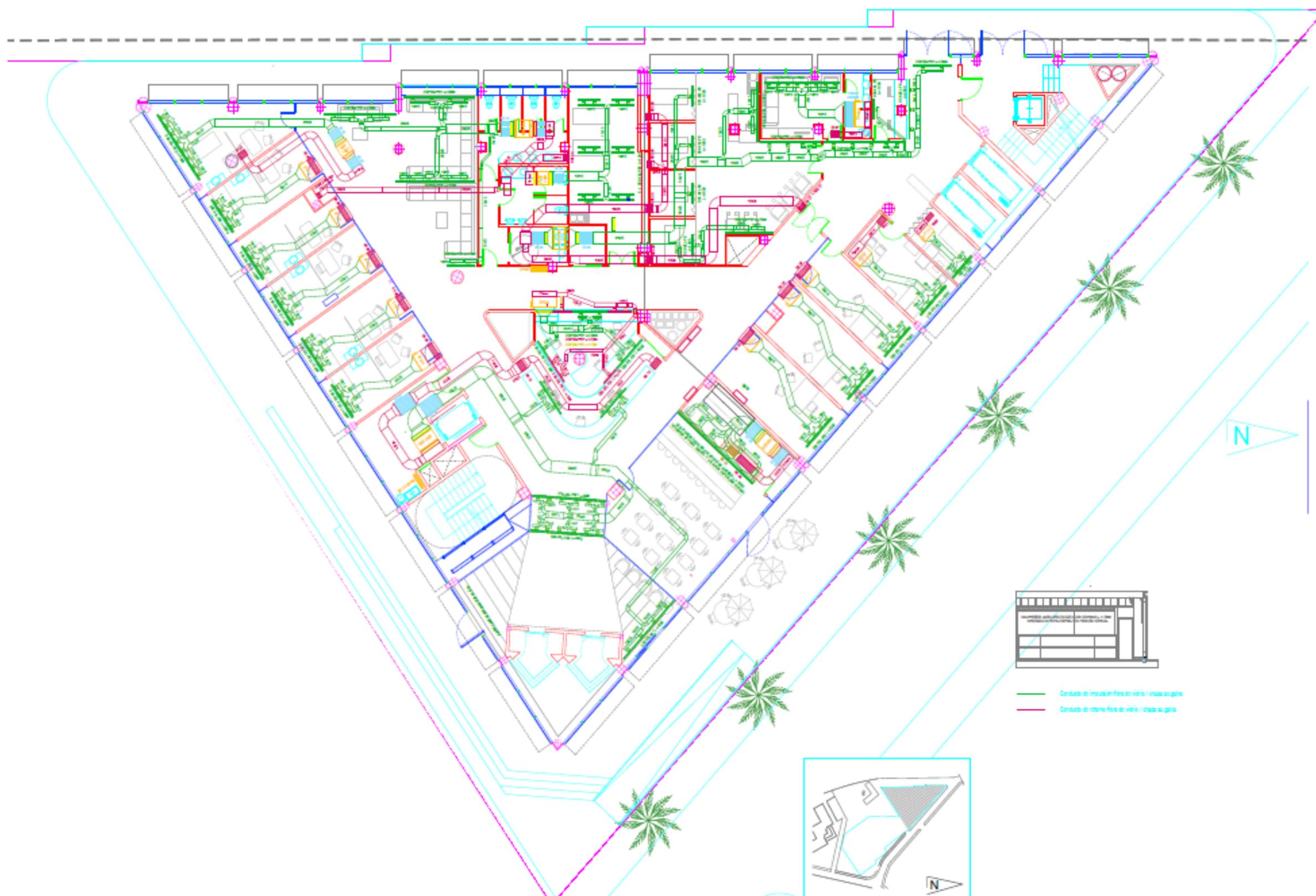
20x32	3
20x36	39
20x37	8
20x45	12
20x62	21
22x25	1
25x25	2
25x28	1
25x31	2
25x34	1
25x37	2
25x39	1
25x42	3
25x49	2
25x54	2
25x56	2
25x58	5
25x64	7

Tabla 12 *Dimensionado red de conductos*

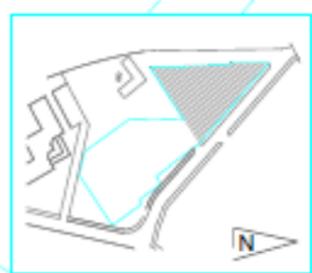
4. DIMENSIONAMIENTO DE RED HIDRÁULICA

Tamaño pedido	Longitud
Díámetro [mm]	[m]
Ø10	38
Ø15	234
Ø20	592
Ø25	362
Ø32	308
Ø40	120
Ø50	181
Ø65	36

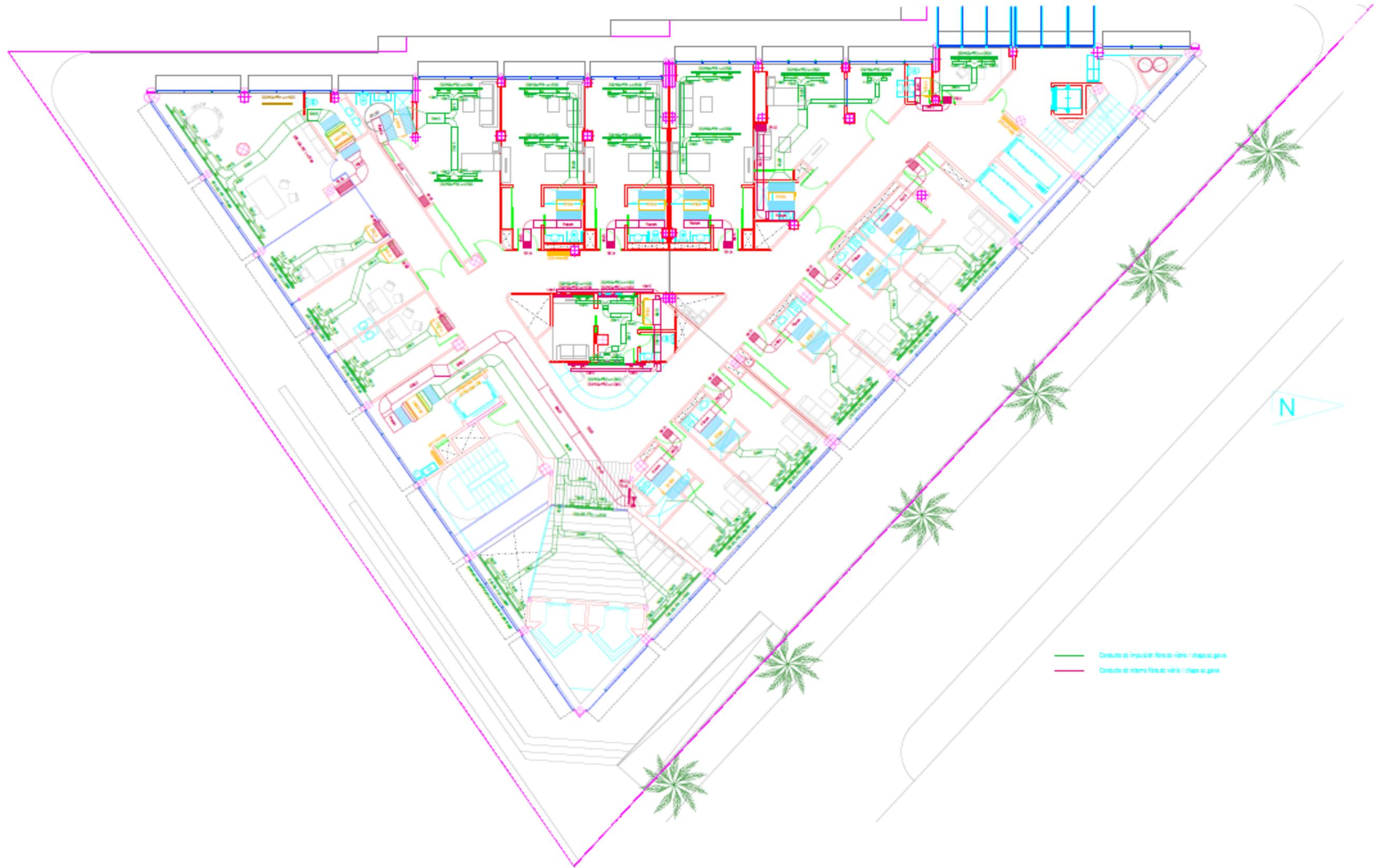
Capítulo 2. PLANOS



— Conducto de impulsión fría de vidrio / agua de plomo
— Conducto de retorno fría de vidrio / agua de plomo

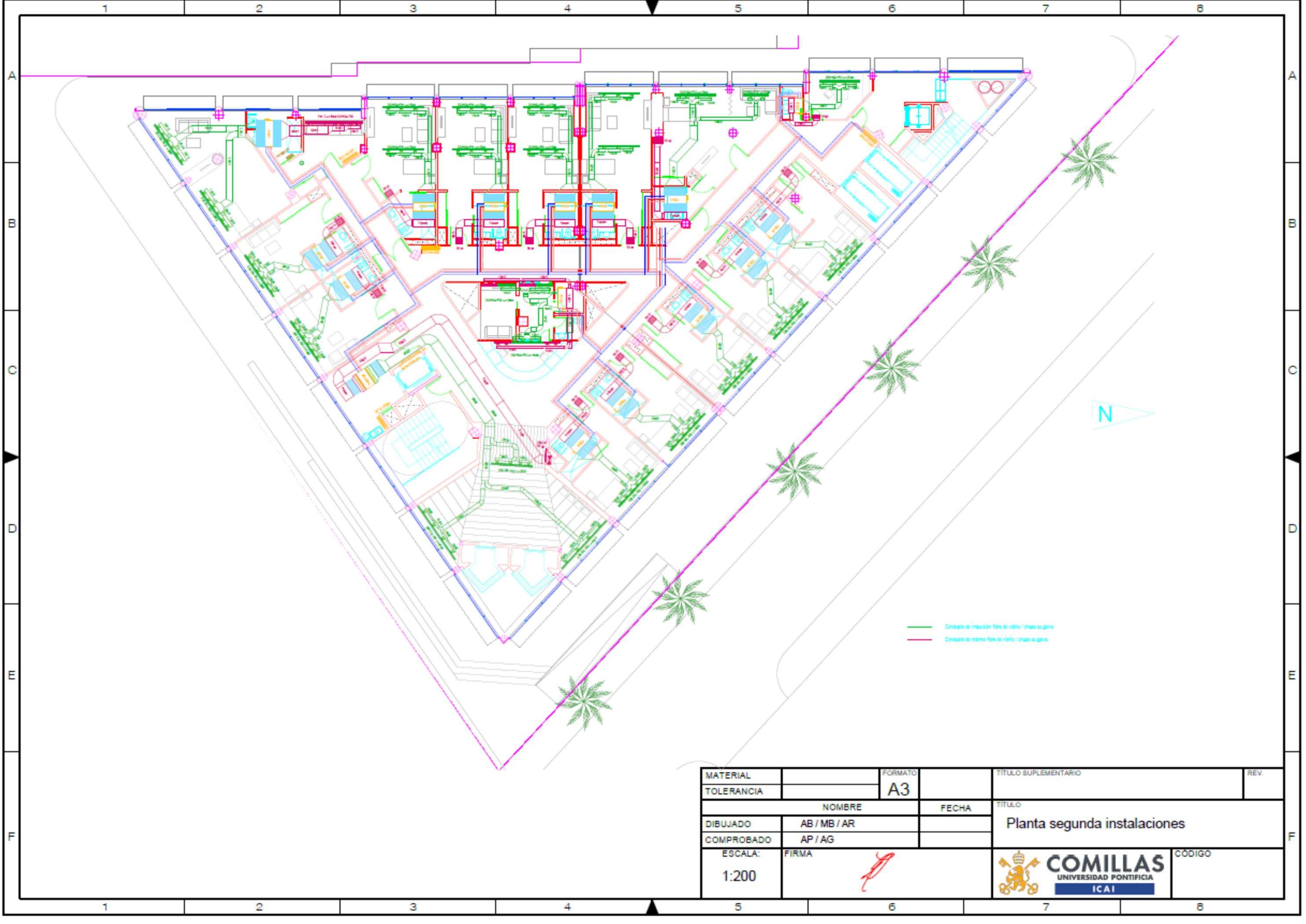


MATERIAL		FORMATO		TÍTULO SUPLEMENTARIO	REV.
TOLERANCIA		A3			
DIBUJADO	AB / MB / AR	FECHA		TÍTULO	
COMPROBADO	AP / AG			Planta baja instalaciones	
ESCALA:	FIRMA			CÓDIGO	
1:200				 COMILLAS UNIVERSIDAD PONTIFICIA ICAI	



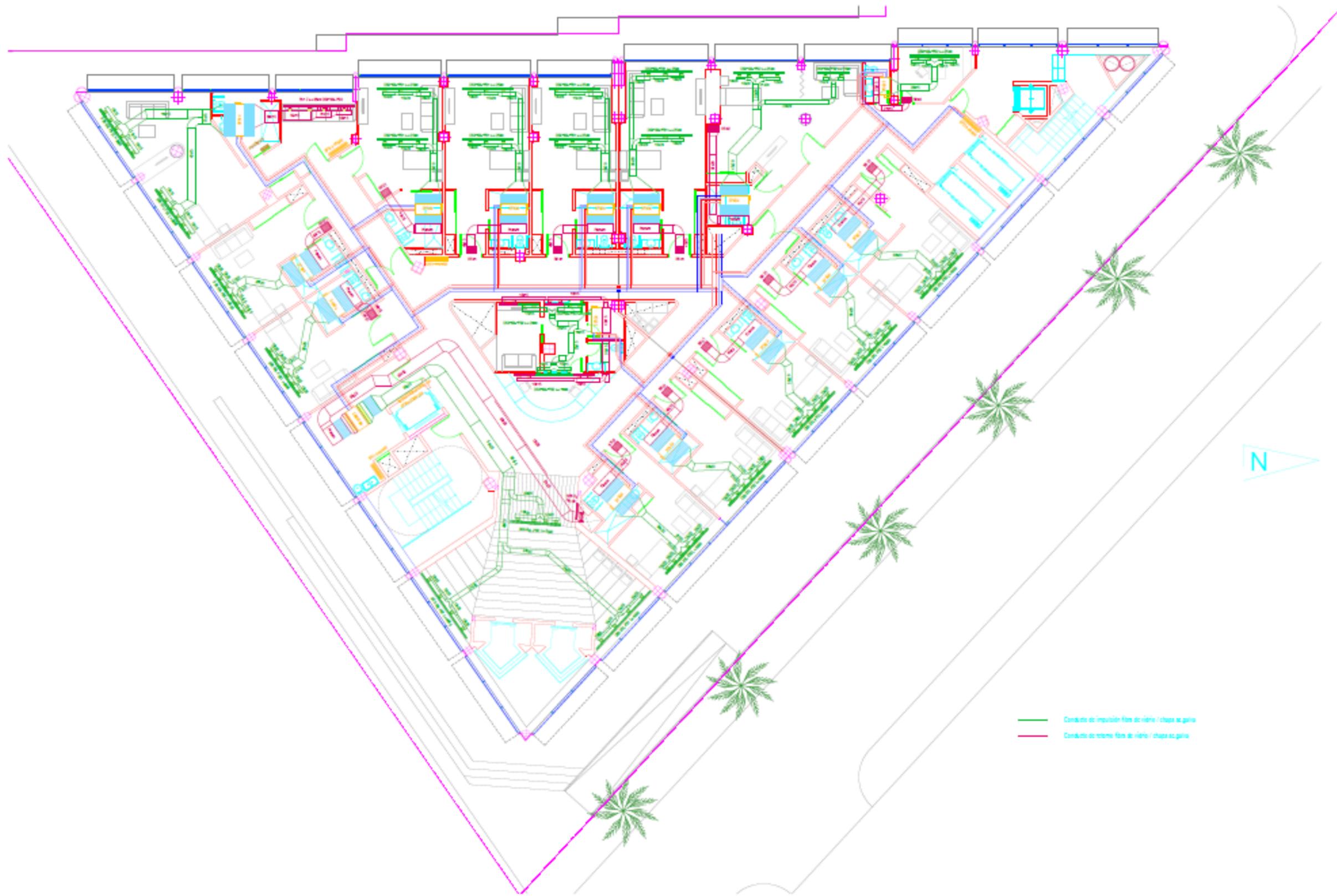
— Conducto de impulsión fibra de vidrio / chapas de gesso
— Conducto de retorno fibra de vidrio / chapas de gesso

MATERIAL		FORMATO		TÍTULO SUPLEMENTARIO	REV
TOLERANCIA		A3			
	NOMBRE	FECHA	TÍTULO		
DIBUJADO	AB / MB / AR		Planta primera instalaciones		
COMPROBADO	AP / AG				
ESCALA:	FIRMA		CÓDIGO		
1:200					



— Conduite de impulsión fiam de vidrio / chapa acople
— Conduite de retorno fiam de vidrio / chapa acople

MATERIAL		FORMATO	A3	TITULO SUPLEMENTARIO	REV.
TOLERANCIA		NOMBRE		FECHA	TITULO
DIBUJADO	AB / MB / AR	Planta segunda instalaciones			
COMPROBADO	AP / AG				
ESCALA:	1:200	FIRMA		 CÓDIGO	



— Conducto de impulsión fría de agua / etapa de agua
— Conducto de retorno fría de agua / etapa de agua

MATERIAL		FORMATO		TÍTULO SUPLEMENTARIO	REV.
TOLERANCIA		A3			
DIBUJADO	AB / MB / AR	NOMBRE		TÍTULO	
COMPROBADO	AP / AG	FECHA		Planta tercera instalaciones	
ESCALA:	FIRMA				CÓDIGO
1:200				 COMILLAS UNIVERSIDAD PONTIFICIA ICAI	

Capítulo 3. PLIEGO DE CONDICIONES

C.17. Instalación de Climatización

C.17.1. MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA

Tuberías y accesorios

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las redes de agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Se ejecutará el replanteo de cada ramal de tubería con arreglo a los planos del Proyecto levantándose una planta y un perfil longitudinal de replanteo, procediéndose a su presentación para la confrontación y aprobación de la Dirección de Obra, requisito sin el cual no podrán comenzar los trabajos. En todo caso se dispondrá siempre de manera que la instalación quede protegida en todo momento contra heladas o calentamientos excesivos.

Se suministrarán todas las tuberías, accesorios y soportería que se muestren en los planos, o se requieran para el perfecto funcionamiento de las instalaciones y de acuerdo con las especificaciones y normas aplicables.

Todas las tuberías se instalarán de forma que presenten un aspecto rectilíneo, limpio y ordenado, usándose accesorios para los cambios de dirección y dejando las máximas alturas libres en todos los locales con objeto de no interferir con las instalaciones de otro tipo particularmente las eléctricas y de iluminación.

Las rozas y encuentros con la construcción se efectuarán atendiendo rigurosamente a los tendidos indicados en los planos y si se produjeran daños en el edificio, equipos, otras conducciones, etc., los mismos se repararán por expertos del ramo correspondiente corriendo el gasto derivado de las mismas a cuenta del contratista.

No se aceptarán suspensores de cadena, fleje, barra perforadora o de alambre. El Contratista, quien suministrará el equipo y aparatos necesarios para los ensayos y pruebas de las diversas redes, comprobará todos los sistemas de tuberías de fecales y ventilación, mediante ensayos que serán aprobados por escrito por la Dirección de la Obra antes de su aceptación.

El montaje deberá ser de primera calidad y completo. Siempre que sea posible, las tuberías deberán instalarse paralelas a las líneas de edificio, a menos que se indique de otra forma. En la alineación de las tuberías no se admitirán desviaciones superiores al 2 por mil. Toda la tubería, válvulas, etc., deberán ser instaladas suficientemente separadas de otros materiales y obras. Serán instaladas para asegurar una circulación del fluido sin obstrucciones, eliminando bolsas de aire y permitiendo el fácil drenaje de los distintos circuitos. Para ello se mantendrán pendientes mínimas de 5 mm/m. en sentido ascendente para la evacuación de aire o descendente para desagüe de punto bajo. Cuando limitaciones de altura no permitan la indicada pendiente, se realizará escalón en tubería con purga normal en el punto alto y desagüe en el bajo, estando ambos conducidos a sumidero o red general de desagües. Se instalarán purgadores de aire en los puntos más altos y drenajes en los puntos más bajos, quedando incluido en el suministro las válvulas de bola, tubería de purga, desagüe, colector abierto de desagües de purgas, botellones y en general todos los elementos necesarios hasta el injerto en bajantes, red de desagües o sumidero. El diámetro mínimo de la tubería de desaire será de 3/8" en general y 3/4" en verticales.

La tubería será instalada de forma que permita su libre expansión, sin causar desperfectos a otras obras o al equipo, al cual se encuentre conectada equipándola con suficientes dilatadores o liras de dilatación y anclajes deslizantes. Los recorridos horizontales de las tuberías de agua deberán tener una inclinación ascendente, realizada por medio de reducciones excéntricas en las uniones en las que se efectúa un cambio de diámetro.

Las tuberías de drenaje deberán tener una pendiente descendente en la dirección del agua de 10 mm. por metro lineal y en ningún caso esta pendiente será inferior a 6 mm. por metro lineal en cuyo caso deberá comunicarlo a la Dirección para la determinación oportuna.

Las tuberías deberán ser cortadas exactamente y en las uniones, tanto roscadas como soldadas, presentarán un corte limpio sin rebabas.

En estas últimas los extremos de las tuberías se limarán en chaflán para facilitar y dar robustez al cordón de soldadura. En las uniones embridadas se montará una junta flexible de goma, Klingerit o el elemento adecuado al fluido trasegado.

Una vez recibidas en obra, y antes de su correcto acopiaje, las tuberías de acero negro (forjado o estirado) serán pintadas con una primera capa de minio. Si se acopiasen en exteriores, las pilas deberán estar cubiertas con lonas o plásticos. Durante el montaje, los extremos abiertos de las tuberías deberán estar protegidos.

Las secciones serán circulares con espesores uniformes. Los defectos superficiales tales como huecos o rayas, serán examinados para apreciar su importancia. Caso de rectificación, el espesor deberá mantenerse dentro de una tolerancia de -12,5% del espesor nominal.

No se admitirán en los tubos, grietas o apliques de laminado, abolladuras, rayas, depresiones o corrosión que puedan afectar a la resistencia mecánica del tubo, asperezas o escamas internas visibles, huellas de grasa, productos de revestimiento, pintura o retoques de cualquier clase en su interior, etc.

La unión de tubos, codos, " T ", etc. se realizará por soldadura adecuada admitiéndose la unión roscada o embridada para válvulas y otros accesorios. Las uniones de tramos de tubería galvanizada serán roscadas, no permitiéndose la soldadura.

Las separaciones, en masillados o recargas para soldadura están prohibidos. No se admitirá en los extremos, en una longitud de 100 mm ningún defecto que pueda dañar el ensamblado correcto de los tubos.

Como norma general se procurará siempre que sea posible, el curvado en frío de la tubería, en vez de la instalación de codos.

Las roscas se pintarán con minio y en la unión (roscada o embridada) se emplearán juntas de estanqueidad.

En todos los puntos deberán poderse apretar o soltar los tornillos de bridas, juntas, etc., con facilidad.

El adjudicatario tendrá entera responsabilidad respecto de las consecuencias directas o indirectas de la presencia de materiales de origen mineral u orgánico eventualmente abandonados en la canalización. Cuando el personal interrumpa la obra, las extremidades libres de la conducción serán cerradas por tapones de plástico herméticos.

Todos los cortes por soplete serán ejecutados mediante dispositivo de guía; se terminarán con muela o lima si presentan irregularidades incompatibles con la ejecución de la pasada de fondo.

No se admitirá el calentamiento de la tubería para remediar defectos de alineación en obra.

No se realizará ningún doblado con temperaturas de metal inferiores a 16°C.

En los lugares en que se coloquen codos o " T ", se sujetarán éstos a ambos lados, de forma que no puedan ser expulsados. No se considerará suficiente la sujeción de las juntas.

No se permitirá la soldadura al soplete.

En la ejecución de soldaduras se cumplirán las siguientes condiciones:

- Las soldaduras serán ejecutadas por soldadores de primera categoría, con certificado oficial y supervisión efectiva.
- Si es preciso se exigirá la limpieza interior del tubo metálico por paso de una escobilla, sus extremidades calibradas serán verificadas con la ayuda de un tapón calibrado. El tubo será alineado de forma que su eje se confunda con el precedente y las extremidades a soldar serán mantenidas en sitio durante el punteo. No será tolerado ningún desnivel de los bordes, superior a 1,2 mm.
- El juego entre los dos tubos deberá ser tal que, en la ejecución de la soldadura, la fusión del metal de base interese todo el espesor de su pared. Los accesos de la

soldadura serán librados de toda traza de cuerpos de origen mineral u orgánico. Ninguna gota de soldadura será tolerada en el interior del tubo.

Al finalizar el montaje de toda la red de tuberías, estando cerrados los circuitos con las máquinas primarias y terminales, se procederá a la siguiente forma:

- Llenado de la instalación y prueba estática conjunta a vez y media la presión de trabajo (mínimo 600 KPa).
- Llenado de la instalación con disolución química para eliminar grasas y aceites.
- Llenado de la instalación con agua dosificada anticorrosiva, verificación de niveles y puesta en marcha de bombas.
- Vaciado por todos los puntos bajos.
- Limpieza de puntos bajos y filtros de malla.

En las acometidas a bombas, la identificación al diámetro de acometida se realizará con reducción tronco-cónica concéntrica de 30°. En la curva de aspiración se dispondrá un punto de desagüe salvo que exista en la parte inferior de la carcasa de la bomba.

- Las conducciones, salvo indicación expresa en planos, presupuesto o especificaciones técnicas, serán en tubería de acero negro sin soldadura, llevando impresa la contraseña DIN 2440 o UNE-19040.
- Los accesorios serán de fundición maleable para diámetros inferiores a 2" y de acero forjado para diámetros de 2" y superiores. La tubería irá pintada con 2 manos de minio.
- Todas las tuberías se suministrarán habiendo recibido la debida imprimación y con las superficies interiores limpias y sin óxidos. Cada uno de los extremos se cerrará para evitar el deterioro de la superficie interior. Las tuberías que no cumplan con esta especificación se podrán retirar del emplazamiento del trabajo hayan sido o no instaladas.
- Los codos soldados serán de radio largo. Los accesorios soldados a tope tendrán las mismas presiones de rotura que las tuberías.

Soportes de tuberías

La tubería será soportada de forma limpia y precisa. Los soportes se construirán con perfiles normalizados y su sujeción se realizará con varillas roscadas de acero cadmiado, fuertemente fijadas a la estructura del edificio cuando se trate de tuberías fijadas al techo.

Cuando las tuberías han de ser fijadas en paredes verticales, la soportería se realizará mediante la fijación de pies de perfiles normalizados fijados a la pared por medio de soldaduras a placas de anclaje ya previstas en la estructura y en su defecto por tiros. Los dos perfiles se unirán por medio de un tercero transversal que soporte la tubería mediante un asiento deslizante aprobado por la Dirección Técnica.

En ningún caso se permitirá el uso de flejes, alambres o cadenas como colgadores de

tuberías.

Los puntos fijos y deslizantes de la tubería serán realizados de forma adecuada y llevarán la aprobación de la Dirección Técnica.

Las varillas serán fijadas a encastrados recibidos en los techos. Los elementos de guiado y anclaje de tubería serán incombustibles y robustos.

Los soportes serán de abrazadera. Los soportes estarán distanciados, por norma general, 2 m. para tuberías hasta 1½" y 3 m. para tuberías mayores de 1½". El soporte de las tuberías se realizará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tramos a tuberías, dejando libres las zonas de posible movimiento, tales como curvas, etc. La unión entre soporte y tubería se realizará por medio de elemento elástico. Las varillas de suspensión de los soportes serán, por norma general, de los diámetros siguientes:

TUBERÍA	VARILLA
Hasta 2"	3/8"
De 2 2/1 a 3"	1/2"
De 4 a 5"	5/8"
De 6"	3/4"
De 7" en adelante	7/8"

Las máximas luces permitidas, en caso de que las anteriores condiciones no fueran posibles, para tubería de acero serán, como se muestra en la siguiente tabla, según norma UNE 100-152, referida en la ITE 05.2.7 del RITE.

DIÁMETRO NOMINAL TUBO		LUZ MÁXIMA M.		DIÁMETRO MÍNIMO DE VARILLA
MM	PULGADAS	VERTICAL	HORIZONTAL	
10	3/8"	2,5	1,5	M8
15	1/2"	2,5	1,7	M8
20	3/4"	2,5	1,9	M8
25	1"	2,5	2,1	M8
32	1¼"	2,5	2,4	M8
40	1½"	2,5	2,5	M8
50	2"	2,5	2,8	M8
65	2½"	2,5	3,1	M8
80	3"	2,5	3,4	M10
100	4"	2,5	3,8	M12
125	5"	2,5	4,1	M12
150	6"	5,0	4,4	M16
200	8"	5,0	4,9	M²0
250	10"	5,0	5,3	M²4
300	12"	5,0	5,8	M³0
350	14"	5,0	6,0	M³0
400	16"	5,0	6,4	M³6
450	18"	5,0	6,6	M52
500	20"	5,0	6,8	M52
550	22"	5,0	7,2	M52
600	24"	5,0	7,6	M52

En caso de que un grupo de tuberías se soporte de forma común, la máxima luz permitida está determinada por el tubo más pequeño.

Cuando dos o más tuberías tengan recorrido paralelos y estén situadas a la misma altura, podrán tener un soporte común suficientemente rígido, seleccionando las varillas de suspensión, teniendo en cuenta los pesos adicionales y la aplicación como mínimo, de lo indicado en la tabla que se refleja

a continuación Los extremos de las varillas serán roscados de 500 mm. como mínimo, para permitir regulación en altura

de las tuberías. Irán pintados con dos manos de minio.

ROSCA MÉTRICA ISO	M6	M8	M10	M12	M16	M ²⁰	M ²⁴	M ³⁰
CARGA MÁXIMA (KG)	110	210	340	500	950	1450	2100	3300

La soportería de la instalación deberá coordinarse con el contratista de obra civil.

Las tuberías de circulación de agua a baja temperatura serán provistas de soportes que permitan la continuidad del aislamiento. Para tal fin, el aislamiento será abrazado por un manguito de chapa al cual se fijará el soporte.

Los planos de montaje incluirán:

1. Sistemas de soporte.
2. Puntos de soporte de los equipos de peso importante. Se indicará el peso que se va a soportar desde cada punto.
3. Puntos de soporte de tuberías de 125 mm de diámetro o superiores. Se indicará el peso que se va a soportar desde cada punto.
4. Cuando se instale soportería para múltiples tuberías (bajo este u otro contrato) se indicará el peso total.
5. Téngase en cuenta que los equipos soportados no se limitan a los conectados a las tuberías, sino que también se incluyen ventiladores u otros.
6. La indicación de los pesos, se podrá evitar únicamente si se emite un método general y es aprobado por escrito por la Dirección Facultativa
7. La Dirección Facultativa debe aprobar el método de soporte antes de comenzar el trabajo.

Manguitos pasamuros y discos-tapa

Siempre que la tubería atraviese obras de albañilería o de hormigón, será provista de manguitos pasamuros para permitir el paso de la tubería sin estar en contacto con la obra de fábrica. Estos manguitos serán de un diámetro suficientemente amplio para permitir el paso de la tubería aislada sin dificultad y quedarán enrasados en los pisos o tabiques en los que queden empotrados. En paredes exteriores y pisos serán de acero negro y en el resto serán galvanizados.

El espacio entre el manguito y el tubo se rellenará del material apropiado y en función del tipo de partición atravesada: sector de incendio, partición estanca al agua, sometiéndose a la aprobación de la Dirección Facultativa.

Los pasamuros serán de acero galvanizado, disponiéndose un disco central en caso de particiones estancas al agua. El espacio máximo entre el pasamuros y la tubería será de 15 mm. en caso de forjados, separaciones entre sectores de incendios, muros

y 40 mm. en los demás casos. Su longitud, será siempre igual o mayor que la pared atravesada, incluido acabados y aislamientos. Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm. de la parte superior de los pavimentos. En el caso de suelos impermeabilizados se extenderá 50 mm. sobre el nivel del suelo acabado.

El propósito de los discos-tapa es mejorar el aspecto de la instalación. Se incluirán discos-tapa en todos los pasamuros vistos, siendo de aluminio y cromados en espacios acabados.

Tuberías de acero

Todas las tuberías cumplirán los requisitos que a continuación se indican:

- Las designaciones, espesores, tolerancias, etc., se ajustarán a las normas siguientes:

Tuberías hasta 6". Según norma DIN 2440

Tuberías de 6" y superiores. Según norma DIN 2448.

Curvas y accesorios según normas de su tubería correspondiente.

- El hierro presentará una estructura fibrosa, con una carga de rotura a la tracción superior a 40 Kg/cm² y un alargamiento mínimo del 15%. En los ensayos de curvado de tubo a 180° con un radio interior de cuatro veces su diámetro, no se apreciarán fisuras ni pelos aparentes.

- La tubería deberá haber sido probada en fábrica a una presión de 50 Kg/cm². En obra serán probadas a una presión doble de la prevista como trabajo, con un mínimo de 6 Kg/cm².

- Cumplirán en cualquier caso los mínimos exigidos por la normativa UNE (19040 ó 19041).

- Los materiales de las tuberías y su montaje se realizarán de la siguiente forma: Tubería de agua caliente o fría en circuito cerrado

Acero forjado para diámetros inferiores a 6" con accesorios y uniones roscadas para tubería de 2" e inferiores. Acero estirado para diámetros de 6" y superiores, con uniones soldadas o embridadas según determine la Dirección de Obra. Las tuberías comprendidas entre el diámetro 2" y el diámetro 6", tendrán las uniones soldadas, quedando el uso de la rosca, la soldadura o la brida para curvas y accesorios al juicio de la Dirección de Obra.

Tuberías de circuito de condensación, desagüe o circuitos abiertos

En acero galvanizado, con todas las uniones y accesorios con rosca para diámetros de 2" e inferiores y soldados, embridados o roscados según determine la Dirección de obra para diámetros superiores a 2". En caso de soldadura, inmediata a la aplicación de la misma, deberá limpiarse y pintarse con doble capa de pintura antioxidante. Las piezas o figuras especiales, una vez conformadas deberá galvanizarse de nuevo.

Tuberías de cobre

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las tuberías de cobre para circuitos de calefacción de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades previstas en documentos de proyecto.

La tubería de cobre estará de acuerdo con las mínimas calidades exigibles en las normas UNE 37107, 37116, 37117 y 37141.

Se utilizará tubo rígido para la distribución de A.C.S. Se podrá usar tubo de cobre recocido para diámetros inferiores a 18 mm cuando se requiera curvarlo o empotrarlo y sólo dentro de los locales húmedos.

Se utilizará como mínimo un espesor de pared de 1 mm, siendo la tubería y accesorios estancos a una presión mínima de 20 atm.

Las uniones de los tubos de cobre a piezas especiales se realizara mediante manguitos o juntas a enchufe, soldados por capilaridad.

Cuando la tubería de cobre deba ser empotrada se la protegerá con tubo flexible corrugado plástico y cuando discurra por falsos techos, falsos suelos o vista se deberá aislar mediante coquilla de polietileno expandido de espesor mínimo 10 mm.

Tuberías de cobre frigorífico

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las tuberías de cobre para circuitos de refrigerante en equipos partidos (split) de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades previstas en documentos de proyecto.

Las tuberías de cobre frigorífico darán servicio a la conducción de refrigerante tanto en estado líquido como en estado gaseoso. La tubería deberá ser capaz de resistir una presión de 24 kg/cm² y se probará a estanqueidad con una presión equivalente a 1,5 veces la presión de diseño.

Los accesorios utilizados serán para soldadura por capilaridad mediante varilla de aleación con un 30% de plata.

En todos los casos la tubería se aislará mediante aislamiento conformado flexible que funcione a su vez como barrera de vapor, con las características y espesores fijados en el apéndice 03.1 del RITE.

Cuando la tubería deba ser empotrada se la protegerá con tubo flexible corrugado de PVC, previendo las holguras para la dilatación y/o contracción según variaciones de temperatura.

Cuando la conducción vaya recibida a los paramentos o forjados, ésta se sujetará mediante grapas de latón con anillo de goma entre éstas y la tubería y separación entre ellas no mayor de 400 mm.

Cuando la tubería atraviese muros, tabiques o forjados, se recibirá con mortero de cal un manguito pasamuros de fibrocemento, con holgura mínima de 10 mm y se rellenará

el espacio libre con masilla plástica.

En todo caso se ejecutará según NTE-IFF y según instrucción MI-IF 005 del Reglamento de seguridad de plantas e instalaciones frigoríficas.

Tuberías de PVC

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las tuberías de PVC de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades previstas en documentos de proyecto.

Las tuberías de evacuación de aguas residuales y fecales colgadas del techo o colocadas verticalmente serán constituidas por tubos lisos y accesorios de cloruro de vinilo no plastificado, inyectado siendo de material termoplástico constituido por resina de policloruro de vinilo técnicamente pura (menos del 1% de impurezas) en una proporción no inferior al 96% y sin plastificantes. Deberá reunir todos los condicionantes exigidos en la norma UNE 53.114 (parte I y II), debiéndose presentar documentación acreditativa de haber superado, satisfactoriamente, todos los ensayos solicitados en dicha normativa, y de forma especial los funcionales y de estanqueidad.

Las tuberías se cortarán empleando únicamente herramientas adecuadas (cortatubos o sierra para metales). Después de cada corte, deberán eliminarse cuidadosamente, mediante lijado, las rebabas que hayan podido quedar tanto interior como exteriormente. Todos los cortes se realizarán perpendiculares al eje de la tubería.

En ningún caso se podrán montar tuberías con contrapendiente u horizontales (pendiente cero).

Bajo ningún concepto se manipulará ni curvará el tubo. Todos los desvíos o cambios direccionales se realizarán utilizando accesorios estándar inyectados. Todos los accesorios así elaborados, irán provistos, exteriormente, de cartelas soldadas que refuercen su conformación.

Las tuberías tendrán un espesor de pared mínimo de 3,2 mm. siendo la presión de trabajo de 4 Kg/cm² en el caso de desagüe gravitacional y de 10 Kg/cm² en el caso de tubería a presión. En cualquier caso cumplirán las normas UNE 53 110, 53 112 y 53 114.

Todos los accesorios serán fabricados por inyección y deberán ser de bocas hembras, disponiéndose externamente de una garganta que permita el alojamiento de una abrazadera que, sin apretar el accesorio, pueda determinar los puntos fijos, la configuración de sus bocas permitirá el montaje, en cualquiera de ellas y donde fuese necesario, del accesorio encargado de absorber las dilataciones. Para tuberías verticales las uniones se podrán hacer por encolado o junta tórica. Para tuberías horizontales las uniones se harán siempre por encolado, debiendo colocarse juntas de expansión en número adecuado para absorber las dilataciones.

Será imprescindible que todos los accesorios, de cambio direccional, inyectados (codos y tes), dispongan de un radio de curvatura no inferior a 1,5 veces su diámetro.

La unión entre accesorio y tubería se hará preferiblemente por soldadura en frío aunque la dirección de obra podrá aceptar en casos particulares la unión por junta

deslizante. Las primeras se realizarán desengrasando y limpiando previamente las superficies a soldar, mediante líquido limpiador, aplicándose a continuación el correspondiente líquido soldador en tubo y pieza. Para el segundo tipo de unión en las juntas deslizantes deberá utilizarse el lubricante específico que permite el montaje y garantiza la autolubricación.

Bajo ningún concepto se manipularán los accesorios estándar.

Todos los elementos metálicos, excepto abrazaderas, serán de acero inoxidable, (tapa de bote sifónico, sumideros, tornillería, etc.) e irán protegidos, con una película plástica, hasta su puesta en servicio.

Para compensar dilataciones, se utilizarán juntas de dilatación, dispuestas de tal forma que en la longitud de tubo prevista exista sólo un punto fijo, constituido por una abrazadera cerrada por el tubo o empotramiento. Las otras abrazaderas deben permitir el libre movimiento de los tubos. La separación entre juntas de dilatación se ajustará al criterio del fabricante. Se podrá igualmente conectar juntas de dilatación en injertos y accesorios. En largos tramos rectos, donde se estimen variaciones de temperatura, se instalará como mínimo una junta elástica cada 4 m.

Para soportar las tuberías suspendidas, se utilizarán abrazaderas de acero galvanizado con manguito de caucho sintético o goma, situadas a la distancia recomendada por el fabricante. En el caso de no disponer de esta información, la distancia máxima entre soportes para tuberías horizontales será de 700 mm. para tubos de 50 mm. o menores y de 500 mm. para tubos mayores, y para tuberías verticales de 1.500 mm.

Las tuberías deben ser colocadas sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc.

Estas se apilarán convenientemente sobre una superficie plana, evitando flechas importantes y con una altura no superior a 1,5 m.

La tubería de PVC, en caso de tener que estar a la intemperie por largo tiempo, deberán protegerse de los rayos solares.

La tubería deberá ser capaz de trabajar sin sufrir ningún tipo de cambio de color, estrechamiento o alargamiento y en general cualquier otro tipo de alternación hasta una temperatura de 60°C.

Tendrán una elasticidad tal que permita un buen comportamiento a golpes, admita desviaciones de alineación en el montaje y siga sin rotura los movimientos de asiento de los edificios.

En el paso de tubos a través de forjados, mampostería, paredes, etc., se utilizarán pasamuros de dimensiones adecuadas.

El espacio entre el tubo y el pasamuros será rellanado con masilla apropiada. Esta debe sellar completamente el espacio, y al mismo tiempo, permitir el movimiento de la tubería.

Los pasamuros deberán instalarse antes de que los pisos y paredes y el contratista será responsable del costo de albañilería cuando haya que instalarlos posteriormente a la terminación.

Las pruebas de estanqueidad se realizarán durante un período mínimo de 15 min. a una presión igual a 1,5 veces la presión de trabajo, siendo ésta como mínimo de 3 mm. de columna de agua.

Para su realización será necesario evacuar el aire contenido en la instalación mediante el empleo de ventosas y válvulas de purga.

En general se utilizará este tipo de tubería para los sistemas de desagüe de condensado, en cuyo caso todos los equipos conectados (fancoils, climatizadoras, equipos autónomos, ...) deberán disponer de sifón individual adecuado. Cuando la Dirección Facultativa autorice expresamente la instalación de sifones colectivos por grupos de equipos dichos sifones serán registrables.

Tuberías de polietileno reticulado

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las tuberías de polietileno de alta densidad reticulado de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades previstas en documentos de proyecto.

La tubería de polietileno reticulado se utilizará para la instalación de placas radiantes de suelo. Se instalará embebido en el hormigón sobre placas de aislamiento. No se admitirán uniones entre tramos de tubería, debiendo cada circuito constituir un tramo continuo de tubo. Los circuitos se unirán a la distribución de agua mediante colectores de distribución, a los cuales se unen por medio de racores, detentores y válvulas.

La tubería tendrá las siguientes características físicas: Masa

volumétrica: 0,944 g/cm³ según NFT 54002 Conductividad

térmica: 0,35 W/K según DIN 56612 Coeficiente de dilatación:

0,19 mm/m K según DIN 53752

Clasificación al fuego: M4 según CSTB

Alargamiento a la rotura: 375% según ISO R527

Contracción al calor: 1,3% según ISO 2506

Temperatura máxima: 90°C

Radio mínimo de curvatura: 6,5 x diámetro exterior Resistencia

a 20°C: 9,87 MPa según ATEC de CSTB

a 40°C: 7,05 MPa según ATEC de CSTB a

60°C: 6,45 MPa según ATEC de CSTB a 90°C:

3,90 MPa según ATEC de CSTB

Las características dimensionales de la tubería de polietileno reticulado serán:

DN	Designación comercial	Espesor	Masa métrica	Contenido en agua
----	-----------------------	---------	--------------	-------------------

Diám. (mm)	Ext. (mmxmm)	pared (mm)	media (g/m)	(dm ³ /km)
8	6 x 8	1,0 (-0,+0,3)	25	28,2
10	8 x 10	1,0 (-0,+0,3)	30	50,2
12	10 x 12	1,1 (-0,+0,4)	42	75,4
16	13 x 16	1,5 (-0,+0,4)	72	132,6
20	16 x 20	1,9 (-0,+0,4)	111	205,9
25	20 x 25	2,3 (-0,+0,4)	175	326,8

La losa de hormigón que constituirá el solado será flotante con respecto al resto de la estructura y tabiquería del edificio. Para ello se colocarán las mencionadas placas de aislamiento inferior y tiras de aislamiento periférico.

Las características de este aislamiento serán las siguientes:

Material: poliestireno expandido

Densidad: 25 kg/m³

Conductividad térmica: 0,041 w/m°C

Las placas de aislamiento inferior serán de 35 mm de espesor con tacos moldeados en la propia placa para hacer posible la colocación de los tubos con pasos de 10, 20, 30 y 40 cm. El tubo se fijará a la placa mediante sistemas de amarre tipo grapa o similar. Las placas se colocan a matajunta para la eliminación de puentes térmicos.

El aislamiento periférico se realizará mediante tiras de 100mm de altura y 5 mm de espesor, colocadas en todo el perímetro del solado.

La placa de hormigón tendrá un espesor nunca inferior a 55 mm. Cuando por exigencia de resistencia sea necesario colocar armadura, ésta se colocará en la parte superior de la placa. El hormigón que la constituye deberá poseer condiciones de fluidez y plasticidad para aumentar sus características mecánicas frente a cambios de temperatura. Para ello se utilizarán aditivos fluidificantes y plastificantes reductores de agua con efecto retardador de fraguado, con una dosificación del 1% en peso de cemento.

La composición del mortero de la placa deberá ser similar al siguiente:

Componentes	Dosificación por m ³
Cemento CPJ 45	400 kg
Áridos	
Gravillón de 3/8 ó 5/10	800kg
Arena 0/5	950kg
Agua	Para un cono de 5-7 cm
Aditivo	4 litros

Pintura e identificación

Todos los elementos metálicos no galvanizados, ya sean tuberías, soportes, o bien accesorios, o que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por su fabricante, se les aplicará dos capas de pintura antioxidante a base de resinas sintéticas acrílicas multipigmentadas por minio de plomo, cromado de zinc y óxido de hierro. Las dos manos se darán: la primera fuera de obra y la otra con el tubo instalado.

En las tuberías que lleven aislamiento térmico, antes de la aplicación de este último, deberá procederse a su pintado según lo indicado anteriormente.

El adjudicatario identificará todas las tuberías a través de toda la instalación, excepto cuando estén escondidas y en lugares no accesibles, por medio de flechas direccionales y bandas.

Las bandas y las flechas serán pintadas o en su lugar colocadas cintas de plástico adhesivas. Las cintas de plástico se colocan cuando el tubo esté revestido de aluminio y otro forro.

La identificación de la dirección del flujo en la tubería se realizará por medio de flechas del mismo color que las bandas. Las flechas se instalarán cada 5 m y serán legibles desde el suelo. Las flechas tendrán las siguientes dimensiones:

Para tuberías con diámetro exterior hasta 5" (incluyendo aislamiento si se usa), 25 mm de ancha por 300 mm de longitud de larga.

Para tuberías de 6" y superiores (incluyendo aislamiento si se usa), 50 mm de ancho por 300 mm de longitud.

La marca de pintura elegida será normalizada y de solvencia reconocida. Sólo se admitirán los envases de origen debidamente precintados. No se permitirá el uso de disolventes.

Antes de la aplicación de la pintura deberá procederse a una cuidada limpieza y saneado de los elementos metálicos a proteger.

Accesorios

Compensadores de dilatación.

Se utilizarán en los circuitos de agua caliente y refrigerada. Los compensadores de dilatación han de ser instalados allí donde indique el plano y, en su defecto, donde se requiera según la experiencia del instalador, adaptándose a las recomendaciones del Reglamento e Instrucciones Técnicas correspondientes.

La situación será siempre entre dos puntos fijos garantizados como tales, capaces de soportar los esfuerzos de dilatación y de presión que se originan.

Los extremos del compensador serán de acero al carbono preparados para soldar a la tubería con un chaflán de 37° 30' y un talón de 1,6 mm cuando el diámetro nominal de la tubería sea de hasta 2" inclusive. Para tuberías de diámetro superior, las conexiones serán por medio de bridas en acero al carbono s/normas DIN 2502 ó 2503, según las presiones sean de 6 y 10 ó 16 Kg/cm². Estas bridas irán soldadas a los cuellos del compensador por los procedimientos recomendados para la soldadura de piezas en acero al carbono de espesores medios.

Juntas.

No se utilizará amianto. La presión nominal mínima será PN-10, y soportará temperaturas de hasta 200°C.

Lubricante de roscas.

General: no endurecedor, no venenoso.

Acoplamiento dieléctricos o latiguillos.

Se incluirán acoplamiento dieléctricos o latiguillos en las uniones entre cobre y acero o fundición, tanto en la conducción de impulsión, como en el retorno.

Derivaciones.

Para las derivaciones se pueden usar empalmes soldados. Todas las aberturas realizadas a las tuberías se harán con precisión para lograr intersecciones perfectamente acabadas.

Codos en bombas.

Se suministrarán codos de radio largo en la succión y descarga de las bombas.

Sombreretes.

Se incluirá la protección adecuada para cada una de las tuberías que pasen a través del tejado de acuerdo a las instrucciones de la Dirección Facultativa.

Guías.

Se suministrarán guías, donde se indique y donde sea necesario como en liras, juntas de expansión, instaladas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Termómetros.

Los termómetros serán de mercurio en vidrio, con una escala adecuada para el servicio (divisiones de 1/2 grado) dentro de una caja metálica protectora con ventana de vidrio instalados de modo que su lectura sea sencilla. Otros tipos de termómetros podrán ser utilizados previa aprobación de la Dirección Facultativa.

Puntos de toma de temperatura (dedos de guante): Se incluirán los puntos para toma de temperatura necesarios y/o indicados en planos o especificaciones.

Se instalarán donde se indique y según sigue:

En la impulsión y en el retorno de cada unidad de condensación por agua. En la impulsión y en el retorno de calderas y enfriadoras.

En la entrada y salida de cada torre de refrigeración.

Manómetros.

Los manómetros serán con válvula de aguja de aislamiento en acero inoxidable e inmersos en glicerina. Los rangos de los manómetros serán tales que la aguja durante el funcionamiento normal esté en el medio del dial. La precisión será de al menos el 1%.

Puntos de toma de presión: Se incluirán los puntos de toma con válvula necesarios y/o indicados en planos o especificaciones.

Se instalarán donde se indique y según sigue:

En la descarga y aspiración de cada bomba de circulación de agua.

En el lado de baja y en el lado de alta de las válvulas reductoras de presión. En calderas y enfriadoras.

En los tanques de expansión cerrados.

En el suministro y en el retorno de cada unidad de condensación por agua. Válvulas de seguridad.

Se incluirán todas las válvulas de seguridad indicadas o necesarias (de tarado adecuado) para un funcionamiento completamente seguro y correcto de los sistemas. Durante el periodo de pruebas de la instalación se procederá al timbrado de las

mismas.

Las válvulas de seguridad de alivio serán de paso angular y carga por resorte. Serán adecuadas para condiciones de trabajo de 0 a 120°C y hasta 25 kg/cm².

Los materiales de fabricación serán bronce RG-5 para el cuerpo, vástago, tornillo de fijación, tuerca deflectora y la tobera, latón para el cabezal y obturador, acero cadmiado para el resorte y PTFE para la junta.

Purgadores de aire.

Cuando sea necesario, y con el fin de disponer de una instalación silenciosa y evitar formación de cámaras de aire se dispondrá la tubería con pendiente ascendente hacia la dirección de flujo. Las derivaciones se harán de tal modo que se eviten retenciones de aire y se permita el paso libre del mismo. Se incluirán purgadores de aire manuales o automáticos en todos los puntos altos, particularmente en los puntos más elevados de los montantes principales así como en todos los puntos necesarios, teniéndose especial cuidado en los retornos (ascensos, codos ascendentes). Se evitarán codos ascendentes de 90 grados sustituyéndose por codos de 45 grados.

En el caso de que, una vez que las redes estén en funcionamiento, se den anomalías por presencia de aire en la instalación, se instalarán nuevos empalmes, purgadores, válvulas según se considere necesario y sin costes extra. Si se deben realizar trabajos que requieran rotura, y reposición de acabados, el contratista se hará cargo de los gastos generados.

Se incluirán, además de los eliminadores especificados, en la parte superior de los colectores de impulsión, en todas las baterías de agua, en todos los tanques de expansión cerrados y en todos los puntos de las redes de tuberías necesarios para evitar las bolsas de aire.

Se preferirán por norma general los purgadores manuales, salvo en puntos ocultos o de difícil acceso, que hagan recomendable la instalación de purgadores automáticos.

Vaciados.

Los vaciados, purgadores, válvulas de seguridad, reboses, se dirigirán al sumidero o desagüe más cercano. En cualquier caso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar que una descarga accidental produzca daños o desperfectos. Se suministrarán las válvulas de vaciado que sean necesarias para el vaciado completo de todas las tuberías y equipos.

Conexiones a equipos.

Se dispondrán elementos de unión que permitan una fácil conexión y desconexión de los diferentes equipos y elementos de la red de tuberías, tales como latiguillos, bridas, etc., dispuestas de tal modo que los equipos puedan ser mantenidos o que puedan retirarse sin tener que desmontar la tubería.

La instalación se realizará de tal modo que no se transmitan esfuerzos de las redes de

tuberías a los equipos.

Valvulería en redes de agua

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de la valvulería de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que por conveniencia de equilibrio, mantenimiento, regulación o seguridad según el trazado, juzgue necesario para los circuitos hidráulicos la Dirección de Obra.

El acopio de la valvulería en obra será realizado con especial cuidado, evitando apilamientos desordenados que puedan afectar a las partes débiles de las válvulas (vástagos, volantes, palancas, prensas, etc.). Hasta el momento del montaje, las válvulas deberán tener protecciones en sus aperturas.

En la elección de las válvulas se tendrán en cuenta las presiones tanto estáticas como dinámicas, siendo rechazado cualquier elemento que pierda agua durante el año de garantía. Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 KPa, llevará troquelada la presión máxima a que puede estar sometida.

Todas aquellas válvulas que dispongan de volantes o palancas estarán diseñadas para permitir manualmente un cierre perfecto sin necesidad de apalancamiento, ni forzamiento del vástago, asiento o disco de la válvula. Las superficies de cierre estarán perfectamente acabadas de forma que su estanqueidad sea total, asegurando vez y media la presión diferencial prevista con un mínimo de 600 KPa. En las que tenga sus uniones a rosca, ésta será tal que no interfiera ni dañe la maniobra.

Se incluirán reductores y volantes en las válvulas de diámetro nominal 150 mm (6") o mayor.

Será rechazado cualquier elemento que presente golpes, raspaduras o en general cualquier defecto que obstaculice su buen funcionamiento a juicio de la Dirección de obra, debiendo ser aprobada por ésta la marca elegida antes de efectuarse el pedido correspondiente.

Al final de los montajes cada válvula llevará una identificación que corresponde al esquema de principio existente en sala de máquinas.

Las válvulas se situarán en lugares de fácil acceso y operación de forma tal que puedan ser accionadas libremente sin estorbos ni interferencias por parte de otras válvulas, equipos, tuberías, etc. El montaje de las válvulas será preferentemente en posición vertical, con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia arriba. En ningún caso se permitirá el montaje de válvulas con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia abajo.

Se instalarán válvulas y uniones en todos los aparatos y equipos, de modo que se pueda retirar el equipo sin parar la instalación.

Las válvulas insertas en la red, tanto para independización como para llenado o vaciado y seguridad, serán del tipo de esfera o mariposa en función de los diámetros. Así, desde 3/8" a 1 1/2" o 2" (según se indique) serán de esfera y desde 2" o 2 1/2" (según

se indique) en adelante serán de mariposa.

A no ser que expresamente se indique lo contrario, las válvulas hasta 2" inclusive se suministrarán roscadas y de 2½" en adelante, se suministrarán para ser recibidas entre bridas o para soldar.

La presión nominal mínima será PN-10, salvo que se indique expresamente lo contrario.

Se incluirán reductores y volantes en las válvulas de diámetro nominal 150 mm (6") o mayor. Los volantes de las válvulas serán de diámetro apropiado para permitir manualmente un cierre perfecto sin aplicación de palancas especiales y sin dañar el vástago, asiento o disco de la válvula.

Se incluirán operadores con cadena para las válvulas principales que estén instaladas a más de 2 m de altura.

Las conexiones de tuberías a equipos incluirán todas las válvulas de aislamiento, purgadores de aire, conexiones a desagüe y válvulas de control necesarias.

Para el purgado de las montantes principales se incluirán purgadores manuales con válvula de corte.

En los puntos bajos de las montantes se incluirán válvulas de vaciado con conexión para manguera.

Las superficies de los asientos serán mecanizadas y terminadas perfectamente, asegurando total estanqueidad al servicio especificado.

Todas las válvulas roscadas serán diseñadas de forma que al conectarse con equipos, tubería o accesorios, ningún daño pueda ser acarreado a ninguno de los componentes de la válvula.

Las válvulas se definirán por su diámetro nominal en pulgadas y su presión nominal PN. La presión de trabajo de la válvula permitida será siempre igual o superior a la arriba mencionada.

La presión de prueba será siempre igual, al menos, a 1,5*PN a 20°C. De acuerdo con las normas DIN la relación entre la máxima presión de servicio y la temperatura es la siguiente:

PRESIÓN. NOMINAL PN kg/cm ²	PRESIÓN MÁXIMA ADMISIBLE EN kg/cm ²				
	HASTA 120°C	121-50°C	151-225°C	226-300°C	301-400°C
2.5	2.5	2	1.6	1.6	---
4	4	2.3	2.5	2.5	---
6	6	4.5	3.2	3.2	---
10	10	8	6.0	6.0	---
16	16	10	10	---	---

Válvulas de acero al carbono

PRESIÓN. NOMINAL PN kg/cm ²	PRESION MAXIMA ADMISIBLE EN Kg/cm ²				
	HASTA 120°C	121-50°C	151-225°C	226-300°C	301-400°C
6	6	6	5	5	---
10	10	10	8	8	---
16	16	16	13	13	---
25	25	25	20	20	---
40	40	40	32	32	---

Válvulas de bola

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de bola de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la dirección de obra. El objeto fundamental de estas válvulas será el corte plenamente estanco con maniobra rápida, no debiendo emplearse para regulación.

Las válvulas de esfera reunirán las características siguientes: Cuerpo y bola de latón ducromado.

Paso total.

Eje no expulsable, de latón niquelado o acero inoxidable. Doble seguridad.

Estanqueidad en el eje por aro de teflón con prensaestopa y dos anillos tóricos de caucho.

Asientos y estopa de teflón.

Palanca de latón o fundición.

Condiciones de servicio: 30 bar a 100°C 10 bar

a 150°C

La bola estará especialmente pulimentada, siendo estanco su cierre en su asiento sobre el teflón. Sobre este material y cuando el fluido tenga temperaturas de trabajo superiores a 60°C, el instalador presentará certificado del fabricante indicando la presión admisible a 100°C, que en ningún caso será inferior a 1,5 veces la prevista.

La maniobra de apertura será por giro a 90° completo sin dureza y sin interferencias con otros elementos o aislamientos. La posición de la palanca determinará el posicionamiento. La presión en ningún caso variará la posición de la válvula.

La unión con tubería u otros accesorios será con rosca o brida, según se indique en el apartado de especificaciones, en cualquier caso la normativa adoptada será DIN.

Válvulas de mariposa

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de mariposa de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la Dirección de obra.

Su principal misión será el corte de fluido no debiéndose utilizar, salvo en caso de emergencia, como unidad reguladora.

Las válvulas de mariposa deberán reunir las características siguientes: Tipo

WAFER.

Cuerpo de fundición GG-22 o GG-26, con anillo de etileno-propileno. Para montar entre bridas PN-10.

Con palanca de regulación variable.

Presión de trabajo 10 bar y temperaturas -20/+120 °C.

El cuerpo será monobloc de hierro fundido y sin bridas. Llevarán forro adherido y moldeado directamente sobre el cuerpo a base de caucho y vuelto en ambos extremos para formación de la junta de unión con la brida de la tubería. El disco regulador será de plástico inyectado y reforzado (hasta 3") y de hierro fundido con recubrimiento plástico para diámetros superiores. El disco quedará fuertemente unido al eje, siendo la unión insensible a las vibraciones. El eje totalmente pulido será de acero inoxidable y será absolutamente hermético sobre su entorno.

Sustituirán a las válvulas de compuerta en todas las tuberías con diámetro interior igual o superior a 2". Su maniobra será de tipo palanca, pudiéndose efectuar la misma libremente bajo las presiones previstas.

Válvulas de globo o de equilibrado

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de globo de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarios a juicio de la Dirección de Obra.

Su principal misión será la de regulación, forzando la pérdida y situando la bomba en el punto de trabajo necesario. Se podrá utilizar asimismo, como corte. Su maniobra será de asiento, siendo el órgano móvil del tipo esférico y pudiéndose efectuar aquellas libremente bajo las condiciones de presión previstas. El vástago deberá quedar posicionado de forma que no sea movido por los efectos presostáticos, debiendo disponer el volante de la escala o señal correspondiente de amplitud de giro.

Se instalarán en todos los equipos y baterías, en el by-pass de las baterías de las climatizadoras y en las derivaciones principales.

Su precisión será del $\pm 5\%$ en la medida del caudal circulante, con independencia de

las fluctuaciones de presión en la red. La característica de la válvula será isoporcentual hasta el 60% y lineal en el resto. Se incluirá en el suministro del conjunto de válvulas de equilibrado una unidad portátil para medición de caudal.

Hasta 2": conexión roscada, fabricada en ametal o equivalente, toma para medidores presión, caudal y temperatura (excepto las unidades instaladas en el by-pass de baterías), indicación de posición.

Mayor de 2": conexión embridada, cuerpo de fundición y partes móviles en ametal o equivalente, tomas para medidores presión, caudal y temperatura (excepto las unidades instaladas en el by-pass de baterías), indicación de posición.

Alternativamente, si así es expresamente indicado, cuando su diámetro de acople sea de 1½" o inferior, será totalmente de bronce estando sus extremos preparados para la soldadura. En las de vástago largo, éste irá apoyado sobre horquilla de forma que no sufra deformación.

Válvulas de retención de resorte

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de retención de resorte de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la Dirección de Obra.

Su misión es permitir un flujo unidireccional impidiendo el flujo inverso.

Constructivamente estas unidades tendrán el cuerpo de fundición rilsanizado interior y exteriormente, obturador de neopreno con almas de acero laminado, siendo de acero inoxidable tanto el eje como las tapas, tornillos y resorte. Estarán capacitadas para trabajar en óptimas condiciones a una temperatura de trabajo de 110°C y una presión igual al doble de la nominal de la instalación.

Estas unidades serán del tipo "resorte" y aptas para un buen funcionamiento en cualquier posición que se las coloque. El montaje de las mismas entre las bridas de las tuberías se hará a través de tornillos pasantes.

Alternativamente, si así se expresa en las especificaciones de proyecto, las válvulas de retención podrán ser de clapeta oscilante, roscadas, con cuerpo de hierro para PN- 25 y temperatura 120°C.

El montaje de las válvulas deberá ser tal que éstas puedan ser fácilmente registrables. Válvulas de compuerta

Su construcción será en fundición, con empaquetadura de teflón, para conexión embridada.

Filtros

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los filtros, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en

documentos de proyecto o que fuesen necesarios a juicio de la Dirección de Obra.

Los filtros se instalarán en todos los puntos indicados en planos y en general en todas aquellas zonas de los sistemas en donde la suciedad pueda interferir con el correcto funcionamiento de válvulas o partes móviles de equipos.

Los filtros se instalarán en línea y serán del tipo "Y" con mallas del 36% de área libre. Los filtros hasta 2½" serán de bronce y por encima de 2½" serán de hierro fundido. Las mallas serán de acero inoxidable en ambos casos.

Todos los filtros de las líneas de agua serán embridados e instalados en un tramo horizontal (o vertical con sentido de flujo descendente) de la tubería. A menos que se indique de otro modo, los filtros tendrán el tamaño nominal de la tubería.

Los filtros serán de un diseño tal que permita la expulsión de la suciedad acumulada y facilite la retirada y cambio de tamiz sin desconectarlo de la tubería principal.

Los filtros de tamaño mayor o igual de 1½", irán provistos de válvula y tapón de purga.

Todos los tamices de 200 mm (8") y mayores serán reforzados para las condiciones operativas.

Colectores

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los colectores de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto. La dimensión y la forma será tal que se adapte al espacio previsto de montaje, garantizando un correcto recorrido del líquido trasegado.

Las acometidas de las tuberías serán totalmente perpendiculares al eje longitudinal, pudiendo en determinados casos, acometer por las culatas, estando en ese caso los ejes perfectamente alineados. Los cortes de preparación serán curvos quedando correctamente adaptadas las curvaturas del tubo y el colector. En ningún caso, los tubos sobrepasarán la superficie interior del colector. La soldadura será a tope, achaflanando los bordes, quedando el cordón uniformemente repartido. En caso de acero galvanizado, una vez prefabricado el colector con todas sus acometidas, será sometido a un nuevo proceso de galvanización.

Una vez prefabricado el colector se dejará sin soldar una culata de forma que su interior sea inspeccionado por la Dirección. El conjunto debidamente revisado será sometido a dos capas de pintura antioxidante. Especial atención prestará el instalador principalmente en material galvanizado de que se hayan realizado todas las acometidas, incluidas las vainas de medición y control, antes del galvanizado definitivo.

Cuando existan dos o más acometidas primarias y varias salidas secundarias se dispondrán dos tubos concéntricos formando colector con una culata común. El tubo interior estará acometido por las primarias, estando el extremo no común abierto al interior del colector exterior de donde saldrán las diferentes salidas del secundario.

Distribución de aire

General Entregas.

El contratista coordinará y verificará la instalación de conductos en las salas de climatizadoras con el fabricante de las climatizadoras. Los planos de montaje en dichas salas que se presenten para aprobación por la Dirección Facultativa deben haber sido verificados y aprobados con anterioridad por el fabricante de climatizadoras o su representante cualificado, de modo que las prestaciones y niveles sonoros de dichos equipos se garanticen con el montaje y condiciones reales de la instalación.

El contratista entregará para su aprobación información sobre los elementos de difusión a instalar (características y prestaciones), así como muestras de los mismos cuando sean requeridas por la Dirección Facultativa.

Varios.

El trabajo se realizará según normativa SMACNA o UNE equivalente. Las excepciones o alternativas a la normativa se someterán a consideración y aprobación por la Dirección Facultativa.

Todos los elementos de soporte que sean necesarios deben ser suministrados e instalados por el Contratista.

Los conductos conectados a las rejillas de intemperie irán protegidos en el primer tramo de 3 m con imprimación de tipo bituminoso y se instalará, con inclinación hacia un punto bajo y provistos de un sumidero conducido mediante tubería a un desagüe del edificio.

Las dimensiones de conductos indicadas en los planos son dimensiones interiores libres una vez aislados (por el exterior o interior).

Toda la construcción de conductos deberá de realizarse mediante uniones aprobadas y juntas lisas en el interior y con una terminación limpia en el exterior. Las uniones de conductos deberán de hacerse lo más estancas posible, con solapas realizadas en la dirección del flujo de aire y que no se proyecten salientes en la corriente de aire. Los conductos deberán de estar adecuadamente arriostrados para prevenir la vibración. Todos los ángulos deberán de ser galvanizados o pintados en fábrica con dos capas de pintura resistente al óxido.

Las transiciones y cambios de forma cumplirán:

En los incrementos de sección, la pendiente máxima será de 1 a 7.

Para reducciones en la sección la pendiente puede ser de 1 a 4 pero 1 a 7 es preferible.

Los cambios de dirección cumplirán que el radio interior de los codos no será inferior a

1/2 de la anchura del conducto, en ese plano.

Cuando esto no sea posible, se colocarán álabes directores. La longitud y forma de los álabes serán las adecuadas para que la velocidad de aire sea la misma en toda la sección. Como norma, su longitud será igual, por lo menos, a dos veces la distancia entre álabes. Los álabes estarán fijos y no vibrarán al paso del aire. Los álabes deberán ser prefabricados, de acero galvanizado o aluminio y de doble pared.

La relación del lado largo a lado corto del conducto será como máximo de 4. Si por necesidades de montaje se superase esta relación, deberá comunicarse a la Dirección y si ésta lo considera oportuno adoptar los consecuentes separadores.

Cuando sea necesario atravesar un conducto por varillas soportes del falso techo, se realizarán vainas con perfil aerodinámico, estancas al aire y de tal modo que cuando se instalen las mencionadas varillas el conducto no sea perforado. En ningún caso habrá más de 2 pasos por metro cuadrado, y no se permite el paso en conductos de anchura inferior a 300 mm en proyección horizontal.

Las posiciones concretas de los elementos de difusión (difusores, rejillas, ...) y las dimensiones exactas de sus plenums están sujetos a los condicionantes arquitectónicos. Por ello, las posiciones de los elementos de difusión serán presentadas para su aprobación a la dirección facultativa. De otro modo, cualquier cambio que se realice después de la instalación será realizado sin costes adicionales. Todos los plenums y todas las aperturas en los conductos deberán de mantenerse cubiertas durante la construcción para impedir la entrada de suciedad.

Se incluirán puertas de acceso en los conductos siempre que sea necesario para acceder a compuertas cortafuego u otros elementos.

Se proveerá malla metálica en cada retorno abierto en el falso techo a no ser que se indique la utilización de rejillas.

Se proveerá aislamiento rígido de 50 mm., revestido con material de color negro para todas las partes ciegas de los elementos de difusión y revestido con panel de aluminio en las partes ciegas de las tomas y expulsiones de aire exterior. El contratista debe revisar los planos arquitectónicos para determinar las superficies de los elementos de difusión y tomas que quedarán ciegas, en base a las superficies netas indicadas en los planos de climatización.

Medición y aislamiento de conductos

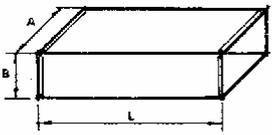
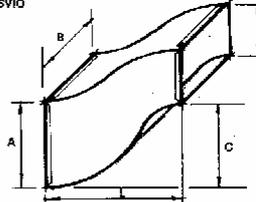
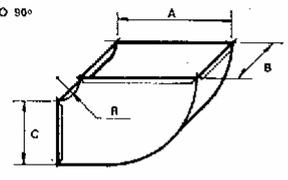
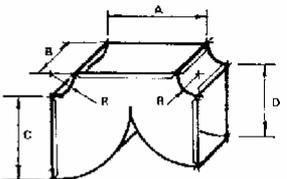
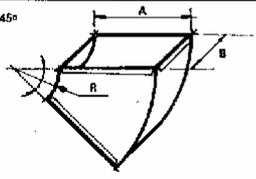
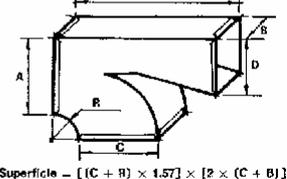
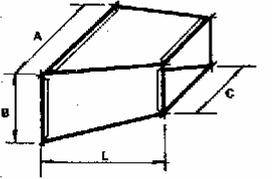
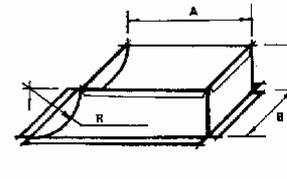
Se seguirá el criterio que se indica en los diagramas adjuntos.

Las derivaciones a elementos de difusión mediante conducto flexible no supondrá incremento de medición.

Para los elementos o figuras que no estén incluidos en los esquemas se procederá por similitud según el criterio de Dirección Facultativa.

Los conductos de sección poligonal no rectangular (p.j. triangular) se tratarán a todos los efectos de medición como si fuesen rectangulares de tal modo que la medición, y la superficie real instalada coincidirá en los tramos rectos.

Para tramos curvos se seguirá el mismo criterio que para codos.

<p>CONDUCTO RECTO</p>  <p>Superficie = $2 \times (A + B) \times L$</p>	<p>DESVIO</p>  <p>Superficie = $2 \times (A + B) \times L + \frac{C \times D}{2}$</p>
<p>CODO 90°</p>  <p>Superficie = $[(A + B) \times 1.57] \times [2 \times (A + B)]$ En el caso de instalar defletores, éstos serán valorados aparte.</p>	<p>DERIVACION</p>  <p>Superficie = $[(C + R) \times 1.57] \times [2 \times (C + B)] + [(D + R) \times 1.57] \times [2 \times (D + B)]$</p>
<p>CODO 45°</p>  <p>Superficie = $[(A + B) \times 0.79] \times [2 \times (A + B)]$</p>	<p>BIFURCACION</p>  <p>Superficie = $[(C + R) \times 1.57] \times [2 \times (C + B)] + [2 \times (D + B)] \times L$</p>
<p>CAMBIO DE SECCION</p>  <p>Superficie = $2 \times (A + B) \times L$</p>	<p>CONEXION</p>  <p>Superficie = $(R \times 1.57) \times [2 \times (A + B)]$</p>

El criterio en cambios de sección rectangular-circular será de cambio de sección de rectangular, según diagrama.

Las conexiones o derivaciones sin cambio de sección del conducto principal no supondrán incremento de medición.

El aislamiento se medirá con criterio idéntico al del conducto, siendo coincidente la medición del conducto y la correspondiente al aislamiento que incorpore.

De la distribución medida se certificará el 100% de su valor establecido, menos retenciones por garantía, contra medición por metros cuadrados de partes terminadas y probadas con resultado positivo de acuerdo con el apartado de pruebas parciales incluido en la parte técnica de este Pliego de Condiciones.

Los conductos se abonarán por metro cuadrado (m²) de conducto colocado, parte proporcional de manguitos, accesorios, soportes, etc., y, si así se expresa en el proyecto, aislamiento.

Conductos de aire en baja velocidad en chapa de acero galvanizado

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los conductos de aire en baja velocidad de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Cualquiera que sea el tipo de conductos de aire a utilizar, éstos estarán formados con materiales que no propaguen el fuego, ni desprendan gases tóxicos en caso de incendio.

Características

Los canales de aire de baja presión serán fabricados con chapa galvanizada de primera calidad, de construcción engatillada, tipo Pittsburg, de dimensiones indicadas en los planos.

Todo el conducto perteneciente a un circuito se fabricará de acuerdo a la misma clase. Toda la chapa utilizada en la fabricación de conductos será de la misma calidad, composición y fabricante, adjuntando en los envíos los certificados de origen correspondientes.

Los conductos deberán tener suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su propio peso, al movimiento de aire y a los propios de su manipulación.

Las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellas. Soportarán sin deformarse 250° C.

Los espesores mínimos de la chapa estarán de acuerdo a la norma UNE 100.102.

Los conductos se clasificarán de acuerdo a la presión de trabajo. En el caso de encontrarse un 10% por debajo del límite superior de la clase correspondiente, se utilizarán los procedimientos de fabricación de la clase inmediatamente superior.

Los espesores de chapa serán los siguientes:

LADO MAYOR CONDUCTO (mm)	ESPES.CHAPA GALVANIZADA (mm)
De 100 a 400	0,6
De 401 a 800	0,8
De 801 a 1.000	0,8
De 1.001 a 1.300	1,0

De 1.301 a 1.600	1,0
De 1.601 a 2.000	1,2

El material, construcción y montaje de los conductos se realizarán, según normativas ASHRAE, cumpliendo en cualquier caso los mínimos establecidos por las normas UNE 100 101, 100 102 y 100 103 referidas en las ITE 04.4 y 05.3 del RITE.

Tipos de construcción, bridas y refuerzos.

Las bridas para refuerzos de chapa hasta 600 mm. de lado serán del tipo de vaina y los conductos serán construidos en secciones de 2 m. Las bridas para conductos de 600 a 1.500 mm. de lado serán del tipo T y los conductos serán construidos en secciones de 1 m. Las bridas para conductos mayores de 1.500 mm. serán de angular laminado de 40 x 40 x 4, con una capa de pintura de imprimación. Los lados de los conductos serán reforzados con angulares montados diagonalmente.

Todas las uniones de los conductos serán estancas y a prueba de fugas de aire, para lo cual se procederá a aplicar sellador 3M en las esquinas de las uniones de los conductos.

Durante el montaje, todas las aperturas existentes en el conducto deberán ser tapadas y protegidas de forma que no permita la entrada de polvo y otros elementos extraños en la parte ya montada. Según se vaya conformando el conducto, se limpiará su interior y se eliminarán rebabas y salientes.

Preferentemente no se abrirán huecos en los conductos para el alojamiento de rejillas y difusores hasta que no se haya realizado la prueba de estanqueidad. Si por necesidad hubiese que realizar aperturas, el tapado posterior de protección indicado en el párrafo anterior, será lo suficientemente estanco para realizar pruebas.

Todas las chapas vendrán debidamente matrizadas en prisma piramidal, prestando especial atención durante el montaje de forma que la punta del prisma quede hacia el exterior.

Deberán cumplirse como mínimo las normas UNE 100.101, UNE 100.102, UNE 100.103, UNE 100.104, UNE 100.105 y UNE 100.106.

La conexión a equipos se realizará mediante un cuello de material sintético, para evitar la posible transmisión de vibraciones al mismo.

Todas las rejillas y difusores de aire a instalar se realizarán atendiendo escrupulosamente a la velocidad de salida del aire y el nivel sonoro.

Se ejecutarán en consecuencia, plenums adecuados para la conexión de elementos a conductos de aire, de acuerdo a la normativa vigente y las recomendaciones de fabricantes.

El instalador adoptará las medidas de refuerzo necesarias de forma que cuando se origine la arrancada o parada de los sistemas no se produzca ruido por deformación de la chapa.

Soportes de conductos.

Los conductos de chapa hasta 450 mm. de anchura serán suspendidos de los techos por medio de pletinas galvanizadas de 1,5 mm., abrazando el conducto por su cara inferior y fijadas al sistema por medio de tornillos Parker de rosca de chapa, los conductos mayores de 450 mm. de anchura, serán suspendidos por medio de varillas de acero laminado y angulares montados en cara inferior a los conductos.

Estos materiales llevarán una capa de pintura antioxidante.

La separación entre soportes estará determinada por el tipo de refuerzo a utilizar, y en todo caso deberá atenerse a lo estipulado en la norma UNE 100.103.

Las partes interiores de los conductos que sean visibles desde las rejillas y difusores, serán pintadas en negro.

Siempre que los conductos atraviesen un muro, tabiquería, forjado o cualquier elemento de obra civil, deberá protegerse a su paso con manguito conformado de fibra de vidrio o proviespan de forma que en ningún caso morteros, escayolas, etc., queden en contacto con la chapa.

Conductos de fibra de vidrio

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los conductos de fibra de vidrio de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Estarán contruidos en planchas debidamente conformadas de panel rígido de fibras de vidrio, aglomeradas con resinas termoendurecibles. Las caras exterior e interior estarán recubierta con un complejo compuesto por una lámina de aluminio, malla de vidrio textil y papel Kraft blanco, adherido mediante cola autoextinguible. Tendrán un espesor de 25 mm, siendo su montaje el recomendado por el fabricante. Quedarán incluidos todos los accesorios. En cualquier caso cumplirán la norma UNE 100 105 referidas en la ITE 04.4 del RITE.

Se prestará especial atención a que tanto el acopiaje en planchas, como la conformación montada no sea afectada por el agua desechándose cualquier parte que se presente con señales de humedades.

El diseño del conducto en su desarrollo, curvas, reducciones, etc., se realizará con normativas ASHRAE. La soportería será distanciada según la sección del conducto, en ningún caso superior a 2 m.

El paso de los conductos por tabiques, paramentos o elementos de obra civil, quedará debidamente protegido con cartonaje especial antihumedad, de forma que en ningún caso quede afectado el conducto.

Conductos flexibles

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio del conducto flexible de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas

en documentos de proyecto.

El conducto está formado por tres láminas de aluminio-poliéster-aluminio, imputrescibles, grapadas al esqueleto de espiral de acero, garantizando su estanqueidad para un mínimo de 1,5 veces la presión nominal de trabajo. Su unión a los conductos o elementos a alimentar será por medio de abrazaderas en acero galvanizado de tornillo. Entre el conducto y el elemento abrazado se dispondrá material comprensible de forma que la junta sea perfectamente estanca. El material no debe ser afectado en ningún momento por temperaturas comprendidas entre los -20°C y los 90°C. El desarrollo del conducto flexible tendrá una longitud mínima del 20% superior a la distancia en línea recta, es decir, el desarrollo no será totalmente recto, sino que permitirá holguras de adaptación.

Si así es requerido en el proyecto, el conducto incorporará un aislamiento exterior de fibra de vidrio de densidad 16 kg/m³, con un espesor de 20 mm, con funda exterior de aluminio reforzada.

Difusión de aire

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los elementos de distribución de aire de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Todos los elementos, tanto de impulsión como de retorno o extracción, deberán ir provistos de mecanismos para regulación del volumen del aire, con fácil control desde el exterior.

Las rejillas, difusores o cualquier elemento terminal de distribución de aire, una vez comprobado su correcto montaje, deberán protegerse en su parte exterior con papel adherido al marco de forma que cierre y proteja el movimiento de aire por el elemento, impidiendo entrada de polvo o elementos extraños. Esta protección será retirada cuando se prueben los ventiladores correspondientes.

Junto con cada unidad deberá suministrarse los marcos de madera, clips o tornillos, varilla o angulares de sujeción y en general todos aquellos accesorios necesarios para que el elemento quede recibido perfectamente tanto al medio de soporte como al conducto que le corresponda.

Todas las tomas de aire exterior o extracción serán suministradas con tela metálica de protección y persiana vierteaguas. Cualquier modificación que por interferencia con los paneles de falso techo puntos luz u otros elementos, exija la nueva situación de las unidades, deberá ser aprobada por la Dirección de obra, según plano de replanteo presentado por el instalador.

El material y su montaje cumplirá los mínimos exigidos en las ITE 04.4 y 05.3 del RITE. 05.

Difusores

General

Se suministrarán e instalarán los difusores de acuerdo a las capacidades indicadas en planos y de acuerdo a las especificaciones y condiciones del Proyecto.

Se indicarán en los planos de montaje los tipos y modelos de difusor a instalar. Se adjuntarán con los planos de montaje las características de los difusores. En los planos se incluirán detalles de instalación en los lugares previstos, y coordinados con los interiores.

Se suministrarán muestras de los difusores antes de su instalación.

Los difusores que se provean en cada área serán de diseño adecuado para las condiciones de instalación y funcionamiento: altura de montaje, alcance requerido, caudales a impulsar, diferenciales de temperatura entre impulsión y ambiente, tipo de retorno, etc. Se presentarán curvas de comportamiento y nivel sonoro.

Difusores de ranura o totalmente integrados en ranura.

La boca de salida será de aluminio, mientras no se indique o apruebe otro material. Los difusores dispondrán al menos de los siguientes accesorios:

Plenum de chapa galvanizada con aislamiento acústico interior (25 mm mínimo).

Compuerta de regulación: se ubicará a 1,5 m de distancia de la salida y dispondrá de actuador remoto operable desde la salida del difusor. Otras posiciones más cercanas a la salida se aceptarán si previamente se realiza un test de verificación del comportamiento acústico.

Condicionantes arquitectónicos.

Los difusores quedarán totalmente ocultos, y el aspecto de la salida de aire desde cualquier zona ocupada será de una ranura continua de color negro. El canto de la ranura será el mínimo posible.

El contratista coordinará y verificará con los trabajos de interiores la disposición de los difusores.

Se proveerán los extremos, uniones y partes ciegas.

Se instalarán difusores de longitud reducida necesaria en tramos donde se requiera dar un aspecto curvo a la ranura.

Difusores rotacionales.

Los difusores de techo rotacionales consiguen una elevada inducción del aire del local, con temperaturas de impulsión de $\pm 10^{\circ}\text{C}$ sobre la temperatura ambiente. Se compone de plenum de conexión y difusor, que puede ser de 3 tipos: lamas fijas, lamas ajustables manualmente y lamas motorizadas.

- Plenum de conexión.: El plenum de conexión será de chapa galvanizada, aislado interiormente con espuma ignífuga de 12 mm. de espesor, con compuerta de regulación circular de una hoja, accionable desde el frontal del difusor. La alimentación al plenum se realizará a través de una conexión circular en un lateral del plenum.

- Difusor lamas fijas: Difusor de efecto rotativo, para locales de altura entre 2,5 y 4,0 m., con lamas fijas para impulsión horizontal, con frontal cuadrado o circular. Construido en chapa metálica pintada de color a elegir.
- Difusor lamas ajustables manualmente. Difusor de efecto rotativo y vertical, para locales de altura entre 2,5 y 4,0 m., con frontal cuadrado o circular. Construido en chapa metálica pintada de color a elegir. Las lamas del difusor son ajustables manualmente en 3 posiciones: rotación horizontal centrífuga, rotación horizontal centrípeta, impulsión vertical sin rotación.
- Difusor lamas ajustables motorizadas. Difusor de efecto rotativo y vertical, para impulsar elevados caudales desde más de 4 m. de altura, contruidos en chapa de acero pintada al horno de color a elegir. Las lamas están motorizadas, y pueden adquirir varias posiciones: rotación horizontal (para impulsar aire frío), rotación a 45°C (para aire isoterma) e impulsión vertical sin rotación (aire caliente). La motorización de las lamas se realizará con motores eléctricos del tipo todo/nada (a 220 V. ó 24 V.) o del tipo proporcional (a 24 V.), según se especifique en el proyecto.

Criterios de instalación.

Unión difusor-plenum: Se realizará por un tornillo en el centro de la parte frontal del difusor, fijado al plenum. La cabecera del tornillo irá disimulada por un embellecedor. Se colocará una junta de estanqueidad perimetral para garantizar el sellado de la unión.

Sujeción del conjunto: El conjunto plenum-difusor se fijará al forjado del techo independientemente del falso techo. No podrá apoyarse en el falso techo. El sistema de sujeción deberá permitir la nivelación de los difusores respecto al falso techo. Se instalarán varillas roscadas tipo M4, que se fijarán a pestañas del plenum con tuerca y contratuerca, y se fijarán en su parte superior al forjado con tacos para roscar.

La conexión del conducto principal de aire al plenum del difusor se realizará con conducto circular flexible aislado, de no más de 1,5 m. de recorrido, instalado sin curvas bruscas ni estrangulamientos, y con un punto de soporte a techo intermedio si la longitud del flexible es superior a 1,0 m. No se aceptarán conexiones directas de conducto a difusor (esto es, sin plenum).

Selección de difusores: Según indicaciones del fabricante, y con los siguientes criterios:

Nivel sonoro máximo: 40 dBA

Velocidad máxima de aire en la zona de ocupación: 0,25 m/s

Los difusores deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán difusores fabricados sin referencias fiables.

El acabado (color) y modelo de los difusores deberán ser sometidos a la aprobación previa.

Toberas

Las toberas de impulsión de aire están concebidas para obtener grandes alcances de aire (entre 10 y 20 m.). Pueden ser orientables o fijas. Las toberas y el aro de montaje serán de aluminio pintado al horno, o lacadas. No se aceptarán toberas en plástico, salvo que específicamente se indique lo contrario en otros documentos del proyecto.

Toberas orientables

Cuando así se especifique en el proyecto, las toberas serán orientables y con giro. La orientación de la tobera se podrá variar desde -30° hasta $+30^\circ$ respecto a su horizontal, de forma manual o motorizada. La motorización de la tobera se realizará con motores eléctricos del tipo todo/nada (a 220 V. o a 24 V) o del tipo proporcional (a 24 V.), según se especifique en el proyecto.

Las toberas orientables podrán además girar sobre su eje en 360° , de forma manual. Criterios de instalación

Las toberas se fijarán directamente a conductos rectangulares o circulares a través de tornillos o remaches. Se instalará una junta de estanqueidad entre la tobera y el conducto, para garantizar el sellado de la unión.

Las toberas orientables manualmente dispondrán de un sistema de orientación que permita el ajuste de la tobera y su posterior fijación en la posición deseada, por medio de palomillas.

Cuando se instalen toberas orientables motorizadas se deberán considerar los registros necesarios en parámetros para el mantenimiento de los motores. La instalación de acometida eléctrica y control de los motores se realizará según las especificaciones técnicas pertinentes.

Si es necesario regular el caudal de aire por tobera, se instalarán compuertas circulares de regulación de una hoja. Se podrán agrupar toberas en conjuntos de hasta 3 unidades con una sola compuerta de regulación común.

Selección de toberas: Según indicaciones del fabricante y los siguientes criterios: Velocidad

mínima salida de aire: 3 m/s

Nivel sonoro máximo: 50 dBA

Velocidad máxima aire en zona de ocupación: 0,25 m/s

Las toberas deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán toberas fabricadas sin referencias fiables.

El acabado (color) y modelo de las toberas deberán ser sometidos a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

Rejillas

Las rejillas deberán de ser de aluminio, de los tamaños indicados en los planos, con terminación anodizada a menos que se indique lo contrario, y deberán de ser suministradas con marco y juntas de goma para evitar fuga de aire alrededor de las unidades según se indique.

Rejillas de impulsión, retorno o extracción: irán provistas de compuertas de regulación de álabes opuestos operable a través de la cara de la rejilla.

Se instalarán lamas horizontales, verticales, orientables o no según las condiciones de uso, y siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Los marcos para unidades instaladas en paredes de escayola deberán de fijarse antes del emplastecido.

Bocas circulares de ventilación

Las bocas circulares de ventilación tienen su aplicación para impulsión y extracción de pequeños caudales de aire. Están formadas por un aro circular perimetral y un disco central. El material de ambos elementos será la chapa de acero pintada al horno. No se aceptarán bocas en plástico salvo así establecido en el presupuesto o especificaciones técnicas.

El aro circular se fijará a paramento (pared o techo) con fijación oculta. Para garantizar un asiento correcto, el aro circular incorporará una junta de estanqueidad. No se aceptarán fijaciones con tornillos vistos en la parte frontal de la boca de ventilación. El disco central se fijará a un puente de montaje del aro circular a través de un espárrago central.

La regulación de caudal de la boca de ventilación se realiza por rotación del disco central, y fijando una tuerca en el espárrago para hacer de tope.

La conexión de la boca de ventilación al conducto principal se realizará con conducto flexible circular.

Las bocas de ventilación deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán bocas de ventilación fabricadas sin referencias fiables.

El acabado (color) y modelo de las bocas de ventilación deberá ser sometido a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

Compuertas de regulación de caudal

Compuertas de regulación de caudal manuales

Se proveerán compuertas manuales para el equilibrado de las redes de aire.

Cuando se instalen compuertas en los conductos que vayan a ser aislados se incluirá un marco adecuado para la instalación del aislamiento.

Si la situación de las compuertas de regulación no se define en los planos se cumplirán las siguientes normas mínimas:

Todos los ramales principales de suministro, retorno y extracción de aire deberán de llevar compuertas de equilibrado, así como en ramales secundarios que lo requieran.

Se situará la compuerta tan lejos como sea posible de la salida de aire para evitar la transmisión de ruido.

Su ubicación se preverá con un fácil acceso a la compuerta, o en caso contrario se proveerá un actuador remoto para la compuerta.

Todos los elementos de difusión, tanto impulsión como retorno, irán provistos de compuerta de regulación.

Se emplearán compuertas con lamas acopladas en sentido opuesto cuando el ancho de una compuerta de simple hoja pueda exceder 300 mm. Dichas compuertas serán de acero galvanizado o aluminio.

Actuadores de compuertas de caudal

Las compuertas accesibles dispondrán de ejes y palancas de acero galvanizado, indicador de posición y elemento de bloqueo.

En compuertas no accesibles se proveerán los siguientes tipos de actuadores:

En techos inaccesibles, donde se puedan dejar registros, se dispondrá de actuador con indicador de posición y elemento de bloqueo. El registro tendrá dimensiones mínimas de 7 cm de lado.

En techos inaccesibles, donde no se permitan registros, el actuador será de tipo remoto, mediante cable (u otra solución aprobada) accesible desde la cara de descarga del difusor.

Compuertas cortafuegos y cortahumos

Compuertas cortafuegos.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las compuertas cortafuegos de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los documentos de proyecto.

Se instalarán compuertas cortafuego construidas según normativas aplicables, donde se indique en planos o donde se necesite, para asegurar la compartimentación en sectores de incendio del edificio. La resistencia al fuego será la indicada (mínima para cualquier compuerta: RF-90), s/UNE 23-802. En posición cerrada serán estancas al paso del aire s/DIN 4102 e impedirán la propagación de humos a baja temperatura. Su tamaño, forma, modulación será la adecuada en función del espacio disponible, y ofreciendo la mínima resistencia al paso del aire.

Las compuertas cortafuegos serán del tipo basculante en el flujo de aire y se instalarán de forma que queden exentas de traqueteos y vibraciones.

El Contratista indicará claramente la localización y tamaño de las compuertas en los planos de montaje, y proveerá registros de acceso en los conductos para cada compuerta con el fin de realizar la inspección, sustitución de fusibles o mantenimiento. Será responsabilidad del contratista coordinar la localización de la puerta de acceso.

Se proveerán compuertas cortafuego según:

a. En la penetración a patinillos que atraviesan varios sectores de incendios. b. En la penetración entre sectores de incendio.

Las puertas de acceso dispondrán de junta para proveer la estanqueidad máxima posible entre el conducto y el cerco. Las puertas estarán totalmente aisladas.

La instalación se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante y de acuerdo a las normativas y recomendaciones aplicables.

Actuadores y accesorios de compuertas cortafuegos. Tipos y funciones.

- A) Compuertas accionadas por fusibles. Su función es asegurar la compartimentación en sectores de incendio del edificio. Dispondrán de final de carrera.
- B) Compuerta motorizada comandada por sensor de temperatura. Su función, además de asegurar una compartimentación en sectores de incendio del edificio, es permitir realizar el control de humos del edificio. Serán de este tipo las compuertas cortafuego que estén localizadas en conductos utilizados para control de humos.

Cada compuerta irá equipada con 2 interruptores indicadores de posición, de modo que uno cerrará cuando la compuerta está totalmente abierta y el otro, cuando está completamente cerrada. Los interruptores serán externos al servomotor.

Irán provistas de sensor de temperatura y mecanismo de disparo.

Irán equipadas con servomotor, el cual será comandado desde el sistema de protección contra incendios. Desde el sistema de control de humos se podrá actuar sobre la compuerta y reabrir la para permitir realizar el control de humos. El actuador será a 220V con muelle de retorno.

- C) Compuerta motorizada comandada por sensor de temperatura. Idéntica a la anterior excepto que irá equipada con fusible, en vez de detector de temperatura.

Compuertas cortahumos.

Se utilizarán para el control de humos. Serán adecuadas para dicho uso. Estarán constituidas por lamas de perfil aerodinámico de doble pared. Tanto el marco como las lamas serán de acero galvanizados. Irán provistas con juntas plásticas a lo largo de las lamas resistentes hasta 90°C. Su grado de estanqueidad cumplirá los requisitos de DIN 1946 (fugas <math><10\text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2</math> de sección con una diferencial de presión de 100 Pa).

Irán equipadas con los mismos actuadores, e indicadores de posición que las compuertas cortafuegos motorizadas, sin incluir sensor de temperatura o fusible. Su actuación se realizará a través de sistema de protección contraincendios y/o control.

Interfaces de compuertas con sistemas de protección contra incendios.

El presente apartado tiene por objeto definir el alcance de los trabajos del contratista del sistema de climatización, frente al contratista del sistema de protección contra incendios.

Los actuadores de compuertas, interruptores final de carrera y sensores térmicos para las compuertas de humo deberán de ser cableadas por el contratista de la instalación de climatización hasta un regletero terminal que provea el acoplamiento con el sistema de alarma de incendios. Se suministrarán todos los relés, accesorios y material, y se dejará preparado para el sistema de protección contra incendios. Se suministrará alimentación de fuerza al actuador desde una caja de conexión en la sala de equipos mecánicos de la misma planta. Las compuertas que requieran control desde el sistema de alarma de incendios deberán de conectarse a una caja de conexión de alimentación de fuerza de emergencia en la sala de equipos mecánicos de la misma planta.

Se cableará el regletero terminal de modo que el sistema de alarma de incendios pueda realizar las siguientes funciones de control y monitorización.

Control de Apertura desde el Sistema de Protección Contra incendios: Se cableará un terminal de modo que cuando el relé del sistema de alarma de incendios cierre un contacto a través de este terminal la compuerta se abra. Alternativamente si se especifica que la compuerta debe abrirse por muelle en caso de pérdida de alimentación, la compuerta deberá entonces abrirse cuando el contacto a través de este terminal se cierre.

Control de Cierre desde el Sistema de Protección Contra incendios: Se cableará un terminal de modo que cuando un relé del sistema de alarma de incendios cierre a través de este terminal la compuerta se cierre. Alternativamente si se especifica que la compuerta debe cerrarse por muelle en caso de pérdida de alimentación, la compuerta deberá de cerrarse cuando el contacto a través de este terminal se cierre.

Monitorización de Estado Abierto por el Sistema de Protección Contra incendios: Se cableará un terminal de modo que el sistema de alarma de incendios monitorice un contacto cerrado a través de este terminal cuando la compuerta está abierta.

Monitorización de Estado Cerrado por el Sistema de Protección Contra incendios: Se cableará un terminal de modo que el sistema de alarma de incendios monitorice un contacto cerrado a través de estos terminales cuando la compuerta esté cerrada.

El contratista del sistema de climatización suministrará diagramas de cableado necesarios para el acoplamiento con el sistema de protección contra incendios.

Conexiones flexibles

Las conexiones flexibles deberán de evitar la transmisión de vibraciones a través de los conductos. Se instalarán tanto en la impulsión como en el retorno de todos los ventiladores y unidades de ventilación y en las juntas de expansión del edificio. El material ser de la resistencia necesaria al servicio requerido, y estar correctamente

instalado para garantizar la estanqueidad. La lona deberá de ser de ancho suficiente para proveer un espacio mínimo de 100 mm entre los elementos conectados y con suficiente holgura para prevenir su rotura causada por el movimiento del ventilador.

En conductos interiores se utilizará lona de fibra de vidrio estanca al aire, con capas de neopreno en ambos lados o similar, y con cercos galvanizados fijamente adheridos en los extremos de la conexión.

Todos los materiales deberán de estar clasificados para baja inflamabilidad. La temperatura de trabajo será la requerida para un correcto funcionamiento con el ventilador correspondiente.

Registros de acceso en conductos

Donde sea necesario en los conductos, se realizarán marcos y registros de acceso adecuados para permitir la inspección, operación y mantenimiento de todas las válvulas, controles, compuertas cortafuegos, compuertas automáticas, baterías, filtros u otros aparatos.

Los registros deberán de ser de construcción doble de chapa metálica de no menos de 1 mm de grosor con junta de goma entre la puerta y el cerco y entre el cerco y el conducto. En ningún caso el acceso a ninguno de los elementos de equipo que requieran inspección, ajuste o mantenimiento requerirán la retirada de tuercas, tornillos, o cualquier otro elemento similar. Los registros de acceso deberán de ser adecuadas para las presiones del sistema y deberán de ser estancas.

Los registros en conductos aislados o aislados internamente deberán de tener un aislamiento de 25 mm de fibra de vidrio rígido entre los paneles metálicos.

Los registros deberán de soportarse sobre bastidores separados con bisagras robustas.

El tamaño mínimo de los registros en los conductos deberán ser de 450 mm x 450 mm o lo que el tamaño del conducto permita.

La cara exterior de los registros de acceso a compuertas cortafuego y cortahumos. irán identificadas con letras en rojo.

Los espesores de los registros de acceso para los sistemas de extracción de cocina deberán de ser iguales a los del conducto.

Compuertas de sobrepresión

Serán de lamas de aluminio y junta plástica en los extremos para reducir fugas contrapresión ajustable. Los ejes serán de acero o aluminio.

Equilibrado: Pesos fijos desmontables en las lamas y contrapesos para ajustes finos.

c.17.2. AISLAMIENTO

General

Entregas.

El contratista deberá presentar muestras de cada tipo de aislamiento y productos auxiliares para su revisión.

El contratista suministrará una lista de materiales con datos técnicos de cada tipo de aislamiento utilizado en el proyecto, documentando su función, calidad y características e incluyendo, al menos, las siguientes características: propagación de llama, generación de humo, y características de rendimiento térmico.

Como parte de la presentación de los planos de montaje, se incluir en la primera entrega, informes de ensayos certificados de que los materiales y sus componentes cumplen con la normativa legal al respecto de clasificaciones frente a riesgo de incendios y que los materiales no contienen amianto.

Se pondrá especial atención en que el aislamiento y su espesor cumplan el apéndice 03.1 del RITE.

Se incluirán detalles típicos sobre los sistemas de montaje, indicando accesorios utilizados y acabados finales.

Suministro, almacenamiento y manejo.

El contratista suministrará y almacenará los materiales en el embalaje original del fabricante debidamente etiquetados. Los materiales se almacenarán en lugares secos y protegidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán sus etiquetas hasta su instalación.

Para evitar deterioros no se permitirá que el aislamiento se moje, se humedezca o se manche. Se protegerá el aislamiento de su exposición a altas temperaturas, excesiva exposición a los rayos solares y al contacto con superficies calientes por encima de las temperaturas seguras indicadas por el fabricante.

No se comenzará la instalación de aislamiento en períodos desfavorables, a menos que el trabajo se realice de acuerdo con los requisitos e instrucciones del fabricante.

Requisitos generales.

Frente al fuego los aislamientos tendrán, al menos, clasificación de no inflamable, no propagador de llama (M1), no generando en caso de incendio humos ni productos tóxicos apreciables.

Junto a la primera entrega de los planos de montaje, el contratista entregará los certificados oficiales que demuestran el cumplimiento del comportamiento al fuego de los materiales aislantes.

Todos los auxiliares y accesorios tales como, adhesivos, mastics, serán asimismo no combustibles, ni generarán humos ni productos tóxicos apreciables en caso de exposición al fuego. Los tratamientos ignífugos que se requieran serán permanentes, no permitiéndose el uso de materiales para dichos tratamientos solubles al agua.

No se permite la utilización de amianto.

Además, el material de aislamiento térmico deberá cumplir con las siguientes características:

Ser imputrescible.

No contener sustancias que se presten a la formación de microorganismos. No desprender olores a la temperatura de trabajo.

No provocar la corrosión de las tuberías y conductos en las condiciones de uso. No ser alimento de roedores.

Instalación.

El aislamiento deberá ser aplicado sobre superficies limpias y secas, una vez inspeccionadas y preparadas para recibir aislamiento.

Se examinarán las áreas que vayan a ser aisladas. El contratista deberá de corregir todas aquellas condiciones que se puedan influir negativamente para la correcta terminación del trabajo en calidad y plazo. No se comenzará hasta que las condiciones insatisfactorias hayan sido corregidas.

Se verificará que todos los elementos de soportería hayan sido dimensionados y ajustados para permitir que las camisas del aislamiento atraviesen estos componentes sin ser taladradas.

No se iniciará la instalación del aislamiento hasta que hayan sido instaladas las tuberías, los conductos y otros elementos salientes sobre los mismos.

El acabado final del aislamiento, en especial en zonas vistas, tendrá un aspecto uniforme, limpio y ordenado.

En general, se instalarán los materiales de aislamiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante, a excepción de que se indiquen o especifiquen requisitos más restrictivos. Se extenderá el espesor total del aislamiento sobre la superficie total a ser cubierta a menos que se indique lo contrario. Se deberá cortar y encajar o conformar el aislamiento fuertemente alrededor de todas las obstrucciones o taladros de manera que no existan huecos en el curso del aislamiento.

Cuando sea posible, todo el aislamiento de tuberías deberá de aplicarse de forma continua. Cuando el uso de formas segmentadas sea necesario, los segmentos deberán de ser de tal construcción de manera que encajen correctamente en las superficies curvas en las cuales sean aplicados.

El aislamiento de las superficies frías donde se empleen encamisados con barrera de vapor deberá de ser aplicado con un sello de barrera de vapor continuo y sin roturas. Los soportes, anclajes, etc., que se fijen directamente a servicios fríos deberán de ser adecuadamente aislados y sellados formando barrera de vapor para prevenir condensaciones.

En los soportes de tuberías frías aisladas se instalarán inserciones. Las inserciones entre la tubería y los soportes deberán de consistir en aislamiento de tubería rígido del

mismo espesor que el aislamiento adyacente y deberán de ser provistas con barrera de vapor donde sea necesario. Las inserciones deberán de tener suficiente resistencia a compresión de tal manera que cuando sean utilizadas en combinación con escudos de chapa metálica, soporten el peso de la tubería y del fluido sin romper el aislamiento.

Las válvulas y accesorios ocultos deberán de encontrarse correctamente aislados. El espesor terminado del aislamiento en los accesorios y válvulas deberá de ser como mínimo el de las tuberías adyacentes.

Las válvulas y accesorios expuestos y todas las bridas deberán de ser aisladas con accesorios preconformados o segmentos de aislamiento. El aislamiento de las bridas deberá de extenderse un mínimo de 25 mm más allá de la terminación de la tornillería. Se adoptarán las medidas necesarias, tales como instalación con recubrimientos preconformados, con el fin de que la instalación quede con un aspecto uniforme, limpio y ordenado.

No se permite la perforación de la barrera de vapor.

Las bandas que se utilicen en las uniones tendrán 80 mm de anchura mínima y serán del mismo material que la barrera de vapor.

Donde se especifique aislamiento para tuberías, se aislarán de modo similar todos los tramos de conexiones, purgadores, vaciados u otras tuberías sujetas a pérdidas o ganancias térmicas, según el caso.

Se aislarán completamente tuberías, tanques o depósitos de agua, válvulas, intercambiadores, accesorios, etc. Todos los soportes metálicos que pasen a través del aislamiento, incluyendo soportes de depósitos e intercambiadores, soportes de tubería, etc., se aislarán al menos una longitud de cuatro veces el espesor del aislamiento. Cuando los equipos estén soportados por cunas de metal, el aislamiento se prolongará hasta la cimentación de hormigón.

Cualquier aislamiento mostrando evidencia de humedad será rechazado por la Dirección Técnica. Todo aislamiento que se aplique en una jornada de trabajo, deberá tener también en dicha jornada la barrera antivapor. Cualquier evidencia de discontinuidad en la barrera antivapor será causa suficiente de rechazo por la Dirección Técnica.

El aislamiento exterior de conductos quedará perfectamente unido al conducto, utilizándose los medios adecuados: pins, adhesivos especiales no combustibles, mallas metálicas,... La barrera de vapor no se verá en ningún caso interrumpida, disponiéndose juntas de sellado o bandas adhesivas de 80 mm de anchura mínima en las uniones. En conductos de 600 mm de anchura o mayor, se dispondrán pins y clips en su parte inferior. Los pins estarán preferentemente soldados por punto.

Aislamiento de redes de tuberías

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de redes de tuberías:

Tipo AT-1. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.

Tipo AT-2. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.

Tipo AT-3. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Tipo AT-4. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.

Tipo AT-5. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica 0,037 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.

Tipo AT-6. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica 0,037 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Tipo AT-7. Aislamiento de tubería a base de coquilla de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica 0,035 W/m°C, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente.

Tipo AT-8. Aislamiento de tubería a base de coquilla de espuma elastomérica, color gris, conductividad térmica 0,037 W/m°C, comportamiento al fuego M1, tipo SH/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente.

Tipo AT-9. Aislamiento de tubería de silicato de calcio. El aislamiento deberá tener una densidad de 176 kg/m³ de silicato de hidróxido de calcio con una conductividad térmica máxima de 0,06 W/m°C a 93°C de temperatura media. El aislamiento se soportará con malla de cobre.

Aislamiento de válvulas

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de válvulas:

Tipo AV-1. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.

Tipo AV-2. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.

Tipo AV-3. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Tipo AV-4. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.

Tipo AV-5. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.

Tipo AV-6. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Tipo AV-7. Aislamiento anticondensación de válvula a base de 2 capas de cinta autoadhesiva de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica 0,035 W/m°C, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente.

Tipo AV-8. Aislamiento de válvula a base de manta de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica 0,035 W/m°C, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente, y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Aislamiento de colectores

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de colectores:

Tipo AL-1. Aislamiento de colector a base de manta semirrígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,041 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.

Tipo AL-2. Aislamiento de colector a base de manta semirrígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,041 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Tipo AL-3. Aislamiento de colector a base de manta de semirrígida de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.

Tipo AL-4. Aislamiento de colector a base de manta semirrígida de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Tipo AL-5. Aislamiento de colector a base de manta de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica 0,035 W/m°C, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente, y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Aislamiento de conductos

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de conductos de chapa:

Tipo AC-1. Aislamiento de conductos a base de manta de lana de vidrio de 55 mm de espesor, conductividad térmica 0,048 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con sujeción adicional mediante malla metálica galvanizada de 10 cm.

máximo entre nudos, con sellado de juntas.

Tipo AC-2. Aislamiento de conductos a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica 0,035 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.

Tipo AC-3. Aislamiento de conductos a base de manta semirrígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,041 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.

Tipo AC-4. Aislamiento de conductos a base de manta rígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,035 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.

Tipo AC-5. Aislamiento de conductos a base de manta de lana de vidrio de 55 mm de espesor, conductividad térmica 0,048 W/m°C y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, colocada sobre distanciadores, con sellado de juntas.

Tipo AC-6. Aislamiento de conductos a base de manta semirrígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,041 W/m°C y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, colocada sobre distanciadores, con sellado de juntas.

Tipo AC-7. Aislamiento interior anticondensación de conductos a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica 0,035 W/m°C y terminación velo de vidrio recubierto por película elástica protectora, con sellado de juntas.

Tipo AC-8. Aislamiento de conductos a base de manta de lana de roca de 60 mm de espesor, conductividad térmica 0,040 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con sujeción adicional mediante malla metálica galvanizada de 10 cm. máximo entre nudos, con sellado de juntas.

Tipo AC-9. Aislamiento de conductos a base de manta semirrígida de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.

Tipo AC-10. Aislamiento de conductos a base de manta rígida de lana de roca, conductividad térmica 0,045 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.

Tipo AC-11. Aislamiento de conductos a base de manta de lana de roca de 60 mm de espesor, conductividad térmica 0,040 W/m°C y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, colocada sobre distanciadores, con sellado de juntas.

Tipo AC-12. Aislamiento de conductos a base de manta semirrígida de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, colocada sobre distanciadores, con sellado de juntas.

Aislamiento para equipos. Cajas de humos y extracción de cocinas

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de equipos:

Tipo AE-1. Aislamiento de equipos a base de manta rígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,035 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.

Tipo AE-2. Aislamiento de equipos a base de manta rígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,035 W/m°C y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, colocada sobre distanciadores, con sellado de juntas.

Tipo AE-3. Aislamiento de equipos a base de manta rígida de lana de roca, conductividad térmica 0,045 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.

Tipo AE-4. Aislamiento de equipos a base de manta semirrígida de lana de roca, conductividad térmica 0,045 W/m°C y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, colocada sobre distanciadores, con sellado de juntas.

Tipo AE-5. Aislamiento de equipos para alta temperatura a base de hidróxido de silicato cálcico de una densidad próxima a 176 kg/m³ y conductividad máxima de 0,06 W/m°C a 93°C de temperatura media.

Tipo AE-6. Aislamiento de equipos a base de manta de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica 0,035 W/m°C, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente, y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Aislamiento de lana de vidrio

Aislamiento de redes de tuberías

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio del aislamiento de tubería y valvulería mediante coquilla o manta de lana de fibra de vidrio de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto para todas aquellas tuberías en las que pueda existir una diferencia de temperatura entre el agua transportada y su ambiente periférico superior a 5°C, a no ser que se indique lo contrario en el proyecto.

La lana de vidrio de las coquillas será de las siguientes características:

Conductividad térmica máxima: 0,033 W/m°C a 24°C

0,042 W/m°C a 90°C

Densidad: 60 Kg/m³ (±10%)

Clasificación ante el fuego: M0

Las coquillas se suministrará en unidades de longitud no superior a 1,5 m. máximo. Estos elementos serán rígidos en forma de cilindros huecos de lana de fibra de vidrio, impregnadas en resinas termoendurecibles. Las uniones de las diferentes coquillas se realizarán a tope, procurando la máxima unión entre terminales.

Antes de aplicarse el aislamiento, las superficies deberán estar limpias, secas y con dos capas de pintura antioxidante (en las tuberías que se prevean posibles condensaciones, además se aplicarán dos manos de pintura bituminosa asfáltica), habiéndose previamente probado hidráulicamente el circuito a aislar según las normas

indicadas por la Dirección de Obra.

El paso del aislamiento a través de paramentos, muros o forjados se realizará por medio del manguito correspondiente previamente entregado por el instalador y recibido por el contratista de obra civil.

Cuando sea requerido en proyecto, las coquillas incorporarán una hoja de aluminio reforzada con fibra de vidrio al exterior, que actuará como barrera de vapor.

Aislamiento de redes de conductos y de equipos

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio del aislamiento de conductos mediante manta de lana de fibra de vidrio de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto para todos aquellos conductos metálicos en los que pueda existir una diferencia de temperatura entre el aire transportado y su ambiente periférico superior a 2°C, a excepción de los conductos de extracción y los de aire exterior a no ser que se indique lo contrario en el presupuesto.

Se utilizarán seis tipos de aislamientos de lana de vidrio, con las siguientes características:

Tipo A.

Conductividad térmica máxima: 0,048 W/m°C a 24°C Densidad:

FVM-1 s/UNE 92102/89

Clasificación ante el fuego: M0 Revestimiento

con hoja de aluminio reforzado. Espesor: 55 mm

Gran flexibilidad.

Sujeción adicional por malla metálica galvanizada de 10 cm. máximo entre nudos. Tipo

ISOVER Fieltro IBR ALUMINIO o equivalente.

Tipo B.

Conductividad térmica máxima: 0,048 W/m°C a 24°C Densidad:

FVM-1 s/UNE 92102/89

Clasificación ante el fuego: M0

Sin revestimiento.

Espesor: 55 mm

Gran flexibilidad.

Tipo ISOVER Fieltro IBR DESNUDO o equivalente. Tipo

C.

Conductividad térmica máxima: 0,035 W/m°C a 24°C

Clasificación ante el fuego: M1 Revestimiento
con hoja de aluminio reforzado. Espesor: 20 y 40 mm

Tipo ISOVER Fieltro ISOAIR o equivalente.

Tipo D.

Conductividad térmica máxima: 0,035W/m°C a 24°C

Clasificación ante el fuego: M1

Revestimiento con velo de vidrio recubierto por película elástica protectora. Para
aislamiento interior de conductos vistos.

Espesor: 12 ó 25 mm

Tipo ISOVER Fieltro FIBRAIR VN o equivalente.

Tipo E.

Conductividad térmica máxima: 0,041W/m°C a 24°C

Densidad: FVP-2 s/UNE 92102/89

Clasificación ante el fuego: M0

Sin revestimiento.

Semirrígido.

Espesor: 30, 40, 50 o 100 mm

Tipo ISOVER panel PI-156 o equivalente. Tipo

F.

Conductividad térmica máxima: 0,035 W/m°C a 24°C Densidad:

FVP-5 s/UNE 92102/89

Clasificación ante el fuego: M0

Sin revestimiento.

Rígido.

Espesor: 30, 40, 50 o 100 mm

Tipo ISOVER panel PI-256 o equivalente.

Aislamiento de lana de roca

Aislamiento de redes de tuberías

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio del aislamiento de tubería y valvulería mediante coquilla o manta de lana de roca de

acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto para todas aquellas tuberías en las que pueda existir una diferencia de temperatura entre el agua transportada y su ambiente periférico superior a 5°C, a no ser que se indique lo contrario en el proyecto.

La lana de roca será de las siguientes características:

Conductividad térmica máxima: 0,037 W/m°C a 24°C

0,048 W/m°C a 90°C

Densidad: 65 Kg/m³ Clasificación

ante el fuego: M0

Las coquillas se suministrará en unidades de longitud no superior a 1,5 m. máximo. Estos elementos serán rígidos en forma de cilindros huecos de lana de roca, impregnadas en resinas termoendurecibles. Las uniones de las diferentes coquillas se realizarán a tope, procurando la máxima unión entre terminales.

Antes de aplicarse el aislamiento, las superficies deberán estar limpias, secas y con dos capas de pintura antioxidante (en las tuberías que se prevean posibles condensaciones, además se aplicarán dos manos de pintura bituminosa asfáltica), habiéndose previamente probado hidráulicamente el circuito a aislar según las normas indicadas por la Dirección de Obra.

El paso del aislamiento a través de paramentos, muros o forjados se realizará por medio del manguito correspondiente previamente entregado por el instalador y recibido por el contratista de obra civil.

Aislamiento de redes de conductos y de equipos

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio del aislamiento de conductos mediante manta de lana de roca de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto para todos aquellos conductos metálicos en los que pueda existir una diferencia de temperatura entre el aire transportado y su ambiente periférico superior a 2°C, a excepción de los conductos de extracción y los de aire exterior a no ser que se indique lo contrario en el presupuesto.

Se utilizarán tres tipos de aislamientos de lana de roca, con las siguientes características:

Tipo A.

Conductividad térmica máxima: 0,040 W/m°C a 24°C Densidad: 21

Kg/m³ (±10%)

Clasificación ante el fuego: M0 Revestimiento

con hoja de aluminio reforzado. Gran flexibilidad.

Espesor: 60 mm

Sujeción adicional por malla metálica galvanizada de 10 cm. máximo entre nudos. Tipo

ROCKWOOL Fieltro 128 o equivalente.

Tipo B.

Conductividad térmica máxima: 0,037 W/m°C a 24°C Densidad: 15

Kg/m³

Clasificación ante el fuego: M0 Revestimiento

con hoja de aluminio reforzado. Semirrígido.

Espesor: 40 mm en interiores / 60 mm en exteriores Tipo

ROCKWOOL Fieltro 126 o equivalente.

Tipo C.

Conductividad térmica máxima: 0,045 W/m°C a 24°C Densidad: 40

Kg/m³

Clasificación ante el fuego: M0 Revestimiento

con hoja de aluminio reforzado.

Rígido. Con fibras perpendiculares al fieltro, para alta resistencia a la compresión. Espesor:

40 mm en interiores / 60 mm en exteriores

Tipo ROCKWOOL Fieltro 133 o equivalente.

Aislamientos conformados flexibles

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los aislamientos conformados flexibles de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto y en general siempre que por la canalización pueda discurrir un fluido con temperatura inferior a la determinada como interior de ambiente en las hipótesis de cálculo o superior a 40°C y no se haya definido otro tipo de aislamiento.

En el acoplamiento se prestará especial atención a su apilamiento de forma que las capas inferiores no queden excesivamente presionadas. El material será espuma sintética flexible, especial para aislamiento, conformado en planchas (hojas y rollos) o en coquillas cilíndricas de diámetros interiores iguales o ligeramente superiores al diámetro exterior de la tubería a aislar.

Su composición será tal que le confiera propiedades de autoextinguible, imputrescible y químicamente neutro.

En el caso de las coquillas es recomendable siempre que sea posible su montaje por embutición en el tubo, previo al montaje del mismo. Si no fuera por este sistema se utilizará el de apertura longitudinal.

El pegado de las costuras longitudinales, conformación de accesorios y unión de piezas conformadas se realizará exclusivamente con el adhesivo indicado por el fabricante. La aplicación sólo se hará con temperaturas superficiales del tubo comprendidas entre los 15 y 30°C, con un tiempo de secado mínimo de 24 horas de discurrir fluido por la canalización. Bajo ningún concepto se montarán con estiramientos ni compresión.

Se utilizarán cuatro tipos de aislamientos conformados flexibles, con las siguientes características:

Tipo A.

Espuma elastomérica a base de caucho sintético, de estructura celular estanca, formando barrera de vapor.

Conductividad térmica máxima: 0,035W/m°C a 0°C

Clasificación ante el fuego: M1

Color: negro

Tipo ARMSTRONG AF/ARMAFLEX o equivalente.

Tipo B.

Espuma elastomérica

Conductividad térmica máxima: 0,037W/m°C a 20°C

Clasificación ante el fuego: M1

Color: gris

Tipo ARMSTRONG SH/ARMAFLEX o equivalente.

Tipo C.

Espuma elastomérica a base de caucho sintético, de estructura celular estanca, formando barrera de vapor.

Conductividad térmica máxima: 0,040W/m°C a 0°C

Clasificación ante el fuego: M1

Color: negro

Resistente a rayor UV.

Para altas temperaturas de utilización (< 175°C) Tipo

ARMSTRONG HT/ARMAFLEX o equivalente. Tipo D.

Espuma de polietileno.

Conductividad térmica máxima: 0,038W/m°C a 20°C

Clasificación ante el fuego: M1

Color: gris oscuro

Tipo TUBOLIT DG o equivalente.

Forros de aluminio

Camisa de aluminio

Es competencia del instalador el suministro, montaje y terminación del forrado de aluminio de todas aquellas canalizaciones de agua, aire o cualquier otro fluido que estén aisladas, así como de aquellos equipos o accesorios así mismo aislados en obra que estén situados o ubicados en zonas vistas, aunque sean de servicios, tales como salas de máquinas, corredores, pasillos, etc., y exteriores. No estarán forrados, por tanto, las ubicaciones en falsos techos, patinillos, zanjias registrables o galerías subterráneas de distribución, salvo indicación en contra en proyecto.

El forrado se realizará con chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, de la misma calidad, no debiéndose apreciar matices de terminación por diferencia de partida. Las juntas, siempre que sea posible, quedarán en las zonas ocultas. Las tomas por aparatos de medida, control, derivaciones, etc., dispondrán de sus escudos o embellecedores de remate correspondientes. Es recomendable la utilización de pegamentos en cualquier caso los remaches serán los mínimos y por las zonas ocultas. Especial atención se prestará al forrado de válvulas y accesorios, tanto en su acabado estético, como en su maniobra y posibilidad de registro sin afectación a las líneas contiguas. Los cortes y pliegues serán limpios, sin rebabas y en ningún caso presentando canto vivo en los remates, que puedan producir cortes a los futuros usuarios.

En el forrado de las tuberías exteriores, las costuras deberán situarse de forma que impidan las entradas de agua. En la recepción todo el forrado estará limpio y no podrá presentar deformaciones o abombamientos.

El acabado en aluminio se realizará con costura disimulada y remaches en la cara oculta, debiendo presentar un acabado general limpio y estético.

Película de papel aluminio.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y terminación del forrado con barrera de vapor a base de papel aluminio de todas aquellas canalizaciones de agua, aire o cualquier otro fluido, así como de aquellos equipos o accesorios así mismo aislados en obra, que estén aislados, cuando así se requiera en las especificaciones de proyecto.

El papel de aluminio será autoadhesivo y vendrá reforzado con malla de fibra de vidrio textil.

Las coquillas que vengan de fábrica recubiertas con papel de aluminio dispondrán de solapa autoadhesiva. Las uniones de las diferentes coquillas se realizarán a tope, procurando la máxima unión entre terminales y sellados con cinta cubretuberías de papel de aluminio reforzado, totalmente autoadhesivo.

c.17.3. CALDERAS

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las calderas de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

El rendimiento del conjunto caldera-quemador se ajustará al indicado en el Real Decreto 275/1995 referido en la ITC 04.9 del RITE, considerándose el funcionamiento a régimen normal con la caldera limpia. La temperatura de humos se adecuará a la que el fabricante especifique en la placa de la caldera y una temperatura superior, entendiéndose que con esta temperatura se mantiene el rendimiento mínimo antes indicado.

En cuanto a la presión de prueba, se comprobará que la caldera puede soportar sin que se aprecien roturas, deformaciones, exudaciones o fugas, una presión hidrostática interior de pruebas igual a vez y media la máxima que han de soportar en funcionamiento y con un mínimo de 700 KPa.

Características

Las calderas tendrán, salvo indicación expresa en proyecto, las siguientes características:

Las calderas serán del tipo pirotubular, monobloc, de chapa de acero, calorifugada con aislante de fibra de vidrio de 70 mm de espesor.

El hogar será presurizado con cámara de combustión y circuito de humos totalmente refrigerados.

Circuito de humo de tres pasos, provisto de turbuladores en el haz tubular

Caja de humos con salida horizontal, provista de puerta de seguridad antiexplosión.

Amplia puerta frontal fácilmente adaptable para abrirse a la izquierda o la derecha según necesidades.

Conexiones de ida y retorno situadas en la parte superior de la caldera.

Dotada de una conexión en su parte inferior, para eliminación de lodos y vaciado.

Rendimiento mínimo: 90%.

Envolvente en chapa de acero pintada al horno con carenado de la puerta. Equipadas con cuadro de control, que incluirá: termómetro, manómetro y termostatos. Aislamiento de la puerta con material cerámico de baja inercia térmica.

Las calderas se instalarán sobre bancada de hormigón de 100 mm de altura y dimensiones en planta 150 mm mayores cada lado de la base de la caldera.

El conjunto caldera-quemador incorporará, para la relación con el sistema de gestión centralizada del edificio, un conjunto adicional de contactos normalmente cerrados (convertible a contactos normalmente abiertos) para permitir el anuncio remoto de todas las alarmas, arranque y parada automáticos, así como salidas/entradas para asignación de consignas, información de consumos, estados, etc, según diseño del sistema centralizado de control del edificio.

C.17.4. QUEMADORES

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los quemadores de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Los dispositivos eléctricos del quemador estarán protegidos para soportar sin perjuicios las temperaturas a que van a estar sometidos, no instalándose, en ningún caso, conductores de sección inferior a 1,5 mm².

Los fusibles de todos los elementos de control, cuando estos sean eléctricos, están situados en el cuadro general de la instalación sin que el fallo de uno de los fusibles o automáticos de otros elementos pueda afectar al funcionamiento de estos controles. En caso de corte de energía eléctrica, los controles mencionados tomarán la posición que proporcione la máxima seguridad. La potencia del quemador estará de acuerdo, según datos suministrados por el fabricante, con la potencia y características de la caldera con el fin de que el conjunto caldera-quemador cumpla las exigencias de rendimiento indicadas en el apartado anterior.

Características

Los quemadores tendrán, salvo indicación expresa en proyecto, las características siguientes:

Los quemadores deberán estar preparados para funcionar con cámaras de combustión a sobrepresión y depresión.

El sistema de pulverización será mecánico a alta presión. Su funcionamiento será automático.

Deberán efectuar un barrido automático de la cámara de combustión antes del encendido.

Tendrán dos escalones de potencia.

Dispondrán de un panel de control, se podrá visualizar el funcionamiento del quemador.

La regulación del aire se realizará mediante sistema hidráulico que permita realizar el prebarrido con el aire abierto y cerrado durante la fase de paro, para evitar las entradas de aire en la cámara de combustión.

Seguridad contra fallo de llama por medio de fotorresistencia.

Válvula solenoide para corte instantáneo de paso de combustible en las paradas. Llevarán cuadro eléctrico incorporado.

c.17.5. CONDUCTOS DE EVACUACIÓN DE HUMOS

General

Es responsabilidad del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los conductos de evacuación de humos de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Los conductos de evacuación de humos serán de construcción modular, con absorción de dilatación individual y carecerán de puentes térmicos continuos por unión de la pared interior y exterior con chapa embutida o plana. Se dispondrá un conducto por cada caldera salvo que se exprese lo contrario en presupuesto o especificaciones técnicas.

Dispondrá de protección superficial exterior de PVC adhesivo durante el transporte y montaje.

Características de los materiales

Conducto de humos

Pared exterior: chapa de acero inoxidable de 0,4 mm de espesor, acabado brillo espejo, con protección de lámina adhesiva de PVC.

Pared interior: Chapa de acero inoxidable de 0,4 mm de espesor, acabado brillo espejo.

Aislamiento: Lana de roca, fabricación y densidad para conseguir pérdidas totales inferiores a 1,0 w/m²C. Las pérdidas acústicas por transmisión serán como mínimo de 40 dB(A).

Unión de módulos

Sistema macho - hembra y estructura de conformación puntual, con ausencia de puente térmico directo y fuga de gases. Ausencia total de amianto y derivados.

Accesorios

Serán todos de acero inoxidable y se incluirán todos los necesarios, tales como módulo de comprobación (CO₂, índice de hollín, temperatura de humos, tiro), regulador de tiro, colector de hollín, abrazaderas, soportes, sombrerete, adaptador de caldera, anclajes de carga, etc.

Dispondrán de un orificio (5 + 10 cm de diámetro) para toma de muestras a la salida de las calderas (a 50 cm de distancia aproximadamente).

C.17.6. DEPÓSITOS DE EXPANSIÓN - CONTRACCIÓN

General.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los depósitos de expansión - contracción cerrados de membrana de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

La capacidad de los depósitos de expansión - contracción será la suficiente para absorber la variación de volumen de agua de la instalación al variar su temperatura en el intervalo máximo marcado por las condiciones de funcionamiento y la temperatura ambiental. Como norma general se sobredimensionará el depósito un 20% de su capacidad.

Los depósitos estarán provistos de bancadas de estructura metálica para su apoyo en el suelo.

Características

El cuerpo exterior del depósito será de acero, timbrado y estará construido de forma que sea accesible la membrana interior de expansión. El interior tendrá un tratamiento anticorrosivo y exteriormente un doble tratamiento antioxidante con acabado pintado al duco o esmaltado al horno.

El depósito estará dividido en dos cámaras herméticas entre sí, por la membrana de dilatación, construida en caucho butílico o polipropileno, con elasticidades recuperables a temperaturas inferiores a 60°C, sin degradación del material. La cámara de expansión de gas estará rellena con nitrógeno u otro gas inerte disponiendo de acometida para reposición de gas y manómetro. En la acometida del agua se incluirá manómetro, termómetro, válvula de alimentación, purga de agua y seguridad. Asimismo, esta acometida dispondrá de sifón en cuya parte superior se dispondrá de botellón de recogida de aire con purgador manual y automático. Especial atención deberá tenerse en la puesta a punto para la determinación de la presión de trabajo de forma que en ningún caso y dentro de los límites de construcción, mantenga ningún punto de la instalación con presión inferior a 3 m.c.a.

Si la unidad se montase al exterior, se aislará con fibra de vidrio de 50 mm. de espesor, recubierta con chapa de aluminio.

Los depósitos de expansión estarán contruidos para una presión de trabajo mínima de 3 bares. La presión de relleno inicial será de 1 bar y la presión final de 4 bar, salvo indicación contraria en el presupuesto o especificaciones técnicas.

c.17.7. GRUPOS ELECTROBOMBAS

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las bombas centrífugas y motores para los sistemas de circulación de agua de acuerdo

con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto. El contratista deberá verificar las condiciones de aspiración de todas las bombas, y proveer bombas para funcionamiento con altura manométrica adecuada. Se incluirán curvas de rendimiento de las bombas suministradas.

En ningún caso la potencia al freno de los motores estando las bombas trabajando a su máxima capacidad, excederá la potencia nominal del motor. Las bombas estarán perfectamente equilibradas estática y dinámicamente y se seleccionarán para soportar presiones iguales o mayores a la presión estática deducida de los planos, más la presión a descarga cerrada.

La presión de descarga en circuito cerrado de las bombas no deberá de exceder el 125% de la de funcionamiento. Se suministrarán, si se necesita, conexiones para limpieza de empaquetaduras.

Las bombas deberán de ser seleccionadas para funcionar cerca del punto de eficiencia máxima, permitiendo el funcionamiento en capacidades de aproximadamente un 25% por debajo de la capacidad de diseño. Además, el diámetro del rodete deberá de ser seleccionado de modo que la capacidad de diseño de cada bomba no exceda el 90% de la capacidad obtenible con el diámetro del rodete máximo para dicho modelo a la velocidad de diseño.

La curva de la bomba deberá tener pendiente continua desde la capacidad máxima hasta el punto de corte.

En todos los casos los tamaños de los motores deberán de ser seleccionados para trabajar holgadamente dentro del rango completo de funcionamiento de la bomba, con el tamaño de rodete instalado.

Garantía. La bomba deberá de suministrar el caudal requerido a la presión de diseño con una tolerancia de $\pm 3\%$ sin sobrecalentamientos del motor, cojinetes o cualquier otra parte y producción normal de ruido. Los cierres deberán de reemplazarse sin cargo alguno si se produce desgaste inusual u operación incorrecta durante el período de garantía, que no haya sido causada por fallo en el mantenimiento.

Características

Serán del tipo centrífugo, directamente acopladas a motores por medio de acoplamientos elásticos, formado una unidad compacta, montada sobre bastidor común de fundición de primera calidad.

Serán de tipo in-line o de bancada según indicaciones en documentos de proyecto.

Los grupos de bancada serán montados sobre bancadas de hormigón flotante sobre base de corcho aislante (5 cm. altura mínima), tipo VIBRACOR o equivalente, debidamente impermeabilizado, construidas por la empresa constructora de acuerdo con plano facilitado por el instalador y con peso no inferior al doble del de la bomba.

Las carcasas de las bombas serán del tipo envolvente, con conexiones de entrada y salida según normas DIN. Serán fácilmente desmontables para la inspección del rodete y eje de la bomba.

La transmisión bomba - motor eléctrico deberá disponer de un protector de seguridad,

teniendo pintadas como mínimo 4 rayas blancas para diferenciar su estado de paro o giro.

Los prensa estopas deberán contener una empaquetadura esponjosa debidamente lubricada a fin de prevenir un desgaste excesivo, sellados de forma adecuada. Se suministrarán conexiones de drenaje en la parte inferior del mismo, incluyendo la tubería de desagüe y el canalón abierto, común a otras bombas y conducido a sumidero.

Los grupos electrobombas deberán reunir las siguientes características en cuanto a materiales y prestaciones:

Cuerpo en fundición o bronce. Partidos, o no, según planos. Se incluirán conexiones para cebado, venteo, drenaje y manómetros en impulsión y descarga.

Rodete de fundición/polysulfone o bronce. Eje en acero inoxidable AISI 316.

Tubo de estanqueidad en acero inoxidable.

Cojinetes a bolas de carbono, a prueba de polvo y humedad.

Cierres Mecánicos: Todas las bombas deberán de estar provistas con cierres mecánicos y separadores de sedimentos:

a. Cierres. Los cierres deberán de ser adecuados para el tipo de servicio y para la presión. Los muelles deberán de ser de acero inoxidable y las partes metálicas de la cabeza del cierre deberán de ser de material no oxidable, tales como bronce o acero inoxidable.

b. Empaquetadura. Las empaquetaduras deberán de estar provistas de línea de limpieza. El diseño garantizará un barrido de agua limpia por medio de una línea de limpieza desde la descarga de la bomba a la conexión de limpieza en la empaquetadura. Un separador de abrasivos, deberá de ser provisto para cada cierre, y conducido a la línea de barrido para garantizar agua limpia en las caras del cierre.

Juntas tóricas de EPDM.

Acoplamiento flexibles del tipo todo acero con protector de acoplamiento. Se incluirá espaciador en el acoplamiento para facilitar el mantenimiento del grupo.

Rotor húmedo o seco, según documentos de proyecto..

Motor de 2 ó 4 polos, 2900 ó 1450 r.p.m. , 220V/1~ ó 220/380V/ 3~, 50 Hz, IP.44 clase F.

Presión de aspiración 2 m.c.a. para 82°C.

Caudal, altura manométrica, potencia del motor, número de velocidades y presión sonora según lo establecido en el presupuesto o especificaciones técnicas.

Instalación

Todas las bombas y motores deberán de ser instalados por un representante del fabricante o por personal cualificado y deberán de ser nivelados y alineados en

bancadas o soportes en estricta concordancia con las instrucciones del fabricante y las tolerancias recomendadas, utilizando un micrómetro indicador.

Esto será realizado antes de que se realice ninguna conexión de tubería o acometida eléctrica. Después de que todas las conexiones hayan sido realizadas y antes de poner cada bomba en funcionamiento, la nivelación y el ajuste debe ser comprobado de nuevo.

Todos los ajustes necesarios serán realizados para garantizar que la reacción está equilibrada, que el eje gira libremente y que la bomba presenta un funcionamiento silencioso. Cuando todos los ajustes se hayan completado, el motor y la bomba deberán de ser firmemente fijados mediante pernos.

Las bombas con cierres mecánicos no deberán de ponerse en funcionamiento eléctricamente con motivo de ensayo hasta que los sistemas se encuentren llenos con agua. Los cierres dañados durante la puesta en marcha y las pruebas, deberán de ser reemplazados sin coste alguno para la propiedad.

Se preverá espacio de acceso alrededor de las bombas para su mantenimiento. Este espacio no será menor que el mínimo recomendado por el fabricante.

Se preverá una válvula de purga de aire y una conexión de drenaje en las cámaras de bombas horizontales. Así mismo, se preverán drenajes para las bancadas y para los cierres, conectados mediante tubería y desaguando en los sumideros de suelo.

Se suministrará separador de aire en la parte de aspiración de las bombas de circulación y conectar al tanque de expansión.

Todas las bombas se lubricarán antes de su puesta en marcha.

C.17.8. INTERCAMBIADORES DE CALOR DE PLACAS

Es responsabilidad del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los intercambiadores de calor de placas, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Su construcción se basará en un bastidor compuesto por una placa fija, dos o más barras guías (superior e inferior), construida en acero inoxidable, en el que se aloja un paquete de placas corrugadas, estampadas en frío, cuyo número y tamaño será función de programa térmico requerido. Las placas estarán provistas de taladros en las esquinas de forma que distribuyen los dos medios entre los que se intercambiará calor fluyendo de forma alternativa por los espacios que hay entre las placas, siempre en contracorriente.

El sistema de sellado se consigue mediante soldadura alrededor de la periferia de la placa y en cada punto de contacto formado por la corrugación de las placas alternativamente invertidas. El material de soldadura será cobre.

El cuerpo del intercambiador se finalizará con una placa móvil o de presión, construida en acero inoxidable, que permite, mediante pernos de apriete, el cierre hidráulico de la unidad. Puede contar, si así es necesario para su fijación al suelo, con una columna soporte posterior.

Todas las conexiones serán de acero AISI-316. La presión máxima de trabajo será de 16 kg/cm².

La construcción de las placas será tal que permita un máximo intercambio térmico en un mínimo espacio y con una reducida pérdida de carga tanto en primario como en secundario. El coeficiente de transmisión térmica será mayor de 5.000 w/m²°C.

Las placas estarán construidas en acero inoxidable AISI-316 en instalaciones de agua en circuito cerrado o vapor. En otros casos (aprovechamiento de agua marina, ...) se utilizarán los materiales convenientes, tales como SMO-254 (Avesta), Titanio, Hasteloy o Incoloy.

Se utilizarán en general juntas de EPDM vulcanizado al azufre o al peróxido, por su buena resistencia a oxidantes y soluciones que contengan cloro libre. Ocasionalmente se aceptarán juntas de nitrilo vulcanizado al azufre o al peróxido.

C.17.9. ACUMULADORES DE AGUA

Es responsabilidad del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los depósitos acumuladores de agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Estarán contruidos en acero negro o galvanizado, según abastezcan un sistema cerrado o abierto, con espesores de chapa acordes a su tamaño, presión de trabajo y reglamentación al respecto. Si el montaje se realizase en obra, se realizarán pruebas hidráulicas a 2 veces la presión de trabajo prevista, durante 24 horas, gestionando a continuación el correspondiente timbrado por la Delegación de Industria. Exteriormente y antes de la aplicación de ningún aislamiento se aplicarán 2 capas de pintura antioxidante y anticorrosiva tipo epoxi, totalmente insoluble e impermeable al agua y resistente al calor (130°C). Esta capa interna no afectará ni en olores ni en composición al agua almacenada.

Siempre que se prevean temperaturas de acumulación superiores a 40°C o inferiores a 20°C, el depósito se aislará con manta de fibra de vidrio de 50 mm. de espesor mínimo protegida exteriormente con chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, debidamente cosida de forma que presente un correcto acabado, tanto en zonas lisas como en accesorios. En acumulación de agua fría se aplicará barrera de vapor.

Cada tanque estará puesto a tierra y protegido galvánicamente. Dispondrá de orificios y acometidas, realizadas previamente a las pruebas de presión de los siguientes accesorios:

Termómetros (niveles inferior y superior).

Manómetro.

Purgas de aire (automática y manual).

Purgas de agua y lodos.

Sondas de captación de control. Sondass de medida con aparato portátil. Válvula de seguridad.

Termostato de seguridad.

La unidad se suministrará con los aparatos de seguridad y medida indicados.

Dispondrá de boca de hombre para acceso y vigilancia del interior del tanque, cuando el tamaño del tanque lo permita.

Cuando existan resistencias eléctricas para el calentamiento del agua del tanque, se dispondrá un cuadro de control eléctrico por cada tanque y su correspondiente grupo de resistencias que comprenderá:

Protecciones magnetotérmicas por cada resistencia.

Interruptor general.

Amperímetro.

Voltímetro.

Mando por cada resistencia (ON, OFF y AUT). Pilotos de funcionamiento de cada etapa y alarmas.

Contactores, relés, programadores y demás accesorios para control y mando.

c.17.10. UNIDADES ENFRIADORAS - BOMBAS DE CALOR

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta a punto de los grupos de enfriamiento y bombas de calor en la situación y forma que se indican en los planos y de las características funcionales que se indican en el apartado correspondiente del proyecto. Especial atención deberá considerarse en su ubicación en relación a su espacio de registro.

Las unidades enfriadoras o bombas de calor cumplirán con las especificaciones del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, el Reglamento de Aparatos a Presión y lo indicado en la ITC 04.11 del RITE.

Las unidades darán las prestaciones indicadas en planos. Las unidades estarán completamente equipadas, esto es, con condensador, evaporador, motor, arrancador, protecciones, compresor, carga de refrigerante, carga de aceite, purga o bombeo, panel de control, sensores, aislamientos antivibratorios, conexiones, aislamiento y elementos auxiliares. Las unidades suministrarán las capacidades indicadas en las condiciones indicadas en los documentos de proyecto sin exceder el consumo especificado.

Las unidades funcionarán de modo totalmente automático, e incorporará todos los sistemas de alarma y automáticos necesarios para evitar su deterioro. Junto con los planos de montaje, se incluirá información completa del equipo, incluyéndose curva de rendimiento a cargas parciales.

El tipo de compresor y el tipo de refrigerante vendrán especificados en la memoria y planos del proyecto. El refrigerante por defecto será de tipo ecológico (R-134A ó R- 407C).

Previo a los montajes el instalador se asegurará con el coordinador de la obra, los puntos de suministro de agua, fuerza eléctrica y desagües adecuados para su correcto funcionamiento así como la disposición de la bancada de apoyo.

Especial atención se dispondrán en las medidas acústicas y antivibratorias de forma que se cumplieren las normativas y ordenanzas vigentes al respecto.

El máximo nivel sonoro admisible de 80 dbA medido de acuerdo con el estándar ARI 575 o equivalente. El contratista preverá los medios necesarios para alcanzar dicho nivel sonoro.

El fabricante proporcionará garantía de todos los componentes y del funcionamiento por un período de un año desde el arranque inicial y aceptación por parte del propietario. Además, el compresor y el motor del compresor tendrán una garantía de 5 años.

Componentes

Carcasa

Construidas sobre bastidor de acero laminado, galvanizado o metalizado.

Si la unidad va a ser instalada en intemperie estará construida en aluminio intemperie Su diseño estará realizado mediante paneles desmontables de cierre rápido con revestimiento interno del material aislante termoacústico. Toda la tornillería utilizada cumplirá las normas DIN calidad 8.8 estando sometida a un baño final de bicromatizado. Los grupos serán totalmente despiezables, no perdiendo por ello estanqueidad una vez montados.

Evaporador y condensador

Tanto evaporador como condensador podrán ser de tipo aire - refrigerante (expansión directa) o de tipo agua - refrigerante, según se especifique en los documentos de proyecto:

Evaporador - condensador agua -refrigerante.

De envolvente y tubos diseñados para las presiones indicada en proyecto, con tubos aleteados reemplazables. Será de tipo contracorriente, o multitubular horizontal, con carcasa de acero y haz tubular de cobre con horquillas en forma de U. Exteriormente van recubiertos con material aislante térmico.

Será de tipo marino y permitirá la limpieza de todos los tubos sin interferir con las conexiones de las tuberías de agua. Se incluirán acoplamientos adecuados para permitir la limpieza y desmontaje de tubos. Cumplirán la norma ASME de recipientes a presión, y llevará el sello

Evaporador - condensador aire -refrigerante (de expansión directa).

El condensador-evaporador tendrá una elevada superficie de intercambio para un consumo reducido de energía, construido en tubo de cobre y aletas de aluminio. Los

ventiladores serán de tipo axial o centrífugo, con funcionamiento a baja velocidad periférica para asegurar un nivel sonoro reducido. Estarán equilibrados estática y dinámicamente y accionados por motor eléctrico de 6 polos, directamente acoplado con tipo de protección IP-44. Deben ir protegidos contra los contactos del exterior por una rejilla de alambre tratado exteriormente.

El circuito frigorífico estará realizado en tubo de cobre entre todos sus componentes.

Las conexiones de agua se suministrarán con tornillos, junta ciega, brida y contrabrida, según norma DIN 2576.

El aislamiento de evaporadores y condensadores y la conexión de succión con el compresor estarán diseñados para evitar pérdidas de calor y condensaciones en todas las superficies frías. El aislamiento incluirá secciones desmontables y de acuerdo con todos los requisitos aplicables.

Compresor

Cuando no se definan las características del compresor en el resto de documentos del proyecto se adoptarán, por defecto, las contenidas en este apartado:

El compresor será de tipo centrífugo accesible. El impulsor será de aleación de aluminio de alta resistencia, equilibrado estática y dinámicamente, totalmente protegido.

Dispondrá de bomba sumergida de aceite de desplazamiento positivo para la lubricación de todos los elementos, previéndose los dispositivos necesarios para controlar la temperatura del aceite, calentado o enfriando, y para mantener la temperatura adecuada.

Se incluirán sensores de temperatura de devanados de cada fase del motor con indicación en el panel de control. Este dispositivo parará el motor si se produce exceso de temperatura en algún devanado. Se incluirán protecciones en el arrancador contra bajo voltaje y fallo de fase. Se parará el compresor en caso de sobrecarga de alguna fase.

El control de capacidad de cada unidad constará de álabes de admisión controlados automáticamente en la entrada de cada compresor con capacidad variable continua entre el 10 y el 100%. Los álabes guía de admisión se ajustarán para responder a un exceso de corriente en cualquiera de las tres fases.

Incluirá protección interna, protección contra sobrecalentamiento, válvulas de corte en aspiración de descarga, válvula de seguridad, circuito de aceite con resistencias de cárter y visor de nivel. Estarán montados sobre amortiguadores para un funcionamiento silencioso.

Accesorios

Llevará un calderín con resistencias eléctricas de apoyo para montar fuera de la unidad, si así fuese requerido en presupuesto o especificaciones técnicas, incorporándose el cuadro eléctrico con sus componentes correspondientes en el caso

de las bombas de calor.

Si los grupos no pudiesen ir sobre bancada de hormigón, el instalador suministrará los amortiguadores, tipo SILENT BLOC de muelle metálico precisos, así como los manguitos antivibratorios coaxiales de tuberías.

El contratista proporcionará interruptores de flujo para que la unidad no opere sin circulación total hacia el condensador y evaporador.

Una carga completa de aceite de lubricación y refrigerante< será suministrada para cada máquina de refrigeración.

El contratista suministrará cualquier herramienta especial requerida para el funcionamiento y mantenimiento normal del equipamiento.

Regulación y protecciones

Se suministrará un sistema de control basado en microprocesador como una parte integral del control de la enfriadora. El control microprocesado incorporará estrategia de control PID (derivado-integral-proporcional) para un control eficiente y estable de la temperatura del agua o aire de salida.

El panel de control incluirá un panel alfanumérico para indicar condiciones de condensador, evaporador y las presiones alta y baja del aceite. El display indicará situación de marcha si se requiere refrigeración, si la circulación del agua o aire enfriado está comprobada, si la unidad está funcionando, si está en carga, si se requiere el reset manual, estado automático o manual, etc. Además, incluirá indicación del punto de trabajo del agua o aire enfriado, y la temperatura del agua o aire a la salida del evaporador estarán disponibles en el panel frontal. El panel de control proporcionará posibilidad de comprobaciones del diagnóstico. Cuando sea detectado un problema el display indicará el problema y el último modo de operación. En el panel frontal habrá accesible un determinado número de mensajes de estado indicando el estado del enfriador y del sistema auxiliar.

Los interruptores y selectores incluidos en el panel frontal incorporarán: standby-

reset

auto/local/auto/remoto

bomba de aceite-auto/on

interruptor de servicio de control de álabes de admisión punto

de trabajo del agua o aire enfriado de salida punto de trabajo del

límite de corriente.

El sistema dispondrá de parada automática cuando la carga caiga por debajo del valor de trabajo del enfriador, y de arranque automático cuando la carga aumente.

Los componentes eléctricos y de recogida de señales que posibiliten el correcto funcionamiento de la regulación y la protección serán:

Automático de seguridad para el circuito de control.

Arrancador del compresor, estrella-triángulo en los modelos de un compresor semihermético y directo escalonado en el resto de los modelos.

Fusibles de compresores.

Arrancador de ventiladores.

Interruptor automático para ventiladores.

Protección por termistores en el devanado y en culatas en compresor semihermético y por protección térmica y sonda de temperatura en descarga en los herméticos.

Protección por sonda térmica en el devanado del ventilador.

Temporizadores para limitar el número de arranques/horas de los compresores.

Presostato de baja temporizado, que limita la presión del circuito frigorífico, con actuación sobre el funcionamiento del compresor, manteniendo ésta dentro de los parámetros prefijados, de forma que actúa además, como protección antihielo.

Presostato de alta que limita la presión del circuito frigorífico, con actuación sobre el funcionamiento del compresor.

Presostato diferencial de aceite temporizado, que para el compresor en caso de que la presión diferencial entre la descarga y aspiración de la bomba de aceite sea inferior a la necesaria para evitar daños mecánicos en el compresor semihermético.

Sistema automático de desescarche independiente para cada circuito frigorífico, controla el tiempo, arranque y parada del ciclo de desescarche, con temperaturas exteriores bajas.

Sistema de detección de funcionamiento del compresor y anomalías en la unidad mediante contactos secos conectados a clemas para su señalización remota.

Sistema de rearme de protecciones a distancia mediante la puesta a cero del conmutador de mando.

Se instalarán sensores para verificar las temperaturas de entrada y salida del agua o aire en el evaporador. Las temperaturas estarán disponibles en el panel frontal.

Se proporcionará una entrada auxiliar para una señal de seguridad adicional u otro enclavamiento, además de todos los enclavamientos y sistemas de seguridad requeridos. Se limitará la capacidad de la máquina a la máxima carga sin disparar el corte por alta presión. El fabricante construirá o proveerá en obra los paneles de control, relés, dispositivos de control y el cableado necesarios, instalados en base a alcanzar los requerimientos de las características de control especificadas arriba.

Para la relación con el sistema de gestión centralizada del edificio se proporcionará un conjunto adicional de contactos normalmente cerrados (convertible a contactos normalmente abiertos) para permitir el anuncio remoto de todas las alarmas, arranque y parada automáticos, así como salidas/entradas para asignación de consignas, información de consumos, estados, etc, según diseño del sistema centralizado de control del edificio.

Existirá un panel de control del sistema de enfriadoras, a suministrar por el instalador del sistema de gestión centralizada, que tendrá la capacidad de controlar las

enfriadoras conectadas en paralelo mediante tuberías en un circuito cerrado de agua o aire común.

Además será capaz de proporcionar el siguiente control:

Arranque/Parada de las bombas de agua refrigerada

Arranque/Parada de la torre de refrigeración

Limitación de demanda del sistema

Programación para igualar tiempos de trabajo de las enfriadoras Selector de agua enfriada

Regulación de carga durante el arranque.

Reset de los controles de la temperatura del agua del condensador

Limitación automática de la capacidad del sistema en función de la temperatura de alta del condensador.

El panel de control del sistema de enfriadoras monitorizará los siguientes aspectos: Estado de la enfriadora

Código de diagnóstico

Contador de horas de funcionamiento

Número de arranques

Temperatura de entrada y salida del agua o aire en el condensador y evaporador.

Temperaturas de condensación y evaporación del refrigerante

Presión del refrigerante del condensador Temperatura

de suministro del aceite Temperaturas de salida del

aceite de cojinetes Temperatura de bobinas del motor

Rango en % de Carga de Amperios/Fase

Demanda Eléctrica

Se suministrará cualquier cableado adicional necesario para cumplir los requerimientos de control y monitorización de esta especificación. Incluir, asimismo, cualquier otro cableado con bombas, torres, etc.

c.17.11. TORRES DE REFRIGERACIÓN

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las torres de refrigeración de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

El contratista verificará que las torres de refrigeración suministran las capacidades especificadas en la ubicación destinada a las mismas. En caso de requerirse diseños especiales o sobredimensionamientos, los sobrecostos los asumirá el contratista. Con

la primera entrega de los planos de montaje de estos equipos, el contratista dará garantía escrita de que las prestaciones se alcanzan según la disposición mostrada en los planos de montaje.

Entregará para su revisión datos de rendimiento, indicando temperatura de agua, aire, potencia absorbida, caudal de aire, agua, requisitos eléctricos, etc.

Se entregarán curvas que muestren las temperaturas de salida del agua de torre en las condiciones de diseño de temperatura húmeda, para el posible rango de temperaturas de entrada según el diseño.

El fabricante ofrecerá una garantía escrita, certificando las prestaciones de las torres de refrigeración en la posición y/o recinto especificado.

La torre de refrigeración será diseñada y construida de modo que levantada soportará una velocidad del viento de 160 km/h. Estará perfectamente arriostrada. La envolvente, vaso y soportes, cuando estén sujetas a una base adecuada soportarán los esfuerzos cuando esté la torre fuera de servicio y el vaso no esté lleno con agua. Serán diseñados para formar una junta impermeable cuando la torre está en funcionamiento y bajo presión interna de aire. La sección de relleno y plenum del vaso serán diseñadas asimismo con juntas impermeables cuando la torre está en funcionamiento y bajo presión interna de aire. Los paneles de acceso serán estancos entre secciones.

La torre tendrá la envolvente construida en poliéster reforzado con fibra de vidrio de primera calidad, laminada sobre molde, con los ventiladores centrífugos o axiales, según indicaciones de proyecto, situados totalmente en el interior de la sección de ventilación, construida igualmente en resina de poliéster.

La sección de intercambio térmico será de una única pieza en poliéster con fibra de vidrio, para evitar pérdidas de agua, y comprenderá también la bandeja de recogida de agua. La sección incluirá también un conjunto de relleno para el intercambio térmico, en láminas de cloruro de polivinilo, estampadas el vacío con ondulación y superpuestas alternadamente de forma que produzcan una elevada turbulencia en los fluidos a contracorriente. El relleno de intercambio será del tipo autoextinguible, imputrescible e incorroible. La bandeja de recogida de agua será dimensionada adecuadamente y carente de juntas atornilladas o remachadas. La sección incorporará puerta de paso de hombre, en poliéster, para dar acceso al filtro.

El vaso será diseñado de manera que la mayor parte del área desagüe a un sumidero continuo dimensionado para prevenir la cavitación de la bomba. Se proporcionará una bomba anti-cavitación con filtro.

El vaso se suministrará con lo siguiente:

Desagüe roscado y conexión

Conexiones embriadas para tubería ecualizadora

Conexiones para filtro de arena

El dispositivo de rociado de agua estará formado por un colector principal, con colectores secundarios en plástico y boquillas autolimpiables de tipo centrífugo en goma de formulación espacial.

Los separadores de gotas serán construidos en láminas de cloruro de polivinilo estampadas al vacío y reforzadas con láminas de mayor espesor, para formar secciones rígidas y ligeras que faciliten el acceso al sistema de distribución de agua.

La sección de ventilación estará recubierta de paneles de poliéster para atenuación de ruido de ventiladores. Los ventiladores serán de doble oído de aspiración, centrífugos, con rodete del tipo silencioso, álabes inclinados hacia delante, equilibrados estática y dinámicamente. El motor eléctrico trifásico será del tipo cerrado ventilado exteriormente con protección IP-55. Las transmisiones del tipo de correas trapezoidales, serán proyectadas como mínimo para el 160% de la potencia nominal.

Incluirá interruptores de nivel de alarma de alto-bajo nivel de agua y válvula de flotador para suministro de agua (una por celda).

Cada conexión de retorno y suministro de agua de la torre de refrigeración tendrá válvulas independientes (compuerta o mariposa) de aislamiento.

Cuando las celdas de la torre no sean continuas, se instalará línea ecualizadora con válvula de aislamiento.

Cada torre incluirá un sistema completo de filtración ensamblado en fábrica. El sistema incluirá bomba de recirculación con tuberías de PVC, válvulas de tres vías y controles automáticos para activar la filtración o lavado a contracorriente.

El filtro retendrá el 90% en volumen de las partículas suspendidas mayores de 10 micras del agua que circula a través de él. El filtro recirculará el volumen del sistema entero 24 veces al día. El filtro estará construido en acero inoxidable 304 y se montarán en la parte superior un manómetro y un purgador de aire. Será accesible al interior.

La bomba centrífuga será de bronce o material equivalente.

El contratista será responsable de la automatización y suministrará cableado para la operación final de las torres de refrigeración, y equipamiento, como sensores de temperatura, enclavamientos con el ventilador, tuberías adecuadas, etc.

El contratista proveerá la bancada de cada torre y coordinará su ubicación con la estructura del edificio.

El período de garantía será de dos años.

Accesorios

Si así se indica en los documentos de proyecto, las torres de refrigeración incluirán los siguientes accesorios:

Motor será de doble velocidad para reducción de revoluciones del ventilador.

Resistencias eléctricas, con termostato de seguridad, para impedir la formación de hielo en la bandeja.

Silenciadores en aspiración y descarga de aire. Escalas de aluminio y pasarelas alrededor de la torre.

Válvulas automáticas de dos vías para control de flujo entre las torres. Malla en la aspiración para evitar entrada de elementos extraídos.

Interruptor de corte del motor del ventilador ante exceso de vibración del equipo.

Ventiladores y equipos de tratamiento de aire

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los ventiladores y equipos de tratamiento de aire de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Entregas.

Se presentará para su aceptación por la Dirección Facultativa la siguiente información para cada tipo de equipo:

Ventiladores.

Curvas de Rendimiento: Incluir las curvas de rendimiento con la entrega de los planos de fabricación de los ventiladores presentados para su revisión. Todos los ratios de rendimiento de ventiladores y datos deberán de ser datos certificados de acuerdo con la normativa local o estándar de reconocido prestigio.

Datos acústicos de ventiladores. El fabricante deberá de entregar datos de nivel de potencia sonora indicando las curvas que se obtendrán cuando se ensayen de acuerdo con una normativa de reconocido prestigio. Los datos deberán de definir los niveles de potencia para cada una de las ocho (8) bandas de octavas.

La presentación para la aprobación deberá de indicar potencia absorbida, potencia de frenado si procede, y rendimiento a plena carga cumpliendo con las especificaciones.

Planos de fabricación y montaje de climatizadores. Incluyendo información completa sobre equipamiento, materiales y detalles constructivos.

Catálogos e información de otros equipos: humidificadores, cajas de volumen variable, fan-coils, aerotermos, disipadores térmicos, etc.

Control de calidad.

El rendimiento de los ventiladores se deberá de basar en ensayos realizados según normativas de reconocido prestigio, y llevará un certificado. Los ventiladores centrífugos tendrán una característica de presión rápidamente creciente que se extenderá a lo largo del rango de funcionamiento y continuará su crecimiento más allá del pico de eficiencia para garantizar funcionamiento silencioso y estable bajo cualquier condición. Las características de potencia deberán de ser realmente

autolimitadas y deberán de alcanzar un pico dentro del área normal de selección. La unidad deberá de ser de fabricante aprobado.

Todos los ventiladores deberán de llevar placas de identificación metálicas indicando la zona a la que sirven, volumen de aire, vatios, RPM, presión estática y tamaño. Las capacidades de los ventiladores deberán de basarse en el funcionamiento en las presiones estáticas indicadas a 21°C y 1 atm. de presión barométrica.

Se ensayarán en fábrica todos los ventiladores funcionando a la tensión y frecuencia nominal. Los siguientes datos deberán de ser medidos:

- Frecuencia.
- Voltaje.
- Corriente a plena carga.

Ventiladores

General

Ventiladores de transmisión por poleas y correas. Será la responsabilidad del Contratista el comprobar que las presiones de diseño se cumplen. Se incluirán poleas de relación regulable (siempre que sea recomendable su aplicación) en los ventiladores que no están acoplados a variadores de velocidad. Las poleas serán seleccionadas para operar en la zona media de la curva del ventilador y permitir el ajuste en ambas direcciones. Para accionamientos por correas múltiples, las poleas serán fijas. Las poleas de ventiladores serán las adecuados para obtener los resultados deseados. Todas las poleas de los ventiladores y motores se encontrarán dinámicamente y estáticamente equilibrados antes de su montaje.

Ruedas. Las ruedas tendrán una construcción robusta y rígida, estarán perfectamente equilibrados, tanto estática como dinámicamente y producirán el mínimo ruido y vibración.

Ejes: Fabricados de acero, con primera velocidad crítica de la rueda y el eje a no menos de 1,25 veces el máximo de la velocidad especificada. Todos los ejes estarán fabricados bajo estrechas tolerancias.

Terminaciones: Galvanizado en caliente, mientras no se indique otro.

Malla de protección en la aspiración: Requerida para todos los ventiladores. Serán de construcción robusta y fácil desmontaje.

Conexiones de drenaje: Deben de preverse en el punto más bajo de la carcasa.

Puertas de Acceso: Para acceso rápido al rodete y a la parte interior de la carcasa. Se requieren en todas las carcasas de ventiladores de diámetro de rodete superior a 900 mm.

Aislamiento antivibratorio: Se deberán de emplear antivibratorios en la unión del ventilador a la carcasa y en las uniones de la carcasa al edificio.

En el caso de ventiladores donde se especifique más de una velocidad, la selección de los antivibratorios debe realizarse para la velocidad más baja.

La bancada del motor y del ventilador será solidaria formando una base única para evitar cualquier movimiento físico entre el ventilador y el motor. En ningún caso el motor irá acoplado sobre la envolvente de propio ventilador.

Sustitución de las poleas. Se suministrarán poleas ajustables o fijas adicionales sin coste alguno, si fuese requerido para el equilibrado.

Si así fuese requerido en los documentos de proyecto, se suministrará compuerta automática en el conducto enclavada con el ventilador. La compuerta será de mariposa o lamas, según tamaño, en aluminio y accionada por motor enclavado con el ventilador, de tal modo que permanezca totalmente abierta mientras el ventilador está en funcionamiento y cierre cuando no opera. Dispondrá de final de carrera.

Todos los ventiladores que sean montados in situ, o tengan más de 75 kW, deberán de requerir el servicio de un técnico de fábrica o representante cualificado para su equilibrado y comprobación de cojinetes, poleas, correas, etc.

Ventiladores centrífugos

El servicio técnico del fabricante o un técnico cualificado instalará los ventiladores y los motores, que se nivelarán y alinearán en cumplimiento estricto de las instrucciones del fabricante y con los márgenes recomendados. Las poleas de los ventiladores y motores se alinearán con cuidado y la tensión de la correa se ajustará debidamente según las instrucciones del fabricante.

Todos los equipos con partes externas móviles (tales como correas, cadenas...) estarán dotados de elementos de protección contra accidentes, diseñados para permitir un fácil mantenimiento y acceso.

Estarán formados por cinco elementos principales: envolvente, ventilador, oído de aspiración, transmisión y motor.

La envolvente estará construida en chapa de acero, reforzada con perfiles o angulares si fuese necesario. Deberá presentarse exenta de rapaduras o abollamientos. Deberá estar perfectamente arriostrada para prevenir vibraciones.

Los álabes del ventilador serán de acción o reacción según se refleje en presupuesto o especificaciones técnicas, con forma alabeada y perfil de ala de avión. El paso de aire debe encontrarse libre de interferencias. Las ruedas deberán equilibrarse dinámicamente y estáticamente en fábrica. Para la construcción se utilizará aleación de acero de alta resistencia, tratado para resistencia a la corrosión o aluminio.

El oído de aspiración estará perfilado, tipo Venturi, de forma que no se produzcan turbulencias. Deberá poseer un diseño óptimo.

La transmisión será por medio de poleas acanaladas y correas trapezoidales en número adecuado al servicio y potencia previstos. El eje será de acero de primera calidad, continuo y apoyado sobre cojinetes de bronce lubricados con grasa, perfectamente equilibrados estática y dinámicamente. Las poleas serán del tipo de relación regulable (siempre que sean recomendables a la aplicación) en los ventiladores no acoplados a variadores de velocidad y deberán de estar dimensionadas para proporcionar la velocidad requerida con la polea del motor

aproximadamente en la mitad de su rango de ajuste. Deberá de haber al menos dos correas y el accionamiento será capaz de arrastrar la carga completa con un factor de seguridad adicional del 50%. Se deberán de proveer protecciones de la transmisión para todos los ventiladores con aperturas para lectura de las revoluciones. Para ventiladores con motores de 55 Kw. o superior no acoplados a variador de velocidad, se suministrarán poleas de relación fija y álabes de aspiración manualmente ajustables en lugar de poleas del tipo variable.

La velocidad periférica de la turbina no será superior a 51 m/seg. si pertenece a clase I y a 73 m/seg. si fuera a clase II. El apoyo del ventilador, deberá realizarse por medio de elementos antivibradores tipo SILENT BLOC o amortiguadores metálicos.

Si esta unidad estuviese presupuestada, con carcasa metálica de protección, éste estará realizado con chapa metálica galvanizada de 1,5 a 2 mm. de espesor, reforzada con perfiles o no, según los casos, aislada interiormente con dos pulgadas de aislamiento acústico de alta densidad, con acabado interior de malla afónica, no siendo necesario protección cubre-correas. El portillón de registro será hermético, abisagrado y con manivela de apertura.

Los motores eléctricos serán de tipo cerrado refrigerados exteriormente y de protección IP-55.

Los rodamientos serán para uso intensivo y una vida superior a 20.000 horas.

Los ventiladores centrífugos tubulares deberán de ser similares en todos los requerimientos a los correspondientes a la descripción anterior. Las carcasas deberán ser del tipo tubular para proveer una entrada de flujo de aire en línea a través y directo a la descarga. Incluirá deflectores inmediatamente posteriores a la rueda para redireccionar el flujo de aire y minimizar el ruido. Los diámetros de aspiración y descarga deberán de ser idénticos para acomodar un tamaño único de conducto.

Ventiladores axiales-tubulares

Se suministrarán ventiladores axiales tubulares de capacidad y prestaciones según se indica en los documentos de proyecto. Se seleccionará para dar al menos las capacidades indicadas y manteniendo un número de revoluciones similares a las indicadas.

La carcasa de la unidad deberá de ser de acero laminado en caliente provistas con taladros para conexiones atornilladas, y tendrá las siguientes características:

Permitirá el mantenimiento.

Se preverán no menos de ocho álabes de guiado estacionarios soldados en el interior de la carcasa del ventilador.

El conjunto de la carcasa deberá de galvanizarse en caliente o tratar con cromato de zinc.

El cubo de la hélice deberá de ser de fundición esferoidal o acero. Los álabes del ventilador deberán de tener perfil aerodinámico, fundidos en aleación de aluminio.

El ángulo de las palas podrá ser regulado con el ventilador parado.

Se suministrarán los motores de ventiladores de acuerdo a las especificaciones, incluyendo caja terminal protegida en el exterior del ventilador contra polvo e intemperie. Los cables de alimentación del flujo de aire se protegerán entubándolos en canalización eléctrica estanca.

Boca de Aspiración. Se instalarán en todos los ventiladores no acoplados a conducto, en acero y galvanizadas en caliente.

Protectores de Aspiración. Fabricados en alambre de acero dulce y un diámetro mínimo de 3 mm de varilla, todo soldado. Galvanizados en caliente.

Pies. Se instalarán pies adecuados para montaje horizontal o vertical.

Bridas de acompañamiento. Fabricadas en acero laminado en caliente.

Cajas de volumen variable con actuador eléctrico

Se suministrarán cajas de volumen variable para sistema de baja presión de las capacidades indicadas.

Las unidades suministrarán el caudal de aire entre los valores preseleccionados, en función de la sonda de ambiente, con independencia de las variaciones de presión en la red de distribución de aire. No se admiten mecanismos limitadores de caudal. La compuerta estará normalmente abierta ante un fallo en la alimentación. El posicionamiento mínimo no será inferior al 20% del caudal de diseño.

Dispondrá de posibilidad de medición del caudal.

Se suministrará la siguiente información en base a ensayos en cámara de reverberación:

Potencia sonora en las 8 bandas.

Descripción del ensayo, condiciones y aparatos utilizados.

Las unidades estarán equipadas con actuador eléctrico proporcional, sensor de presión, compuerta de regulación y componentes de regulación.

Estará provista de aislamiento termoacústico de lana mineral en la envolvente.

Estará controlada por una sonda de temperatura ambiente, de tal modo, que cuando se demande frío/calor se aumente/reduzca el caudal de aire con independencia de las fluctuaciones de presión.

Se realizará una calibración "in situ" y chequeo de todos los componentes por el fabricante o representante cualificado.

Unidades de tratamiento de aire (climatizadores)

Se suministrarán climatizadores fabricadas a medida que cumplan las prestaciones indicadas en planos. Mientras no se indique de otro modo, las unidades estarán completamente equipadas con carcasas y plenums, ventiladores, antivibratorios, aislamientos, bandejas, baterías, filtros, sistemas de humidificación, deflectores, compuertas, alumbrado y demás elementos y accesorios necesarios. Las unidades,

serán de primera línea dentro de la gama de fabricación de cada proveedor.

Las unidades no excederán las dimensiones indicadas en planos manteniéndose los espacios internos necesarios entre los componentes y asegurando el espacio para mantenimiento. Las dimensiones externas que estén indicadas son máximas y las interiores mínimas. No se sobrepasarán estos límites sin una aprobación por escrito de la Dirección Facultativa.

Es responsabilidad del contratista verificar los espacios disponibles y acceso desde el exterior del edificio a los locales destinados a los equipos.

Las unidades se montarán en el lugar destinado a las mismas y el contratista coordinará y se responsabilizará del traslado de las diferentes partes de las unidades en las que sea necesario realizar el suministro hasta sus correspondientes ubicaciones.

Las unidades serán diseñadas, construidas y operarán bajo todos los caudales de trabajo, de modo que se mantengan las condiciones térmicas y acústicas de proyecto. Dichas condiciones de funcionamiento se deben lograr en las condiciones reales de funcionamiento de las unidades, tales como locales donde se ubican y distribución de conductos.

Cada unidad será construida y operará en todas las condiciones de caudal de aire (incluyendo de 100% a 30% en las unidades de volumen variable) sin que se sobrepasen las condiciones acústicas requeridas para los diferentes locales. Se medirán los niveles sonoros en los locales ocupados adyacentes a las salas de climatizadores. Los requisitos acústicos se deben cumplir con la unidad instalada y según las condiciones constructivas del edificio, la ubicación destinada a ella y los conductos conectados en modo similar a lo proyectado. Si no se logran los niveles requeridos, el contratista se hará cargo de añadir las medidas o silenciadores que sean necesarios. Estas medidas se adoptarían sin comprometer el diseño original.

Los elementos constructivos que componen las unidades deberán de reunir las siguientes características, salvo indicación contraria en los documentos de proyecto:

Envolvente

La envolvente, estará formada por paneles del tipo sándwich acústico, de 35 mm. de espesor mínimo, formado por una chapa galvanizada exterior de 1,8 mm de espesor mínimo e interior perforada de 0,8 mm (Las perforaciones serán similar a 3 mm de diámetro con un espaciamiento de 8 mm). En las secciones de baterías de frío, filtros y aguas abajo de los humidificadores la chapa interior no estará perforada. El aislamiento consistirá preferentemente en panel de fibra de vidrio acústico.

Todo el panelado irá soportado por una estructura independiente de acero galvanizado o aluminio. La unión entre paneles se realizará mediante un sistema de machihembrado y piezas de sujeción atornilladas a los mismos.

La construcción del suelo será a base de estructura soporte de perfiles doble T y paneles sandwich liso transitable con chapas de 1,2 mm. de espesor mínimo, soldadas a la estructura. Las juntas del panel serán estancas al agua. El aislamiento será el mismo que los paneles laterales. La estructura soporte estará dimensionada para el

peso de los climatizadores con todo su equipamiento. Se preverán agarraderas.

El techo tendrá una construcción idéntica a las paredes, perfectamente arriostrada para conseguir un conjunto rígido y libre de vibraciones. El techo de la envolvente, si es para montaje a la intemperie, irá protegido por una lámina asfáltica impermeabilizante que garantice su estanqueidad.

Las puertas de acceso a las diferentes secciones, deberán ir montadas sobre un bastidor de perfil, y construcción idéntica a las paredes, con la excepción de que la chapa interior no estará perforada. Con bisagras, doble burlete de goma para estanqueidad y manillas de cierre rápido, tipo cuña para cierre por presión progresiva con accionamiento desde el exterior e interior y en un número mínimo de 2 por puerta.

Además de la bandeja de condensados que se incluye en la sección de baterías de frío, la unidad irá equipada con una bandeja de 1,6 mm del espesor de acero inoxidable (304) que cubrirá la sección de humectación hasta los filtros finales. Incorporará un manguito de acero inoxidable para conexión a la red de desagüe.

Toda la unidad irá pintada exteriormente, con pintura a base de resina de poliéster polimerizada, especialmente resistente en ambientes agresivos.

Incorporará iluminación interior en las unidades de gran tamaño. Sección de filtraje

Su superficie deberá ser tal, que al velocidad de paso de aire no supere 2,5 m/s.

Irán montados sobre marcos o carriles de retención, de forma que quede asegurada la estanqueidad al aire a través de los mismos.

Tanto los marcos como los filtros serán construidos en materiales anticorrosivos. El acceso a los filtros para el mantenimiento deberá de ser fácil y rápido.

Prefiltros. Filtros de 100 mm de espesor de eficiencia media 25-35% según ASHRAE 52-76, a base de filtros de algodón soportados en malla metálica.

Filtros de bolsas. Se construirán en material fibroso todo-vidrio afianzado con hilado de nylon. Eficiencia 85% según ASHRAE Standard 52-76. Estarán montados en fábrica en marcos soporte de 1,6 mm de espesor en acero galvanizado. Los marcos estarán debidamente sellados e instalados para evitar by-pass de aire.

Filtros de carbón. La unidad dispondrá de carriles de aluminio de fábrica para acomodar los paneles filtrantes, que podrán ser completamente retirados desde una puerta de acceso lateral. Se incluirán juntas especiales en las puertas de acceso para asegurar la estanqueidad. Los paneles filtrantes serán de carbón. El carbón activo estará ubicado en celdas, construidas de poliestireno para resistir la corrosión. Las celdas podrán ser individualmente reemplazadas. Los prefiltros se instalarán frente a los filtros de carbón, en carril independiente.

Sección de baterías de enfriamiento y calentamiento

Las baterías de enfriamiento y calentamiento deberán de ser construidas en tubo de

cobre sin soldadura con aleteado continuo de aluminio con distancia entre aletas. Las aletas dispondrán de collares de ajuste para lograr una máxima transferencia de calor en la unión con el tubo.

La velocidad de paso de aire por las baterías deberá de ser inferior a 2,6 m/s.

La pérdida de carga que originen estas baterías al paso del aire no deberá de ser superior a 12 mm.c.a.

La pérdida de carga que originen estas baterías al paso del agua no deberá de ser superior a 2,5 m.c.a.

Los serpentines se dispondrán para trabajar a contracorriente.

Las bandejas de condensados serán de acero inoxidable 304 de 1,6 mm de espesor, con fondos y laterales impermeabilizados con tela asfáltica. Cada batería de enfriamiento tendrá una bandeja que abarque toda la batería y que se extienda al menos 50 cm en la dirección de salida del aire. Dispondrá de pendiente, y una profundidad mínima de 7 mm. Las unidades que llevan baterías apiladas dispondrán de bandejas individuales como parte integral del bastidor. Las tuberías de condensados serán de cobre. Las baterías estarán apoyadas en pies de acero inoxidable 304. Se preverá un vierteaguas que canalice las condensaciones laterales hacia la bandeja.

Sección de humectación por paneles húmedos

Estará fabricada en paneles de celulosa tratada, de espesor correspondiente al rendimiento de saturación indicado en las características técnicas de cada caso.

Deberá de incluir, así mismo, bomba de recirculación, válvula de flotador, desagüe, rebosadero y purga de desconcentración.

La piscina de almacenamiento de agua, deberá de ser construida en chapa de acero galvanizada, con fondos y laterales impermeabilizados con tela asfáltica.

Sección de humectación por vapor

Estará compuesta por un calderín eléctrico por cada uno de los climatizadores para la producción de vapor según el rendimiento de saturación indicado en las características técnicas en cada caso.

Se inyectará el vapor en una sección construida a tal efecto en el climatizador correspondiente mediante lanza de vapor.

Sección de humectación por ultrasonidos

Funcionará a base de boquillas pulverizadoras de mezcla de agua y aire comprimido, de tipo ultrasónico.

El contratista coordinará con el fabricante de climatizadores y el fabricante del sistema de humidificación la implantación de equipos en los climatizadores. Entregará a la Dirección de Obra datos completos sobre los productos a instalar, incluyendo sus

prestaciones, rendimientos y recomendaciones del fabricante sobre la instalación.

El contratista proveerá los sistemas completos, incluyendo también los auxiliares, tales como, planta de aire comprimido, líneas de distribución y alimentación de agua. El agua será potable y el aire puro y respirable.

El sistema de humidificación irá provisto de un panel de control por cada climatizador, y podrá ser gestionado mediante control digital directo desde el sistema de control centralizado del edificio.

Secciones de impulsión y retorno

Los ventiladores serán centrífugos, de doble lado de aspiración, tubería con alabes hacia delante (sección), con el caudal y presión requeridos, equilibrados estática y dinámicamente.

El ventilador suministrará los caudales y presiones indicados a velocidad de rotación similar a la indicada en los planos. Además estará dinámicamente equilibrado.

La velocidad de descarga del aire deberá de ser inferior a 12 m/s. La velocidad de giro no superará las 1500 r.p.m.

Cumplirá todas las condiciones expresadas en el apartado de ventiladores de este pliego.

Compuertas

Las compuertas de aire exterior y retorno serán de lamas paralelas. Llevarán junta (neopreno) en el extremo de las lamas y juntas giratorias de apriete de acero inoxidable en los costados para evitar fugas u otra construcción equivalente.

c.17.12. UNIDADES ENFRIADORAS - BOMBAS DE CALOR AIRE-AIRE PARA INSTALACIÓN EN CUBIERTA (ROOF- TOP)

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las unidades enfriadoras o bombas de calor aire-aire para instalación en cubierta (roof- top) de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Las unidades tipo Roof-top cumplirán con las especificaciones del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, el Reglamento de Aparatos a Presión y lo indicado en la ITC 04.11 del RITE.

Las unidades de tratamiento de aire tipo Roof-top serán de expansión directa y condensadas por aire. Estarán provistas del número de compresores herméticos adecuado a su potencia, de forma que cada uno correspondería a un circuito frigorífico independiente o etapa de escalonamiento de potencia.

Los Roof-top estarán compuestos por envolvente, ventilador, compresores, baterías de tratamiento de aire, filtros de aire, bandeja de drenaje e incluirán: cámaras de mezcla, cámaras de Free-cooling.

La envolvente de las unidades Roof-top estará formada, básicamente por los siguientes elementos: bancada, estructura y paneles.

La bancada estará formada, generalmente, por un perfil en U laminado en frío, soldado con cordón continuo de 65 x 120 x 65 mm. y 2,5 mm. de espesor, que sirva de soporte a la estructura y a los diversos elementos (ventiladores, baterías, etc.) que se sitúan en el interior de la unidad.

La estructura se formará por medio de perfiles de chapa de acero galvanizado, que se fijarán a unas piezas de esquina de fundición de una aleación de aluminio por medio de tornillos.

Los paneles serán del tipo "sandwich", formados por dos paneles de chapa galvanizada o aluminio para intemperie en cuyo interior se ha inyectado poliuretano, de forma que se obtenga un panel de elevada resistencia mecánica con el aislamiento totalmente protegido por la chapa interior y de fácil limpieza.

Entre los paneles y la estructura se dispondrá de una junta de goma que haga estanca la unión entre ambos elementos.

Todos los paneles que forman las paredes y el techo serán fácilmente desmontables por medio de cierres rápidos (sin tornillos) de forma que permitan un fácil acceso al interior de la unidad para mantenimiento o reposición de cualquier elemento interior.

La conductividad térmica del panel serán, como máximo, de $K = 0,99 \text{ Kcal/m}^2 \text{ h.}^\circ\text{C}$.

Las atenuaciones acústicas del panel serán, para las bandas de octava de centros indicados:

Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	8	14	15	17	22	25	25

Las baterías de enfriamiento y calefacción estarán formadas por tubos de cobre de 16 mm. y aletas de aluminio. Los codos y colectores estarán soldados con una aleación de plata que permita elevar la presión de prueba en agua caliente hasta 30 Kg/cm^2 con aire seco.

La velocidad de paso del aire por las baterías de enfriamiento no será superior a 2,5 m/s.

Las baterías y filtros de baja eficacia se montarán sobre soportes especiales tipo rail que permitan su desmontaje lateral.

Los filtros de alta eficacia se montarán de manera que quede garantizada la estanqueidad de la unión asegurándose el filtraje del 100% del caudal. El desmontaje de estos filtros será frontal.

La parte inferior de la sección de batería de frío dispondrá de bandeja metálica aislada para la recogida del agua de condensación, protegida por pintura asfáltica y aislamiento anticorrosión. Dicha bandeja tendrá un drenaje con una sección

mínima de 20 mm. de diámetro.

El conjunto ventilador-motor irá apoyado sobre una placa común de acero provista de carriles tensores. Este conjunto se fijará a la estructura del climatizador por medio de soportes antivibratorios.

Las unidades que por su tamaño así lo exijan, se montarán en obra.

En el circuito de evaporación incorporará el número de ventiladores centrífugos de álabes inclinados hacia delante (ventiladores interiores) adecuado para el caudal de aire a suministrar.

En el circuito de condensación incorporará ventiladores helicoidales (ventiladores exteriores) que proporcionen en caudal de aire exterior necesario para una completa condensación y subenfriamiento del refrigerante.

Tanto los ventiladores interiores como los exteriores funcionarán secuencialmente en función del número de compresores en marcha.

El COP de cada unidad será como mínimo de 2,1.

Incorporará, además, los siguientes elementos: Batería de calor por agua caliente, si así se requiere.

Regulador de etapas de funcionamiento y salida proporcional 0/10 V para regulación de calor en batería de agua.

Free-cooling entálpico para el número de etapas que se determine.

Señalizaciones remotas.

Rejilla de protección de baterías.

Elementos de carga.

Detector de filtros sucios.

Cuadro eléctrico, con aparellaje de protección y maniobra de motores de la unidad. Control de presión de condensación.

Los roof-top no podrán estar situados en la propia sala de máquinas, debiendo existir, necesariamente una separación física entre ésta y el local donde se encuentre el mismo.

c.17.13. RADIADORES

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los radiadores de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Se dispondrán según el número de elementos o dimensiones especificados en planos o especificaciones técnicas. Su acabado será de pintura al horno.

Cada radiador dispondrán de válvula de doble reglaje, detentor y purgador, así como de las reducciones y tapas necesarias.

Se conectarán a los tubos de distribución mediante tubo de acero negro sin soldadura

según DIN 2440 de diámetro 3/8" o 1/2". La conexión de entrada se realizará por arriba y la de salida por la parte inferior opuesta.

Los soportes se dispondrán siempre que fuera posible en partes no visibles.

C.17.14. AEROTERMOS

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los aerotermos de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Aerotermos de agua caliente

Dispondrá de ventilador helicoidal equilibrado estática y dinámicamente para funcionamiento silencioso, rejilla de protección, serán adecuados para ser instalados en posición vertical u horizontal.

Las baterías serán de cobre con aletas de aluminio, con pendiente para poder ser vaciadas y presión de diseño igual que la de las válvulas utilizadas en el proyecto.

La carcasa estará construida a base de perfiles soldados y paneles galvanizados y lacados.

La potencia de los motores será holgada y con protección térmica de bobinas

Estarán controlados por sondas de temperatura ambiente, que pararán o arrancarán el ventilador.

Aerotermos con batería eléctrica

Su construcción y componentes serán similares a los aerotermos de batería de agua a excepción de que ésta, será sustituida por una batería eléctrica.

La batería de calor será de acero galvanizado, para uso intensivo. Tornillería en acero inoxidable.

C.17.15. FAN-COILS

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los fan-coils de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Las baterías serán de cobre con aletas de aluminio con cuellos autodistanciadores en aletas fijados al tubo por expansionado mecánico, con pendiente para poder ser vaciadas y presión de diseño igual que la de las válvulas utilizadas en el proyecto. Conexiones de acero previstas para conectar purgador. Los tubos estarán rígidamente unidos a la envolvente, previéndose la dilatación de los mismos.

Los ventiladores serán de turbina centrífuga de doble aspiración, de aluminio, con álabes curvados hacia adelante, estarán equilibrados estática y dinámicamente, con eje sobre rodamientos de bolas autolubricados. Dispondrán de motor de tres velocidades, con dispositivo de protección térmica y de reset automático. Transmisión por correa con posibilidad de regulación en un 30% la velocidad del ventilador. El

conjunto, ventilador, eje y rodamientos estará montado sobre estructura de acero unida a la estructura del fan-coil mediante anclajes antivibratorios que impidan la transmisión de vibraciones a los soportes externos del fan-coil ni a los elementos constructivos del edificio.

Todas las unidades estarán provistas de filtro plano.

Dispondrán de bandeja de recogida de condensados de chapa galvanizada con terminación en fondo anticorrosivo y debidamente aislada para evitar la formación de condensados.

Se instalarán adosados al techo, en suelo, en pared o donde los documentos de proyecto lo indiquen, y se conectarán todas las tuberías y cables necesarias para un correcto funcionamiento. En el caso de incorporar envolventes éstas serán robustas, de acero con tratamiento anticorrosión, secados al horno y chasis en acero galvanizado; tendrá esquinas redondeadas y panel frontal de acceso.

Serán del tipo “silencioso”, cumpliendo normativa NBE-CA/88 y RITE.

C.17.16. ACONDICIONADORES AUTÓNOMOS

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los acondicionadores autónomos de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Los equipos autónomos cumplirán con las especificaciones del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, el Reglamento de Aparatos a Presión y lo indicado en la ITC 04.11 del RITE.

Acondicionadores autónomos compactos

Serán unidades autónomas de tipo compacto, condensados por aire, con ventiladores centrífugos en condensador y evaporador, para permitir el acoplamiento de conductos para la canalización del aire en ambos circuitos. Todas sus partes serán accesibles desde los laterales y la parte inferior del mismo.

La unidad irá envuelta en un mueble construido en chapa de acero tratada y pintada, alojando en su interior los siguientes elementos:

Compresor de tipo hermético vertical, montado sobre antivibratorios equipado con resistencia eléctrica por calentamiento del aceite.

Baterías condensadora y evaporadora construidas con tubos de cobre, con aletas de aluminio dispuestas al tresbolillo y presentarán gran superficie de intercambio.

Grupos motor-ventilador de evaporador y condensador del tipo centrífugo de doble aspiración, equilibrados estática y dinámicamente, con motor directamente acoplado en el aro de aspiración.

Sistemas de control y seguridades contando, como mínimo, con los siguientes elementos:

- Presostato de alta presión.
- Presostato de baja presión.
- Protección térmica del motor del compresor.
- Dispositivo que evite la acumulación de líquido refrigerante en el compresor.
- Regulación automática de temperatura mediante termostato ambiente a distancia.

Serán equipos autónomos de tipo partido, compuestos por unidad interior o evaporadora y exterior o condensadora, debidamente interconexiónadas eléctrica y frigoríficamente.

El conjunto contará como mínimo, de los siguientes elementos de seguridad y control:

- Presostato de alta presión.
- Presostato de baja presión.
- Protección térmica del motor del compresor.
- Dispositivo que evite la acumulación de líquido refrigerante en compresor.
- Regulación automática de temperatura mediante termostato ambiente a distancia.

Unidad evaporadora

Será de descarga de aire vertical e irá envuelta en mueble construido en chapa de acero laminada en frío, fosfatada y esmaltada, disponiendo de rejilla de retorno y plenum de descarga de aire para su utilización sin conductos.

Básicamente estará compuesta de los siguientes elementos:

Batería evaporadora construida con tubos de cobre con aletas de aluminio dispuestos al tresbolillo y gran superficie de intercambio.

Grupo motor-ventilador de tipo centrífugo de doble aspiración, equilibrado estática y dinámicamente, con motor directamente acoplado en el aro de aspiración.

Unidad condensadora

Estará especialmente diseñada para su colocación a la intemperie y constará de los siguientes elementos principales:

Compresor de tipo hermético vertical, montado sobre antivibratorios y equipo con resistencia eléctrica para calentamiento del aceite.

Batería condensadora construida con tubos de cobre con aletas de aluminio, dispuestos al tresbolillo y gran superficie de intercambio.

Grupo motor ventilador de tipo axial con descarga libre del aire, montado sobre soportes antivibratorios y con motor directamente acoplado.

C.17.17. RECUPERADORES DE CALOR

Recuperadores de calor estáticos

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los recuperadores de calor estáticos de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Los recuperadores de calor serán construidos con perfiles y paneles de chapa galvanizada de primera calidad, sobre chasis en u galvanizada, que servirá de base, tanto a la envolvente, como a las diferentes secciones que compongan la unidad.

La envolvente, estará formada por paneles del tipo SANDWICH, de 35 mm. de espesor como mínimo, contendrá en su interior un panel aislante de espuma de polietileno inyectada de 30 mm. de espesor, la unión entre paneles se realizará mediante un sistema de machiembrado y piezas de sujeción atornilladas a los mismos.

Serán de flujo cruzado con separación de flujos mediante hojas de aluminio especialmente resistente a la corrosión.

El rendimiento del recuperador no será inferior al 40% para las condiciones especificadas de proyecto.

Recuperadores de calor por baterías

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los recuperadores de calor de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Los recuperadores de calor estarán formados por dos baterías de agua, situadas una en el retorno del climatizador y la otra en la impulsión, unidas mediante una bomba, que hace circular el fluido entre las dos baterías para proceder al intercambio térmico al paso de la corriente de aire.

Las baterías deberán de ser construidas en tubo de cobre sin soldadura con aleteado continuo de aluminio con distancia entre aletas. Las aletas dispondrán de collares de ajuste para lograr una máxima transferencia de calor en la unión con el tubo.

Por lo general las características técnicas de la bomba y de las baterías que forman el recuperador han sido definidas con anterioridad.

El rendimiento del recuperador no será inferior al 40% para las condiciones especificadas de proyecto.

Recuperadores de calor rotativos

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los recuperadores entálpicos de tipo rotativo de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Irá montado en la sección correspondiente del ventilador con el motor interior al mismo, a no ser que indique la Dirección de Obra lo contrario. Estarán compuestas por una carcasa de soporte y protección que contiene el rotor a su motor impulsor con su correspondiente correa de transmisión. La carcasa formará una caja de construcción rígida y sus caras laterales se proyectarán para su fácil conexión.

El rotor estará formado por hojas de material fibroso e inorgánico, alternativamente lisas y arrugadas que irán impregnadas con material desecante. Dichas hojas estarán enrolladas de modo que formen una multitud de celdillas axiales. A lo largo del perímetro del rotor, así como de la zona divisoria entre los dos flujos de aire se dispondrá una tira de cierre ajustable a fin de evitar filtraciones de aire.

El recuperador estará equipado con un sector de purga en el que cada celdilla es limpiada por aire fresco antes de entrar en el propio flujo de aire impulsado. La eficacia del recuperador no será inferior al 60% para las condiciones de proyecto especificadas.

C.17.18. TRATAMIENTO DE AGUAS

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los equipos de tratamiento de agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Consistirán como mínimo en:

Circuitos de torres de refrigeración: tratamiento algicida y biocida Circuitos de agua

fría y caliente: tratamiento anticorrosión y anticrustación

El contratista realizará un estudio del agua disponible, y si el agua no cumpliera con las limitaciones especificadas o recomendadas por los fabricantes de los equipos, dotará de los equipos de tratamiento adicionales que se requieran.

El sistema introducirá los aditivos en una parte, donde la mezcla se efectúa tan rápido como sea posible.

El contratista proveerá todos los equipamientos, tuberías, conexiones y recipientes llenos de aditivo en el momento de la recepción provisional.

El contratista entregará para revisión información completa sobre el equipamiento, aditivos así como el programa de tratamiento que realizará hasta la recepción provisional de las instalaciones.

Dará instrucciones precisas e incluirá junto a los manuales de mantenimiento de las instalaciones, el programa de tratamiento detallado.

Tratamiento en torres de refrigeración

Tratamiento algicida.

Se realizará mediante dosis de choque en la torre. El equipo consistirá en una cuba de preparación de reactivos construida en polietileno, sistema de vaciado, llenado y toma, indicador de nivel, electroagitador de acero inoxidable. La dosificación se realizará mediante 2 bombas (1 de reserva); construidas en PVC con regulación marcha-paro. Se incluirá en el depósito un interruptor de nivel mínimo para la protección de las bombas. Todos los accesorios en PVC.

Tratamiento biocida

Se aplicará sobre la tubería de salida de la bolsa de torres mediante producto a elegir en la puesta en marcha. Todos los elementos y accesorios, igual que lo descrito para el tratamiento algicida.

Tratamiento de redes de tuberías

Redes de agua de calefacción

Se dispondrá de un sistema único de almacenamiento y dos líneas de dosificación a base de acondicionante tipo polifosfato, para la red de agua caliente. El equipo consistirá en una cuba de preparación de reactivos (dilución al 5%) construida en polietileno, sistema de vaciado, llenado, toma, indicador de nivel, electroagitador de acero inoxidable, interruptor de nivel bajo para protección de bombas. La dosificación consistirá en dos líneas. Dispondrá de 2 bombas (1 reserva). Bombas y accesorios en PVC.

Redes de agua de condensación

Se dispondrá de un sistema idéntico al descrito para las redes de calefacción. Red de agua

fría

Dispondrá de almacenamiento idéntico al descrito para las redes de calefacción, a excepción que la dilución se realizará al 10%.

c.17.19. MOTORES ELÉCTRICOS

General

Es competencia del instalador el montaje, suministro y puesta en servicio de los motores de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

El instalador suministrará toda la maquinaria con los motores eléctricos correspondientes.

Los motores deberán estar equilibrados dinámico y estáticamente, disponiendo de ventilador de refrigeración. En bornes se indicarán e identificarán los conexiones de bobina. Los cojinetes y elementos de apoyo serán de primera calidad. La carcasa exterior será de fundición con aletas refrigeradoras.

Su construcción y aplicación deberá cumplir la reglamentación vigente, adoptándose la normativa DIN, tanto en su construcción (42.950) como en la clase de protección (40.050). Las bobinas estarán preparadas para alcanzar temperaturas de 75°C según normas VDE. Deberá admitir desviaciones sobre sus parámetros eléctricos (tensión y frecuencia) de un +- 10% sin que afecte a sus repuestas funcional o componentes. Llevará placa de características en castellano, con unidades S.I. y marcadas de forma indeleble donde se indique.

Marca y tipo Potencia

(kW y CV) Tensiones

(V) Intensidad (A)

Velocidad de giro (R.P.M.)

Tipo de construcción y protecciones.

Todos los motores, cuya situación no permita la vigilancia de su conmutador de accionamiento, deberán disponer de un interruptor de seguridad en su proximidad.

Clasificación

A) Motores monofásicos: Preferentemente los motores de 0,37 Kw o menos serán monofásicos, 220V, 50 Hz. Cumplirán todas las normativas aplicables.

B) Motores trifásicos:

Su diseño, construcción y pruebas cumplirá todas las normativas aplicables. Dispondrá de aislamiento clase F, utilización B.

Los motores de más de 3,7 Kw tendrán un factor de potencia no inferior al 85% en carga nominal. En caso contrario, será corregido el factor de potencia hasta el 90%.

Los motores serán de jaula de ardilla, IP-54, mientras no se especifique otro.

El rendimiento mínimo de los motores a cargas 100% y 75% se indica en la tabla siguiente (los valores no indicados se interpolan).

kW	2 Polos	4 Polos	6 Polos
5,5	84	85	83
18,5	90	90,5	89,5
37	92,5	93	92

75	94,9	94,6	94,2
132	95,7	95,6	95,4

C.17.20. VARIADORES DE FRECUENCIA

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los variadores de frecuencia de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Cada variador electrónico de frecuencia será de tensión correspondiente al motor a conectar, con modulación tipo PWM, inversor transistorizado y control completo digital.

Serán adecuados a cada equipo conectado, teniéndose en cuenta las curvas de carga y las recomendaciones del fabricante de los equipos conectados.

Entregas

El contratista entregará la siguiente documentación:

Información completa de catálogos, incluyendo prestaciones, características, montaje y demás información necesaria para una completa descripción del equipo.

Información relativa a los armarios, acceso a los componentes, modo de extracción de elementos, etc.

Documentación necesaria para que los sistemas de control y protección contra incendios puedan realizar las conexiones desde su sistema a los puntos terminales provistos en el equipo.

Sistema de cableado y diagramas de control.

c.17.21. CONTROL ELÉCTRICO O ELECTRÓNICO

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio del control eléctrico o electrónico de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Queda incluido dentro del suministro, todo el cableado necesario para la actuación del control, desde el regleteado dispuesto a tal efecto en el cuadro eléctrico, hasta todos y cada uno de los terminales. El cableado ira canalizado en PVC rígido, flexible armado o acero según determine la Dirección, acorde con el resto de las canalizaciones eléctricas, con los registros necesarios.

El dimensionado será tal que no afecte a la medición y en ningún caso inferior a 1,5 mm² de sección. El aislamiento será de 750 V., estando apantallado si la medida o

acción lo requiriera.

Los cuadros de control de cada subsistema serán metálicos, de la dimensión adecuada para el correcto alojamiento de los elementos y sus canalizaciones. El frontis será registrable y estanco. En señales proporcionales, con variación de tensión, se dispondrá indicador transductor de la medida correspondiente ($^{\circ}\text{C}$ % HR, etc.) Al lado de cada cuadro y debidamente plastificado y enmarcado se ubicará el esquema de control correspondiente, con indicación de los puntos de consigna.

El instalador debe suministrar cuando la planificación de la obra lo demande, los planos de enclavamiento eléctrico, para que el suministrador de los cuadros, los tenga en consideración, para la construcción de los mismos. Previamente estos planos serán visados por la Dirección.

Quedan incluidos todos los elementos accesorios tales como relés, potenciómetros, pilotos, interruptores, fusibles, transformadores, etc., que para el buen funcionamiento del sistema sean necesarios, siempre y cuando queden fuera de los cuadros eléctricos generales.

En general, todo el montaje y elementos que compongan la instalación de control deberán atenerse a la reglamentación al respecto y más en particular a lo indicado en la ITC 04.11 del RITE.

El conexionado de los diferentes terminales en el regleteado del cuadro eléctrico, lo realizará el instalador electricista, en presencia del instalador de aire acondicionado, siendo responsabilidad de éste la adecuada conexión, el cumplimiento de las funciones de maniobra y enclavamiento.

c.17.22. CONTROL DE LOS MOTORES

Arrancadores de motores

General

El instalador de climatización suministrará e instalará todos los arrancadores de motores requeridos por el equipo mecánico (calefacción, ventilación y aire acondicionado, protección de incendios y saneamientos).

Se instalará cualquier arrancador independiente o control de panel que sea necesario en los equipos o paquetes de equipos suministrados por otros instaladores u oficios, que no se definan. Se incluirán bornas terminales y el cableado correspondiente.

Arrancadores magnéticos de motores mayores de 0,37 kW

El diseño se ha previsto de forma que los arrancadores para motores de más de 0,37 kW serán una combinación de contactores de tipo magnético de 380 V, 3 fases, 3 polos, 50 Hz, Si se utiliza otra configuración, deberá ser coordinada con otros gremios de la obra. Los requisitos especificados anteriormente, serán aplicables a todos los arrancadores, ya sea su montaje independiente o incorporado en un centro de control de motores (cuadro de maniobra).

Los arrancadores magnéticos estarán contruidos de acuerdo con las últimas

normativas y estándar aplicables y tendrán una acción segura, rápida, con mecanismos de accionamiento brusco. Se preverán 3 relés de sobrecarga. Los relés de sobrecarga tendrán un ajuste de $\pm 15\%$ del calibrado nominal. Se comprobarán las placas de características de cada uno de los motores y se dimensionarán los relés para suministrar una protección completa de sobrecorriente en los mismos.

Los interruptores automáticos de tipo magnético satisfarán los requisitos especificados en el pliego de condiciones técnica de la instalación eléctrica para la aparamenta en cuadros secundarios.

Las unidades arrancadoras magnéticas de motores formarán una combinación con el interruptor automático.

Los arrancadores de motor tendrán un enclavamiento en la posición de abierto. Los arrancadores magnéticos de motores incorporarán:

Un circuito de control de 220 V protegido por fusible, que deriva de la alimentación de 380 V, a través de un transformador de control protegido por fusible, en el arrancador.

Se instalará igualmente un selector de tres posiciones manual-0-automático montado sobre la tapa. Las posiciones serán identificadas según se indica en los planos o sea indicado al respecto.

Se instalará un piloto indicativo de estado para cada motor, montado en la tapa.

Se instalarán tres contactos auxiliares destinados para: piloto de estado, indicación de estado on/off a sistema de alarma de incendios, y al sistema de gestión centralizada del edificio respectivamente. Se suministrarán estos tres contactos independientemente de que uno o más de ellos puedan no ser utilizados.

Aquellos arrancadores de alimentación a ventiladores de presurización de escaleras, ventiladores de extracción de humo, ventiladores asociados al suministro de aire exterior y otros equipos críticos, según se determine por el ingeniero, se suministrarán con relés detectores de corriente y sensores con contactos para monitorización del estado por el sistema de gestión centralizada y el sistema de alarma de incendios.

Se considerarán incluidos todos los accesorios opcionales y elementos auxiliares según se indique en los planos y se describe aquí.

Los arrancadores de los motores, los interruptores selectores y otros elementos similares, cuando no sean indicados como una parte integral de un centro de control de motores (cuadro de maniobra), serán instalados en paneles metálicos standard, excepto cuando se indique, y/o sea requerido que sean herméticos, resistentes a la explosión, etc. y en cualquier caso serán idóneos para el propósito previsto. Cada panel estará equipado con la adecuada identificación del motor y la señalización de precaución o peligro.

Se suministrará el cableado de termorresistencias de los motores que dispongan de ellas en el devanado.

Arrancadores manuales de motores de 0,37 kW o menores

Se utilizarán arrancadores manuales para los motores dimensionados a 0,37 kW o

menos, excepto en aquéllos en que se requiera control automático y los elementos de control no sean adecuados para soportar la carga de corriente prevista, en cuyo caso, se utilizará una combinación adecuada de arrancador magnético (según se ha especificado anteriormente para motores trifásicos). Los arrancadores manuales de motores serán dimensionados para 220 V, 1 fase, 50 Hz.

Los arrancadores de los motores tendrán un enclavamiento en la posición de abierto.

Se suministrarán selectores y pilotos indicadores de estado, de acuerdo a los requerimientos especificados para arrancadores trifásicos, montados en tapa.

Los arrancadores manuales de motores serán montados en paneles standard metálicos, excepto cuando sea indicado y/o requerido el que estos paneles sean herméticos o resistentes a la explosión, etc., en cualquier caso idóneos para el trabajo previsto. Cualquier envolvente será suministrada con la adecuada identificación y señalización de aviso y señalización.

Centros de control de motores (Cuadros de protección y maniobra)

General

Se diseñarán los centros de control de motores para satisfacer los niveles de falta de 60 kA a 380 V durante 1 segundo, salvo indicación en contra. Las barras principales serán dimensionadas para 630 Amperios salvo que se indique lo contrario.

Se diseñarán y construirán los centros de control de motores estrictamente de acuerdo con los estándares aplicables.

Se suministrarán los centros de control de motores adecuados para acceso frontal con entrada de los cables por la parte superior, completos con prensaestopas para cables y otros accesorios necesarios o requeridos.

Se suministrarán centros de control de motores dimensionados para 380 V, 3 fases, 3 cables, 50 Hz.

Se suministrará para cada centro de control de motores un interruptor manual de 3 polos de caja moldeada.

Envolventes

Se suministrarán el número y tamaños de los centros de control según se indique en los planos.

Se suministrarán los centros de control, modulares autoportantes adecuados para su montaje en suelo.

Se limpiarán químicamente y se tratarán las superficies metálicas para prevenir la oxidación y humedad bajo las capas de pintura. Se aplicará con un spray electrostático una capa de pintura de poliéster.

Se entregarán los centros a los lugares de montaje en secciones de tales dimensiones que no sea difícil su manejo y ubicación en obra. Se suministrarán elementos de izado

desmontables.

Placas de características: se suministrará por cada uno de los arrancadores una placa de características plásticas grabada. Las placas de características serán de fondo blanco con letras mayúsculas en negro. Se suministrará una placa igualmente grabada para cada uno de los elementos de aislamiento para indicar la posición de los mandos.

Embarrados y cableado

Los embarrados y las conexiones de cableado dentro de los centros de motores, serán salvo que se indique lo contrario, de cobre y aislados por medio de cinta o revestimiento plástico coloreado, las conexiones de los embarrados serán adecuadamente fijadas, atornilladas y con arandelas. Se suministrarán las barreras verticales y horizontales entre cada módulo arrancador de motor.

Se suministrarán embarrados de distribución de tierra de cobre que se extenderán a lo largo de cada centro de control de motores y de cada sección vertical. Se pondrán a tierra todas las canalizaciones entrantes, bandejas de cable, canales, o envolventes de embarrados.

Arrancadores de motores

Se suministrarán los conjuntos arrancadores de motores, fijos, cada uno con su interruptor automático, satisfaciendo todos los requerimientos especificados en este pliego.

Las unidades arrancadoras combinadas de motor se completarán con todos sus accesorios necesarios y según se especifique y/o se indique en los planos.

Requisitos de interconexión de los arrancadores de motores

Serán de aplicación las siguientes directrices para los motores controlados o monitorizados por el sistema de gestión centralizada (SGC) del edificio o por el sistema de alarma de incendios (SAI).

Se preverán regletas de conexión dentro de un compartimento separado, de cada centro de control de motores o en un cuadro separado montado sobre pared junto a los arrancadores magnéticos y manuales, con objeto de facilitar la monitorización y control de motores por el SGC y el control de supervisión y monitorización de motores por parte del SAI. Se realizará la segregación entre SGC y SAI en cuanto a terminales, así como entre el cableado de baja tensión y cualquier cableado en muy baja tensión.

Se cablearán las conexiones desde los arrancadores de los motores hasta las terminales, y se suministrará la canalización y otros elementos necesarios que permitan al SGC el obtener la siguiente monitorización y control de funciones sin alterar el cableado de los arrancadores:

Control de encendido y apagado por el SGC

Se cablearán un par de terminales al arrancador de motor de forma que cuando el relé de SGC o el elemento cableado de control a través de estos terminales se cierre, el

motor se arranque. Cuando el relé SGC abra el contacto a través de estos terminales, el motor parará. Estas acciones tendrán sólo lugar cuando el interruptor de selección se encuentre en la posición remoto.

Control de velocidad SGC

Se cablearán un par de terminales a los arrancadores de motores de 2 velocidades de forma tal que cuando el relé cableado del sistema de SGC cierre sus contactos, el motor se ponga en alta velocidad y que cuando los contactos del SGC estén abiertos el motor funcione a baja velocidad. Para los motores de velocidad variable la velocidad del motor vendrá determinada por una señal modulada de SGC de 0 a 10 Vcc o de 4 a 20 mA. cc. a través de estos terminales. No será posible para el sistema de SGC el hacer funcionar el motor a una velocidad inferior o superior a las máximas recomendadas por el fabricante. Si los contactos asociados al sistema SGC comentados anteriormente están abiertos, entonces el motor se parará independientemente del estado del relé de SGC o de la señal de modulación de velocidad. Estas acciones tendrán sólo lugar cuando el selector de funcionamiento esté en la posición de remoto.

Estado On/Off

Se cableará hasta un par de terminales desde el arrancador del motor de modo que por medio de dos contactos secos cerrados se monitoree a través del SGC, cuando el motor está en ON (contactos cerrados) y cuando esté en OFF (contactos abiertos). Esto es aplicable para motores de una sola velocidad, de 2 velocidades y de velocidad variable independientemente de la posición del interruptor de selección.

Estado de alta o baja velocidad

Se cableará hasta un par de terminales desde el arrancador del motor de dos velocidades de modo que el sistema SGC monitoree por medio de un par de contactos cerrados secos cuando esté seleccionado para operación en alta velocidad y cuando para baja velocidad. Este estado será monitorizado independientemente de la posición del interruptor de selección.

Enclavamiento de compuertas

Se cableará un par de terminales desde los arrancadores de los motores de modo que los motores no arrancarán hasta que un contacto situado entre estos terminales se cierre. Estos terminales estarán cableados, hasta los interruptores de posición final de las compuertas, los cuales están cerrados cuando las compuertas están abiertas, y abiertos cuando las compuertas están cerradas. Estos enclavamientos operarán en ambas condiciones de remoto o manual del interruptor de selección.

Control de compuertas

Se cableará un par de terminales desde el arrancador del motor de modo que se consiga una alimentación de 220 V (derivada del circuito de control del arrancador de motor) cuando el selector esté en la posición de manual o cuando se envíe una orden de arranque desde el SGC o el SAI. Este suministro de potencia será cableado por el SGC para iniciar la apertura o cierre de los enclavamientos.

Control de accionamiento de los sistemas de alarma de incendios

Se cableará un par de terminales de forma que cuando un relé del sistema de alarma de incendios provoca un cierre de contacto entre estos terminales, el motor opere a su máxima velocidad. El control de motor indicado por estos terminales no by-pasará el control del interruptor de selección cuando este interruptor esté en la posición OFF, pero sí lo hará sobre cualquier otro de los controles asociados.

Control de parada del sistema de alarma de incendios

Se cableará un par de terminales de forma que cuando un relé del sistema de alarma de incendios provoca una apertura de contacto entre estos terminales, el motor se para. El control del motor iniciado por estos terminales tendrá prioridad sobre cualquier otro control asociado.

Estado On/Off de los motores del sistema de alarma de incendios

Se cableará un par de terminales para proveer el cierre de contactos secos, mínimo para 2 Amperios a 24 Vcc, cuando el motor esté en funcionamiento y la apertura de dichos contactos cuando el motor esté cerrado.

No se cablearán terminales que no sean requeridos en un motor particular hasta el arrancador del motor, y no se utilizarán estos para ningún otro propósito. Se cablearán los terminales en el orden indicado anteriormente de izquierda a derecha (o de abajo arriba) en el bloque de terminales.

Se realizará cualquier modificación necesaria en el cableado interno de los arrancadores de forma que se consiga y permita establecer los requisitos anteriormente mencionados.

Se instalará cualquier terminal necesario así como modificaciones del cableado interno de cualquier unidad completa de forma que se permita la satisfacción de los requisitos indicados anteriormente.

Los bloques terminales dispondrán de una envolvente que satisfará las especificaciones definidas para la envolvente de los centros de control de motores, o las de arrancadores de motores de montaje local si fuera aplicable. Una envolvente puede contener regleteros para más de un motor, pero los regleteros deben estar claramente identificados. Cada motor dispondrá de un regletero dedicado.

Bajo ninguna circunstancia se cablearán los terminales al arrancador del motor de forma que el SGC pueda anular el encendido/apagado del sistema de alarma de incendios o el sistema de enclavamiento de seguridad suministrados para el motor.

La carga en el lado del arrancador del motor en el lado de los terminales indicados será tal que los relés SGC y SAI necesarios para realizar las operaciones On/Off y alta y baja velocidad, no requerirán un nivel de intensidad superior a 5 amperios a 240 Vac.

Se suministrará la documentación necesaria para el cableado de SGC y SAI a los terminales de conexión de forma que se satisfagan los requisitos indicados en estas especificaciones.

Según se ha descrito anteriormente, la monitorización de estados se realizará por medio de contactos auxiliares en los arrancadores excepto para los ventiladores críticos tales como ventiladores de aire exterior, ventiladores de presurización de escaleras, ventiladores de extracción de humos, etc. los cuales dispondrán de relés

detectores de corriente para monitorización del estado. Se proveerán relés de medida de corriente y cableado hacia las barras de conexión de acuerdo con lo que se ha indicado anteriormente.

C.17.23. APARATOS DE MEDIDA

Es competencia del instalador el montaje, suministro y puesta en servicio de los aparatos de medida de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

El montaje de los aparatos será tal que refleje realmente la magnitud y el concepto medido, evitando puntos muertos o acciones indirectas que desvíen el punto de medición que interesa consignar. Si el parámetro a medir estuviese automáticamente controlado o dispusiese de sonda de medida a distancia, tanto sondas como el punto de captación del aparato de medida, estarán próximos, de forma que no pueda aludirse diferenciación de medida o actuación por ubicación. La reposición, contraste o calibración de los aparatos podrá realizarse estando los sistemas en activo por lo que el montaje deberá estar previsto con éste condicionante. Cuando la medida necesite de elemento transmisor (aceite, glicol, etc.) deberá existir en su total capacidad en la recepción provisional.

El posicionamiento de los indicadores deberá ser tal que puedan ser fácilmente legibles por el usuario en las situaciones normales de trabajo o maniobra. Si el punto de su captación no cumpliera éste requisito, el indicador será del tipo a distancia.

La sensibilidad de los aparatos será la adecuada a juicio de la Dirección, según la precisión y el parámetro medido.

El montaje del punto de captación será realizado de forma que fácilmente pueda ser desmontado para aplicar otro aparato de medida para su verificación o calibración, si ello no fuera factible se dispondrá habitáculo de captación inmediata para aplicación del aparato portátil.

C.17.24. SISTEMA DE DETECCIÓN DE MONOXIDO DE CARBONO

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio del sistema de detección de monóxido de carbono de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los documentos de proyecto.

Dicho sistema controlará la entrada en funcionamiento de los ventiladores destinados a la impulsión y/o extracción de aire en el local, de forma que no se alcance una concentración de CO mayor de 50 p.p.m.

El sistema de detección de monóxido de carbono en el local constará de centrales de detección, detectores y cableado.

Las centrales de detección tendrán las siguientes características: Control microprocesador

Escala de medición de concentración: 0 a 300 p.p.m.

Selección de concentración: en tres niveles; 50, 100 y 150 p.p.m. Lecturas por zona: del detector con máximo valor de nivel

Número máximo de detectores: 15 por zona.

Selección de modo de ventilación: paro, manual, automático.

Salida para orden de ventilador: por relé conmutado libre de tensión 5A a 200V Salida para alarma: por relé conmutado libre de tensión 5A a 220 V.

Fuentes de alimentación: independientes por zona.

Conexiones: mediante 3 hilos de 1,5 mm².

Los detectores de monóxido de carbono estarán agrupados en bucles que se conectarán a las centrales. Los detectores de CO se instalarán en el techo del local en los lugares indicados en planos y conectados mediante cables de tipo RV, 6/1KV de 3x1,5mm², por el interior de tubos de PVC rígidos.

Al detectar el sistema una concentración igual o mayor a la prefijada, actuará sobre los ventiladores asignados a la zona donde ocurra la situación.

La ubicación, caudal y alcance de los ventiladores asegurará un barrido completo del local, evitando zonas muertas.

Las centralitas deberán disponer de los elementos técnicos necesarios para el control de su estado desde el punto de vista de gestión técnica del edificio.

C.17.25. INSTALACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL

General

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de la instalación de distribución de gas natural de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los documentos de proyecto.

No se admitirán contrataciones con firma que no están totalmente acreditadas y que no puedan demostrar poseer un perfecto equipo local de mantenimiento, exigiéndose clasificación de Empresa otorgada por el Ministerio de Economía y Hacienda, Comisión de Clasificación de Contratistas de Obras, del subgrupo J, Instalaciones Mecánicas, con Categoría mínima "d".

En las soluciones constructivas de los elementos que componen la red, se ha tenido en cuenta:

La estanqueidad de la red y su apariencia en todos sus tramos, no estando expuesta a choques ni deterioros.

La libre dilatación de las canalizaciones respecto de sí mismas y en los encuentros con otros elementos constructivos.

La independencia parcial de la instalación por medio de llaves de paso situadas, al menos en cada aparato de consumo, en cada contador y al principio de cada derivación.

La situación de los aparatos de consumo de modo que sean fácilmente registrables y desmontables.

La separación de protección entre las canalizaciones paralelas de gas y cualquier conducción de modo que sea como mínimo de 30 cm y superior a 1 cm en las cruces.

La situación de las calderas de modo que no estén en cuartos de baño ni sobre cocinas o elementos similares, distanciándose al menos 40 cm en horizontal de cualquier punto de fuego.

La evacuación de agua condensada en la conducciones de gases húmedos.

La protección de los materiales de la agresión ambiental, de otros materiales no compatibles y del gas utilizado.

Para el diseño y ejecución de la instalación deberá tenerse en cuenta la siguiente normativa:

Normas básicas de instalaciones de gas en edificios habitados (Orden ministerial del 29-3-74).

Instrucciones sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gases combustibles (Orden ministerial del 17-12-85).

Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos (Orden ministerial del 18-11-74).

Normativas de la empresa suministradora de gas natural.

Tubería de distribución de gas natural.

El dimensionamiento de tuberías y la ubicación de los diferentes elementos de regulación de presión, filtraje, corte, toma de presión y seguridad se realizará de acuerdo a las instrucciones de la compañía suministradora de gas natural.

La tubería desde la llave de acometida en la arqueta de la red de distribución urbana hasta el armario de regulación del edificio se realizará en polietileno y/o acero estirado sin soldadura según DIN 2440, calidad St-37.

Cuando discurra enterrada descansará sobre cama de arena lavada de ría de 15 cm de espesor, y estará recubierta del mismo material hasta 15 cm por encima de la generatriz superior. Sobre este recubrimiento se situará una cinta de balización de color amarillo o línea de ladrillos.

Las zonas en que la tubería discurra por fachada se protegerán con guardacaños de fundición, con protección anticorrosiva y perfectamente ventilado.

La conexión entre tubería de PE y de acero se realizará mediante la pieza de transición homologada por la compañía suministradora de gas.

La estación de regulación de presión del edificio constará de armario de material ignífugo debidamente ventilado, válvula de independización de cierre rápido, toma de media presión tipo Peterson, filtro, regulador de presión, tomas de baja presión de pequeño calibre, válvula de corte y válvula de independización. Cuando no se sitúe en fachada se ejecutarán las correspondientes tomas de ventilación.

La tubería entre la estación de regulación y los diferentes contadores y puntos de consumo se realizará en cobre según UNE 37.144, en los diámetros y longitudes

especificados en proyecto., salvo en aquellos casos que por sus características especiales sea recomendable utilizar acero al carbono y siempre con la autorización previa del suministrador de gas.

Las zonas en las que la tubería de cobre vaya vista se recibirá a la fábrica mediante grapas como mínimo cada 1.500 mm. Las uniones y piezas especiales irán soldadas por capilaridad con aleación de plata. Cuando atravesase muro o tabiques, se colocará un manguito pasamuros de fibrocemento ligero con holgura mínima de 10 mm, que se rellenará con masilla plástica.

Cuando la tubería deba atravesar habitaciones, salas, falsos techos o garajes, irá colocada en vaina debidamente ventilada. Está totalmente prohibido atravesar dormitorios o discurrir por forjados, suelos de edificaciones, etc.

La unión de tramos de tubería entre sí o con las piezas accesorias se realizará por capilaridad de punto de fusión superior a 650°C.

Se admiten curvas hechas directamente sobre las tuberías siempre que se realicen en frío con las roldanas o matrices adecuadas y con radio de curvatura mínimo igual a cinco veces el diámetro de la tubería.

Cuando se realicen uniones mediante accesorios mecánicos se utilizarán rácores normalizados según Norma UNE 19680 en última revisión, intercalando junta plana de caucho sintético, esfera, cono, ermeto o similar.

Las uniones roscadas se utilizarán para la conexión de la tubería con elementos tales como llaves de paso, reguladores, etc.

C.17.26. CONTROL DE RUIDO

Silenciadores

Condiciones de ensayo y normas aplicables

Todas las mediciones se realizarán y se registrarán de acuerdo a la última revisión del Método Estándar de Ensayo de la Norma E477 de ASTM para la Medición de la Eficacia Acústica y del Caudal de Aire de Materiales de Revestimientos de Conductos y Silenciadores Prefabricados. El laboratorio de ensayos presentará pruebas para demostrar que se satisfagan todos los requisitos de ASTM E477. Se podrán utilizar otras normativas de ensayo si son aprobadas por Dirección Facultativa.

Especificaciones

Probados en total conformidad con la norma aplicable a una velocidad positiva de aire de 10 metros por segundo ($\pm 5\%$), los silenciadores proporcionarán valores de amortiguación sonora (en dB) mayores y niveles máximos de potencia sonora autogenerada (en dB 0,37 m² área de la cara) menores que los establecidos en los documentos de proyecto, expresados en cada banda de octavas de frecuencias.

La pérdida de carga estática bajo las condiciones de prueba (10 m/s $\pm 5\%$) no superará los valores establecidos en proyecto.

C.17.27. CLIMATIZADORES Y VENTILADORES

Condiciones de pruebas y normas aplicables

Todas las mediciones y cálculos del nivel de potencia sonora se llevarán a cabo de acuerdo con la última versión de la Norma 300 AMCA, y la norma 301 de AMCA, Método para calcular los niveles de sonido de ventiladores a partir de los datos de ensayo de laboratorio. El laboratorio de ensayo ostentará la homologación de la AMCA para llevar a cabo la prueba. Los procedimientos arriba señalados podrán sustituirse por otros procedimientos equivalentes de ensayo y cálculo caso de que éstos sean aprobados por Dirección Facultativa.

En el caso de equipos de climatización que se vayan a utilizar en sistemas de volumen variable de aire, todas las mediciones se efectuarán con el dispositivo de control de capacidad, fijado al equipo de climatización y ajustado acorde con el caudal de aire y presión estática del diseño.

Especificaciones

El nivel de potencia sonora en decibelios con referencia 1 picowatio (10^{-12} w) del ruido de descarga y radiado por carcasa de las climatizadoras, no superará los valores señalados en las tablas a continuación, cuando funcionan bajo las condiciones de caudal de aire y presión estática de diseño.

No son aceptables los niveles estimados de potencia sonora basados en cálculos aproximados, utilizando el método de ASHRAE u otros métodos de ingeniería. Los niveles estimados de potencia sonora se basarán en las mediciones de laboratorio de un ventilador de la misma serie de ventiladores, cuyo tamaño físico, caudal y valores de presión estática no sean más de un 20% por encima de los del equipo presentado. Los cálculos no se basarán en pruebas de laboratorio de equipos más pequeños que los presentados.

Los niveles sonoros se verificarán y obtendrán a partir de los ensayos que se realicen a por lo menos 2 unidades de las de mayor capacidad y que sean significativas. Se entregará un certificado con el resultado de los ensayos, así como los datos, cálculos y extrapolaciones utilizados para determinar los niveles acústicos de las unidades no probadas a partir de ellos.

los niveles máximos de potencia sonora de descarga (en dB re 10^{-12} w) y los niveles máximos de potencia sonora radiada a través de carcasa (en dB re 10^{-12} w) expresados en cada banda de octavas de frecuencias, no será superior a los valores estipulados en los documentos de proyecto.

C.17.28. AISLAMIENTO INTERIOR

Las características en cuanto a la absorción acústica de todos los aislamientos interiores de conductos y plenums del sistema HVAC se probarán de acuerdo con el presente pliego y cumplirán con sus requisitos. Se someterán las muestras representativas a unos ensayos de acuerdo con las normas y procedimientos aplicables, con el fin de demostrar dicho cumplimiento. No se requerirá ningún ensayo especial para este proyecto caso de que el fabricante tenga los resultados de pruebas anteriores de certificación, aplicables al presente proyecto.

Condiciones de ensayo y normas aplicables

Todas las mediciones y cálculos de absorción se efectuarán en total conformidad con la última revisión del método de ensayo ASTM C 423. La prueba estará realizado por un laboratorio acreditado. Otros estándares serán admitidos si son aprobados por la Dirección Facultativa.

Especificaciones

Los coeficientes de absorción acústica de los materiales sometidos no serán inferiores a los valores señalados en la tabla siguiente:

Espesor (mm)	Densidad (Kg/m ³)	Frecuencia central de la banda de octavas en Hz					
		125	250	500	1000	2000	4000
25	48	0,23	0,47	0,60	0,79	0,88	0,90
50	48	0,35	0,75	0,95	0,95	0,95	0,95
100	48	0,60	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

El material no desprenderá partículas a velocidad de aire 15 m/s y será resistente al desgarramiento.

El aislamiento térmico será al menos el del aislamiento exterior aplicable a dicho conducto si no estuviera aislado interiormente.

Presentación de documentación

Se incluirá dentro de la documentación presentada, un informe completo del ensayo de acuerdo con los requisitos, incluyendo, pero no estando limitado a una descripción completa del material ensayado y las condiciones de ensayo, métodos y procedimientos.

c.17.29. CONTROL DE VIBRACIONES

General

Descripción

En el trabajo de esta sección se incluye, pero no está necesariamente limitado a, la provisión de toda la mano de obra, materiales y equipos para la instalación de montajes de aislamiento contra las vibraciones, soportes, bancadas (donde sean

necesarias), conexiones flexibles, antivibratorios de techo de aislamiento de tuberías y de aislamiento de conductos. La instalación será completa en todos los aspectos, probada y ajustada, ofreciendo total garantía de funcionamiento.

Requisitos generales del fabricante

Se consultarán las normas de aislamiento antivibratorio en los planos o especificaciones correspondientes a los dispositivos de aislamiento requeridos, incluyendo tipos, deflexiones estáticas, bases, etc. Las deflexiones estáticas especificadas se basan en las características previstas de los equipos. Caso de que el equipo propuesto por el Contratista tenga características distintas a las indicadas, sobre todo las r.p.m. de régimen, se reevaluará la deflexión estática y se proporcionarán los soportes de apoyo adecuados así como los otros dispositivos.

Equipos: Se proporcionarán aisladores antivibratorios, soportes y bancadas de inercia de distintas dimensiones y configuraciones para garantizar el cumplimiento de los requisitos de deflexión y estabilidad. Para las unidades tipo, se proporcionarán cuatro aisladores antivibratorios como mínimo. Se proporcionarán aisladores que flexen uniformemente bajo gravedad y cargas de empuje de equipos hasta dentro del $\pm 10\%$ de los valores especificados de deflexión.

Se entregarán instrucciones precisas sobre métodos de instalación y ajuste del material suministrado.

Inspecciones finales: Se realizarán unas visitas a la obra tras la instalación de los equipos con el fin de inspeccionar los mismos. Se identificarán todos los equipos de aislamiento antivibratorio que se hayan instalado incorrectamente y se darán instrucciones al contratista en cuanto a los trabajos correctivos.

Requisitos generales del Contratista

Conexiones directas: Se evitarán rigurosamente todas las conexiones directas entre el edificio y un equipo de aislamiento antivibratorio, conducto u otro elemento. Se evitarán conexiones directas con o a través de conductos rígidos, tuberías de drenaje, abrazaderas y camisas rígidas, marcos, etc.

Elementos auxiliares: Se suministrarán e instalarán todos los equipos o piezas secundarios, requeridos para cumplir con los requisitos indicados, incluso cuando no se especifiquen o se indiquen en los planos, sin reclamación por un pago adicional.

Unidades premontadas: Cuando los equipos incluidos dentro de unidades premontadas se suministren con aisladores independientes por el fabricante del equipo y cuando esté previsto que el cerramiento de la unidad vaya montado sobre un conjunto antivibratorio, se retirarán los aisladores internos o se calzarán de forma permanente y los componentes aislados que apoyaban irán sujetos rígidamente al cerramiento.

Se realizarán las siguientes inspecciones y ajustes una vez finalizada la instalación:

- Una vez terminada la instalación de cada equipo y bajo condiciones de plena carga

operativa, se regularán los aisladores antivibratorios de forma que las cargas se

transfieran a los mismos, separándolas de los tacos y apoyos provisionales. A continuación se retirarán los apoyos utilizándolos como calibres para calcular las holguras requeridas. Se apartarán las arandelas.

- Se inspeccionarán todos los equipos de aislamiento antivibratorio, coordinando los trabajos de todos los gremios implicados y asegurando que los aisladores antivibratorios no estén en contacto directo con tuberías de drenaje, conductos, puntales, tuberías de control, conexiones de conductos, racores de tuberías, etc. Se asegurará que los aisladores de techo y sus varillas o cables correspondientes no entren en contacto con ningún otro componente del edificio.
- Se obtendrá una inspección previa y aprobación por parte de la Dirección Facultativa de las instalaciones que vayan a ser cubiertas o cerradas, antes de tal cierre.

Trabajos pendientes: Una vez finalizado el trabajo, la Dirección Facultativa llevará a cabo una inspección del proyecto y comunicará al contratista encargados de la instalación, cualquier trabajo adicional que deba realizarse. Se corregirán sin cargo adicional alguno para el propietario, todas las instalaciones que la Dirección Facultativa considere defectuosas en cuanto a la mano de obra o materiales.

Requisitos de los materiales

Vida útil: los equipos de aislamiento antivibratorio serán capaces de superar la vida útil del equipo suministrado. En concreto, se garantizará que:

Todos los materiales, componentes y piezas serán nuevos.

- Todas las piezas metálicas de aisladores antivibratorios que se instalen a la intemperie serán galvanizadas en caliente tras la fabricación.

Muelles: Los muelles se seleccionarán e instalarán de forma que la relación entre el diámetro del muelle y la altura comprimida final sea no menos de 0,8 o no más de 1,2. Además, cada muelle tendrá un recorrido adicional mínimo igual al 50% de su deflexión real.

Elementos de neopreno: Todos los soportes elastoméricos de apoyo, bloques, casquillos, camisas, ojales, arandelas, etc, tendrán una dureza Shore-A de 30 a 50 de durómetro tras un envejecimiento mínimo de 20 días o el envejecimiento equivalente en horno.

Bases: Para equipos que se construyan con una estructura base incompatible con soportes de aislamiento antivibratorio, se suministrará una bancada junto con los aisladores. Así mismo, se suministrará una bancada caso de que un elemento o equipo y su motor de accionamiento requiera una base rígida común.

Requisitos de velocidad y equilibrado para equipos rotativos

Límites de velocidad: Los ventiladores y otros equipos mecánicos rotativos, no funcionarán a velocidades en exceso de su velocidad crítica real.

Equilibrado: Los dispositivos rotativos, tales como ventiladores, se equilibrarán según la tabla indicada a continuación. Los siguientes niveles de desplazamiento por

vibración no se superaran cuando el equipo vaya anclado rígidamente a la estructura (con los aisladores bloqueados).

Ventiladores

< 600 rpm 0,025 mm. entre picos 600 a

999 rpm 0,020 mm. entre picos

1000 a 2000 rpm 0,013 mm. entre picos

> 2000 rpm 0,006 mm. entre picos

Bombas

1800 rpm 0,013 mm. entre picos

3600 rpm 0,006 mm. entre picos

Trabajos correctivos: Caso de que cualquier equipo rotativo cree ruidos o vibraciones excesivos, el contratista será responsable de equilibrar y alinearlos nuevamente o de realizar los trabajos correctivos necesarios para reducir los niveles de ruido y vibraciones. Se entiende por "excesivo" la superación de los valores especificados por el fabricante correspondiente a la unidad en cuestión o la superación de los valores de desplazamiento arriba señalados.

Documentación a presentar

Especificaciones: Se presentarán las especificaciones del fabricante de los equipos autovibratorios, y otros datos necesarios para demostrar el cumplimiento con todos los requisitos especificados.

Instrucciones respecto a la instalación: Se presentarán las instrucciones y procedimientos recomendados por el fabricante respecto a la instalación, en concreto las instrucciones y listas de comprobaciones por escrito que el fabricante entregará al contratista para facilitar la instalación correcta del equipo.

Listas y Planos de montaje: Se presentarán listas y planos de montaje, señalando todos los datos pertinentes incluyendo, pero no estando limitados a:

- Lista: Presentar una lista indicando el número de etiqueta, ubicación y clase de todos los aisladores antivibratorios. Será lo suficientemente claro para servir de una lista de comprobaciones e índice para los datos señalados a continuación. El contratista puede presentar listas separadas para cada tipo de equipo si lo prefiere.

Datos de diseño: Presentar datos completos para cada aislador antivibratorio. Carga de diseño.

Desviación estática prevista bajo la carga proyectada. Mínima desviación estática especificada.

Máximo desplazamiento adicional bajo la carga de diseño.

Relación entre la altura del muelle y el diámetro del muelle bajo la carga proyectada.

- Detalles: Se presentarán detalles de soportes de acero, guías de acero, bancadas de acero y bancadas de inercia de hormigón, señalando todas las estructuras de acero, refuerzos y los métodos de sujeción del soporte de apoyo de los aisladores antivibratorios.

Requisitos estructurales: Se presentarán cálculos correspondientes a la limitación de empuje para cada ventilador según se solicite por Dirección Facultativa.

Excepciones: Se identificarán todos los cambios, diferencias y/o desviaciones propuestas, incluyendo la redacción, terminología y definiciones, entre los documentos contractuales y los documentos presentados.

Muestras: Se presentarán las muestras que se requieran sin cargo alguno para el propietario.

Condiciones perjudiciales en la obra: Se presentará una lista de las condiciones en la obra que limitarán los requisitos especificados de eficacia funcional correspondientes a dispositivos aisladores.

Una vez finalizada la instalación, se presentarán los documentos señalados a continuación. La presentación de dichos documentos se efectuará antes de que se acepten definitivamente los sistemas de aislamiento antivibratorio. Se podrá solicitar la ayuda del fabricante de los equipos de aislamiento antivibratorio.

- Datos completos indicando para cada aislador antivibratorio: (a) la deflexión estática real medida en la obra y (b) la deflexión estática mínima.
- Un informe certificando (a) que cada elemento de equipo mecánico giratorio operativo no supera el nivel especificado de desplazamiento por vibración y (b) que ningún elemento de los equipos aislados o componentes de equipo (conductos, tuberías, canalizaciones, etc) está conectado directamente y (c) que se cumplen los requisitos de este pliego respecto a todos los equipos.

Garantía de calidad

El fabricante tendrá experiencia en la fabricación de equipos de aislamiento antivibratorio, incluyendo no menos de cinco años de experiencia en la fabricación y entrega de equipos de la misma cantidad o complejidad que las unidades en cuestión.

Entrega, almacenaje y manejo de productos

Se protegerán los equipos durante el transporte, almacenaje y manejo con el fin de impedir que se produzcan desperfectos y deterioro. Se cumplirán con los requisitos señalados en las instrucciones del fabricante, y en concreto, se embalarán los equipos en la fábrica antes del envío, utilizando el método habitual del fabricante.

Se identificarán cada base o artículo de aislamiento antivibratorio con números individuales de etiqueta que coincidirán con el sistema de etiquetas del sistema utilizado en los planos de producción.

Condiciones de campo

Mediciones en el campo: Se verificarán los tamaños de equipos reales por medio de mediciones precisas realizadas en el campo antes de fabricar las bases o equipos de aislamiento antivibratorio. Se señalarán las medidas resultantes en los planos de producción definitivos. Se coordinará el programa de fabricación con el avance de la obra para evitar demoras en la instalación.

Discrepancias: Se tomarán nota de todas las discrepancias en la construcción alrededor que puedan afectar, con toda probabilidad, la eficacia operativa o estructural del equipo. Se facilitará una lista de dichas discrepancias a la Dirección Facultativa.

Garantía

Las bases y los equipos de aislamiento antivibratorio irán garantizados contra defectos de mano de obra, funcionamiento y materiales defectuosos para la vida útil del equipo apoyado por dichos equipos.

Requisitos generales antes de la instalación

Antes de instalar antivibratorios, bastidores, guías y materiales auxiliares, se obtendrán instrucciones escritas y orales del Fabricante de equipos antivibratorios. Todas las presentaciones de equipo serán aprobadas por la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa será informada de cualquier discrepancia que resulte en un contacto rígido inevitable de tuberías o conductos de equipos generadores de vibraciones imprevistas. En el caso que dichas discrepancias no se resuelven antes de la instalación, todos los trabajos correctivos serán a cuenta del Contratista.

La Dirección Facultativa será informada de cualquier discrepancia entre las especificaciones y las condiciones en el campo, o cualquier cambio debido a la selección de equipos concretos. En el caso que dichas discrepancias no se resuelven antes de la instalación, todos los trabajos correctivos serán a cuenta del Contratista.

Requisitos generales de la instalación

Ningún equipo o tubería hará contacto rígido con el "edificio" a no ser que la Dirección Facultativa lo apruebe en las especificaciones. El "edificio" incluye pero no está limitado a: techados, suelos, vigas, columnas, paredes, mamparas, travesaños, encofrados y sistemas de suspensión. Se dejará un espacio entre todos los equipos antivibratorios y componentes aislados (incluyendo varillas y alambres) y cualquier elemento del edificio de forma que estén totalmente libres de cualquier contacto.

La instalación o utilización de antivibratorios no originará ningún cambio de la posición de equipos o tuberías o conductos que resulte en la generación de esfuerzos en ninguna conexión o desalineación de ejes o rodamientos. Con el fin de lograr dicho objeto, los equipos, tuberías y conductos se

mantendrán en una posición rígida durante la instalación. La carga no se transferirá a los antivibratorios hasta que se haya finalizado la instalación y se encuentren en condiciones óptimas de trabajo.

Ningún equipo se apoyará directamente en ni será suspendido de antivibratorios o abrazaderas a no ser que su propio bastidor o carcasa tenga suficiente rigidez para

salvar la distancia entre los antivibratorios sin que se produzca una deformación significativa o notable, y que dicho apoyo tenga el visto bueno del fabricante.

Instalación de equipos montados en suelos y cubiertas

Se proporcionarán sistemas antivibratorios para equipos montados sobre bases, según el proyecto y de acuerdo con todas las instrucciones indicadas en estas especificaciones.

A menos que se indique o se especifique otra cosa, todos los equipos que vayan montados sobre bases se colocarán sobre soleras de hormigón. Los antivibratorios se atornillarán a la solera. Las dimensiones de la solera superarán el espacio ocupado por el equipo (incluyendo los soporte de apoyo) en al menos 300 mm en cada sentido (es decir, 150 mm en cada lado).

Salvo indicación contraria, se dejará una holgura mínima de 25 mm entre la parte superior de la solera, suelo o tejado y la parte inferior de un equipo o bancada de acero provistos de un sistema antivibratorio. La mínima holgura, caso de que se utilice un bloque de hormigón de inercia, será 50 mm o el 3% de la dimensión más pequeña de la base, cualquiera de los dos que sea mayor. Dicho espacio se limpiará a fondo para eliminar suciedad y residuos.

Para soportes antivibratorios con soleras de neopreno que se apoyen directamente sobre la estructura, sujetar las placas base antivibratorias a la estructura del edificio con los pernos adecuados. Aislar los pernos de acero de las placas base de acero con casquillos o arandelas y camisas de neopreno, de un espesor mínimo de 6 mm y una dureza de durómetro de 40. Suministrar arandelas de acero para distribuir las cargas de las cabezas de los pernos a los casquillos o arandelas de neopreno debajo. Dimensionar los taladros de los pernos de las bases antivibratorias para dejar espacio para los casquillos o camisas de neopreno.

Todas las bases de bombas tendrán un área suficiente para soportar los montantes de las tuberías, debajo del codo de la tubería.

Las bases de calderas tendrán un área suficiente para soportar quemadores, caso de que se incluyan éstos.

Los ventiladores y las bombas y sus motores respectivos, se montarán siempre sobre una base común.

Las torres de refrigeración y los enfriadores de líquidos se aislarán de forma elástica de la estructura por medio de antivibratorios colocados entre un emparrillado, provisto de un marco adecuado, y el acero de estiba o estructura del edificio. Los antivibratorios servirán de calces durante el montaje de las torres. Los antivibratorios se ajustarán para la carga de la torre y del agua tras el llenado de la torre. Los enfriadores se tratarán de forma similar.

Se tendrán en cuenta las cargas del viento en instalaciones en cubierta, incluyendo amarres y sujeciones para cables flojos.

Los bordillos antivibratorios se harán herméticos mediante la obturación con cubrejuntas flexibles de aluminio o neopreno no poroso o vinilo flexible por toda la

periferia. Dichos medios de hermeticidad no inhibirán de ninguna manera la acción antivibratoria de los muelles. Se colocará una junta de esponja no porosa entre el equipo y el bordillo para formar una junta hermética.

Instalación de equipos suspendidos de techos y cubiertas

Los equipos suspendidos de techos y cubiertas irán apoyados desde la estructura más pesada que sea posible, tales como armaduras, vigas o viguetas. Si fuera preciso, se suministrará una subestructura pesada adicional entre la estructura pesada existente del edificio para soportar los equipos antivibratorios. No se suspenderán equipos de encofrados o soleras sin el visto bueno del Arquitecto. Se conectarán antivibratorios suspendidos directamente, o tan cerca como sea posible, a una estructura pesada.

Se alinearán las varillas de suspensión de forma que no estén en contacto con las cajas suspendidas.

Los ventiladores y sus motores respectivos se suspenderán siempre en un bastidor rígido común.

C.17.30. MATERIALES DE AISLAMIENTO

ANTIVIBRATORIO

Soportes de apoyo

Soporte de apoyo SA1. Alfombrillas y placas de apoyo de neopreno

La alfombrilla de neopreno será estriada o de nido de abeja, de 8 a 13 mm de espesor, durómetro 40, con una placa de apoyo de acero de 2 mm de espesor sobre las mismas. Se dimensionará la alfombrilla y placa de apoyo para soportar una carga de 400 kPa. Suministrar alfombrillas y placas simples o múltiples, en series según se especifique, con calces de acero de 1/16 pulgadas de espesor entre capas.

Los casquillos de neopreno para los taladros para pernos en las alfombrillas tendrán un espesor mínimo de 4,5 mm en todos los lugares y un durómetro máximo de 40. Colocar arandelas de acero para distribuir las cargas de la cabeza del perno al casquillo.

Soporte de apoyo SA2. Alfombrilla(s) de neopreno extra gruesas y placa(s) de apoyo

La alfombrilla de neopreno será de nido de abeja, espesor 19 mm, durómetro 30, 40 ó 50, según especificaciones, con una placa de acero de un espesor mínimo de 2 mm sobre las mismas. Se seleccionarán las áreas de las alfombrillas de forma que se produzca una deflexión de no más de un 15% y no menos de un 10% debido a la carga soportada. Suministrar alfombrillas y placas simples o múltiples, en series según se especifica, con calces de acero de 2 mm pulgadas de espesor entre capas.

Casquillos de neopreno para los taladros para pernos en las alfombrillas con las mismas características que para el soporte SA1.

Soporte de apoyo SA3. Soporte de apoyo de neopreno

Los antivibratorios de neopreno serán de tipo de doble desplazamiento a cortadura con una base reforzada de acero. Las superficies superior e inferior serán acanaladas. Se dispondrán los taladros para pernos en la base y la parte superior irá provista de una sujeción roscada. El durómetro máximo del neopreno será de 50.

Soporte de apoyo SA4. Muelle sin alojamiento

Se diseñarán e instalarán los muelles de forma que sus extremos sean paralelos antes y después de la instalación y cuando el equipo esté funcionando. Todos los soportes irán provistos de pernos niveladores de equipos. Todos los antivibratorios tendrán una placa base de acero provista de taladros para pernos de montaje y una alfombrilla de neopreno acanalada y de nido de abeja adherida de forma permanente a la parte inferior. La alfombrilla tendrá un espesor de 8 - 13 mm, un durómetro de 40 y será dimensionada para una carga de 400 kPa.

Soporte de apoyo SA5. Muelle con tope de desplazamiento vertical

Igual que el soporte de apoyo SA4 con la adición de columnas de acero en cada lado del muelle para proporcionar topes del desplazamiento vertical y para resistir la carga del viento. Los topes limitadores de desplazamiento serán capaces de servir de calces durante el montaje del equipo. Se mantendrá una holgura mínima de 5 mm alrededor de los pernos de contención entre los topes limitadores y el muelle con el fin de no interferir con la acción de ésta. Cada conjunto antivibratorio contará con una alfombrilla de neopreno acanalada o de nido de abeja adherida de forma permanente a la parte inferior. La alfombrilla tendrá un espesor de 8 - 14 mm, un durómetro de 40 y será dimensionada para una carga de 400 kPa.

Soportes de suspensión

Soporte de suspensión SS1. Soportes de suspensión de neopreno

Los soportes antivibratorios de suspensión consistirán en un elemento de neopreno de doble desplazamiento a cortadura colocado dentro de un alojamiento de acero. Se conformará con un casquillo de cuello saliente para el agujero en el alojamiento del soporte de techo, impidiendo el contacto metal/metal entre la varilla del soporte y el alojamiento. El diámetro del agujero en el

alojamiento será suficiente para permitir que la varilla del soporte gire en un arco de 30° antes de hacer contacto con el alojamiento del soporte. El neopreno tendrá un durómetro de 50 como máximo.

Soporte de suspensión SS2. Soporte de suspensión de muelle estándar

Los soportes de suspensión antivibratorios contendrán un muelle de acero, lateralmente estable, colocado en una copa de neopreno, fabricada con un casquillo

para impedir el contacto directo de la varilla del soporte donde pasa por el alojamiento del soporte. La copa contendrá una arandela de acero diseñada para distribuir adecuadamente la carga del muelle al neopreno y para impedir su aplastamiento. Los diámetros del muelle y las dimensiones del agujero del alojamiento inferior del soporte serán suficientemente grandes para permitir que el soporte gire en un arco de 30° antes de hacer contacto con el alojamiento. La copa de neopreno tendrá un espesor mínimo de 6 mm y un durómetro de 50 como máximo.

Soporte de suspensión SS3. Soporte de suspensión de muelle precomprimido

Los soportes de suspensión antivibratorios serán iguales que los soportes de apoyo SS2, pero se entregarán precomprimidos a su deflexión instalada prevista, con el fin de mantener las tuberías o los equipos estables durante la instalación. Los soportes de suspensión contarán con un mecanismo de descarga retardada para liberar el muelle una vez finalizada la instalación y cuando el muelle esté completamente cargado. Se tomarán precauciones para asegurar que los muelles estén libres para oscilar en 6 mm. Se indicará la deflexión claramente por medio de una escala.

Soporte de suspensión SS4. Soporte de suspensión de muelle de alta deflexión

Igual que el soporte de apoyo SS2 con la adición en la parte superior del alojamiento del soporte de suspensión de un elemento de neopreno de doble desplazamiento a cortadura con un durómetro de no más de 50 y con una capacidad de deflexión total de hasta 125 mm.

Soporte de suspensión SS5. Soporte de suspensión de muelle precomprimido de alta deflexión

Igual que el soporte de apoyo SS3 con la adición en la parte superior del alojamiento del soporte de suspensión de un elemento de neopreno de doble desplazamiento a cortadura con un durómetro de no más de 50 y con una capacidad de deflexión total de hasta 125 mm.

Bordillos

Bordillo B1. Bordillo antivibratorio estándar

El bordillo antivibratorio será un conjunto prefabricado consistiendo en un bastidor de aluminio extruido y un sistema antivibratorio a base de muelles. El bastidor de aluminio será suficientemente rígido para soportar la carga del equipo sin que se produzca una deflexión perjudicial. Se seleccionarán y posicionarán los antivibratorios de muelle a lo largo de dos lados largos del bordillo con separaciones mínimas entre ellos de 2.100 mm con el fin de conseguir la mínima deflexión estática especificada en el proyecto. Habrá una diferencia de no más del 10% entre la deflexión

estática de un antivibratorio individual y otro. Los requisitos en cuanto al galvanizado se aplicarán a cada muelle utilizado en los bordillos.

Bordillo B2. Bordillo antivibratorio de alta deflexión

Los bordillos antivibratorios serán conjuntos prefabricados consistiendo en un bastidor inferior de tubos de acero sobre el cual van montados muelles de acero que se apoyan en alfombrillas de neopreno encima de las cuales va un bastidor superior que proporciona un apoyo continuo para el equipo. El bastidor superior y las conexiones de los muelles serán regulables e incluirán elementos para aumentar la rigidez y resistir las fuerzas del viento. Los muelles se colocarán a lo largo de dos lados largos del bordillo con separaciones mínimas entre ellos de 2.100 mm. Habrá una diferencia de no más del 10% entre la deflexión estática de un muelle individual y otro. Será posible sustituir muelles individuales mientras que el equipo antivibratorio siga funcionando normalmente, sin incidir en su eficacia.

Bancadas de equipos

Bancada BE1. No se requiere ningún bastidor para montar en el suelo

Este método de montaje en el suelo se utilizará solamente con equipos pequeños que cuenten con una carcasa íntegra o bastidor base, lo suficientemente resistente para apoyarse directamente en antivibratorios sin deformar la carcasa o el bastidor ni incidir sensiblemente en la operación del equipo o el antivibratorio. Colocar los antivibratorios directamente debajo del equipo o conectar soportes auxiliares para reducir la altura en los lados del equipo y colocar aisladores debajo de las abrazaderas. El fabricante del equipo aprobará dicho montaje.

Bancada BE2. Bastidor de acero para montar en el suelo

Los bastidores de acero para equipos montados en el suelo constarán de perfiles de acero dimensionados, distanciados y conectados para formar una bancada rígida que no se torcerá, distorsionará, deformará o deflectará antivibratorios. Los bastidores serán adecuadamente dimensionados para soportar las unidades básicas del equipo y los motores, más cualquier soporte para codos de tuberías, soportes para codos de conductos, elementos de control eléctrico asociados, o cualquier otro componente estrechamente vinculado y que requiera un soporte resistente con el fin de impedir la transferencia de vibraciones a la estructura del edificio. Los bastidores puede ser rectangulares o en forma de T. La profundidad de las barras del bastidor de acero será como mínimo una décima parte de la dimensión más larga de la bancada. En los bastidores se incluirán soportes auxiliares para reducir la altura que se fijarán a los antivibratorios.

Bancada BE3. Bancada de inercia para montar en el suelo

Las bancadas de inercia de hormigón para equipos montados en el suelo consistirán en hormigón de piedra partida (2400 Kg/m³) y un relleno apropiado de hormigón reforzado de acero entre los perfiles de acero. Las bancadas de inercia se

dimensionarán adecuadamente para formar una base rígida que no se torcerá, distorsionará, deformará o deflejará de ninguna manera. Las bancadas de inercia serán adecuadamente dimensionados para soportar las unidades básicas del equipo y los motores, más cualquier componente fijado que requiera un soporte resistente con el fin de impedir la transferencia de vibraciones a la estructura del edificio. El espesor de la bancada de inercia será el 8% como mínimo de la dimensión más larga de la base pero no menos de 200 mm. Las bancadas de inercia incluirán soportes auxiliares para reducir la altura para la sujeción de los antivibratorios. El bastidor de acero y el refuerzo se suministrarán por el fabricante de los antivibratorios. El hormigón será suministrado y vertido por el contratista en la obra.

Bancada BE4. No se requiere ningún bastidor para la suspensión del techo

El método de montaje por suspensión se utilizará solamente con equipos pequeños provistos de abrazaderas o una bancada, lo suficientemente resistentes para ser soportados directamente desde abajo o de los lados inferiores sin deformar la carcasa o bastidor o afectar de forma sensible la operación del equipo o del antivibratorio. Colocar las canalizaciones debajo del equipo o conectar abrazaderas de acero a los lados inferiores del equipo. Suspender las canalizaciones o abrazaderas desde las varillas de acero conectadas a antivibratorios de suspensión que se conectan a una parte rígida y pesada de la estructura. No presentarán, ni las canalizaciones ni las abrazaderas, ningún indicio de deflexiones o distorsiones sensibles. El fabricante del equipo deberá aprobar dicho montaje.

Bancada BE5. Bastidor de acero para suspender desde el techo

Las bancadas de acero para equipos suspendidos desde el techo consistirán en perfiles estructurales de acero, dimensionados, distanciados y conectados para formar una base rígida que no se torcerá, distorsionará, deformará o deflejará de ninguna manera que pueda afectar el equipo a los antivibratorios. Los bastidores serán adecuadamente dimensionados para soportar las unidades básicas del equipo y los motores, más cualquier conducto o tubería o elemento de control eléctrico estrechamente vinculado y que requiera un soporte resistente con el fin de impedir la transferencia de vibraciones a la estructura del edificio. La profundidad de las barras del bastidor de acero será como mínimo una décima parte de la dimensión más larga de la bancada. El equipo irá fijado en la parte superior de los bastidores.

Limitadores de empuje

Se colocarán los limitadores horizontales de empuje según el proyecto para ventiladores que desplacen grandes cantidades de aire y que tengan la tendencia de inclinarse hacia atrás sobre sus soportes de muelle. Se instalarán limitadores de empuje de forma paralela respecto al eje del desplazamiento del aire y en parejas a cada lado del ventilador.

Limitador de empuje LE1. Limitador de neopreno

El limitador de empuje se fabricará por encargo utilizando un antivibratorio de neopreno a cortadura Tipo B1 y un ángulo de acero. El antivibratorio de neopreno, atornillado a una pata del ángulo, contrarresta el empuje del equipo. La segunda parte del ángulo va atornillada a una estructura adecuada. El ángulo de acero será lo suficientemente rígido y el soporte de apoyo será suficientemente dimensionado y firme para resistir el desplazamiento lateral del equipo durante el ciclo de conexión- desconexión.

Limitador de empuje LE2. Limitador de muelle de acero

El limitador de empuje constará de un muelle colocado en serie con una copa de neopreno. La unidad se diseñará de forma que tenga la misma deflexión que la que se especifica para las bancadas o soportes de suspensión que apoyen el equipo. Se ajustará el muelle para permitir un desplazamiento máximo de 6 mm. durante las operaciones de arranque o parada del equipo. El conjunto irá provisto de varillas y abrazaderas en ángulo para fijar tanto al equipo como al anclaje estructural adyacente.

Antivibratorios de tuberías

A no ser que se especifique otra cosa, se proporcionarán soportes elásticos para todas las tuberías de calefacción, climatización y de agua sanitaria por todo el edificio. Ninguna de dichas tuberías deberá hacer contacto con el edificio.

Donde sea preciso dotar los "sistemas de tuberías" de medios antivibratorios en una habitación concreta o a una cierta distancia desde un equipo, las "sistemas de tuberías" comprenderán todas las tuberías, válvulas, filtros, depósitos y otros elementos conectados.

Se soportará toda la tubería en las salas de equipos mecánicos en muelles, dimensionados para una deflexión estática mínima de 25 mm, a menos que se indique otra cosa.

Se soportarán sobre antivibratorios todas las tuberías fuera de las salas de equipos mecánicos que estén conectadas a un equipo provisto de medios antivibratorios y dentro de un radio de 10 m del mismo. Caso de que el equipo vaya apoyado sobre antivibratorios de neopreno, soportar las tuberías en muelles dimensionados para una deflexión mínima de 25 mm.

Por todo el resto del edificio, salvo indicación contraria, se utilizarán como apoyo caminas elásticas de tubería. Como método alternativo, se podrá utilizar un antivibratorio para tuberías de fibra de vidrio de 25 mm de espesor y una densidad de 160 kg/m³ con unas placas adecuadas de apoyo para prevenir el aplastamiento del antivibratorio y sin pasadores de acero u otras conexiones rígidas desde la placa a la tubería a través del antivibratorio.

Se suministrarán amarres/guías elásticos para tuberías, donde se requieran amarres y/o guías en tramos verticales u horizontales de tuberías. Los amarres elásticos se conectarán solamente a estructuras pesadas.

Se soltarán todas las arandelas y tuercas de sujeción en los soportes de suspensión

por muelle precomprimido con el fin de liberarlos.

Se instalarán las tuberías conectadas a equipos antivibratorios de forma que no sometan a esfuerzo suplementario o desalineen los antivibratorios que soporten el equipo o la tubería. Para facilitar dicha conexión, será aceptable cualquier conector flexible aprobado por la Dirección Facultativa.

En las camisas de tuberías en lugar de empaquetadura y sellador, se sujetarán los conjuntos de camisas montados en fábrica, usando dispositivos de sujeción incorporados o suministrados en campo. Se aplicarán los medios de sujeción de las camisas a los dispositivos de penetración antes de sellar las camisas a las construcciones penetradas.

Conectores flexibles de tuberías

Los conectores flexibles de tuberías se fabricarán a partir de capas múltiples de cordón de nylon, tejido y neopreno, vulcanizado de forma que sea inseparable y homogéneo. Los conectores rectos se perfilarán en una forma de esférica doble. Los codos conectores serán de forma esférica simple en la curva de la unidad. Los conectores flexibles serán capaces de aceptar desplazamientos compresivos, alargadores, transversales y angulares. Los conectores flexibles se seleccionarán y prepararán especialmente, si es preciso, para satisfacer las condiciones del sistema en cuanto a temperatura, presión y el tipo de líquido. Los conectores correspondientes a tuberías de 50 mm. y más pequeños tendrán racores hembra roscados en cada extremo. Los tamaños mayores irán provistos de bridas metálicas. Si es preciso, se suministrarán cables de control.

Anclaje o guía resistente de tubería

Estas unidades serán productos estándar del fabricante de antivibratorios, y llevarán incorporados elementos antivibratorios de neopreno, diseñados específicamente para apoyar vertical y/o horizontalmente cuando se usan como anclajes o guías para tuberías. El espesor mínimo del neopreno será de 12 mm. El durómetro máximo del neopreno será de 50.

Camisa C1. Camisa resistente de tubería en el soporte o en la penetración en la construcción

La camisa consistirá en una camisa galvanizada, conformada y reforzada, forrada interiormente de un fieltro resistente a la humedad y los bichos, ligada a la camisa metálica, y con espesor de 12 mm. El diámetro interior de la camisa igualará el diámetro exterior de la tubería en cada aplicación. La camisa será hendida longitudinalmente de forma que pueda abrirse alrededor de una tubería y cerrarse nuevamente. Las longitudes de las camisas serán las recomendadas por el fabricante para los diámetros especificados, pero no serán inferiores a 75 mm.

Camisa C2. Camisa resistente de tubería en la penetración en la construcción

Esta unidad constará de dos mitades de tubo atornilladas con espuma de neopreno de 19 mm o de más espesor, ligada a las caras interiores. La junta será apretable alrededor de la tubería para eliminar la holgura entre la cara interior de la espuma y la tubería. La camisa será 50 mm más larga que el espesor de la construcción que penetra. Cuando las temperaturas de la tubería superen 115°C, utilizar aislante de fibra de vidrio con una densidad de 160 kg/m³ en lugar de esponja de neopreno.

Conexiones elásticas de conductos a equipos

Se proporcionarán conexiones flexibles entre conductos y todos los equipos que generen vibraciones. Se utilizará tejido impregnado de neopreno a no ser que se especifique el vinilo cargado.

Las camisas flexibles para conectar conductos a ventiladores de serán tejido impregnado en neopreno o vinilo, según especificaciones. El material de la camisa será impermeable al aire. El vinilo cargado pesará un mínimo de 5 kg/m².

Se alinearán los conductos de chapa metálica con el ventilador o la abertura de la caja del ventilador en las tres dimensiones antes de instalar la conexión flexible de forma que el conducto y la abertura coincidan prácticamente y estén espaciados a distancias iguales de 75 mm el uno del otro en toda su circunferencia. No se instalará la conexión flexible hasta que no se cumplan los requisitos arriba mencionados. Los ventiladores y las cajas de ventiladores y conductos podrán desplazarse 25 mm en todos los sentidos, el uno respecto al otro sin que haya contacto metal/metal o se estire excesivamente la conexión flexible.

Conexiones eléctricas flexibles

Se realizar conexiones eléctricas flexibles a todos los equipos que generen vibraciones con el fin de impedir cualquier transferencia de vibraciones al edificio.

Alternativa A: Usar conductos eléctricos flexibles instalados muy aflojados. Se instalarán conductos flexibles en la forma de una "U" floja. Los conductos flexibles tendrán una longitud de al menos 1000 mm ó 20 diámetros, cualquiera de los dos que sea más largo.

Alternativa B: Utilizar acoplamientos flexibles de dilatación/reflexión para la aplicación (se disponen de diámetro de 25 a 150 mm). El acoplamiento tendrá una camisa exterior flexible e impermeable, una correa interior de conexión a tierra, una camisa interior flexible de plástico para mantener un camino liso de cables, y cubos en los extremos para colocar un conducto roscado estándar de metal. El racor flexible estará lejos de cualquier estructura cercana del edificio y se instalará libre de esfuerzos.

Pasamuros resistentes y herméticos a medida

La camisa se fabricará a medida. Se formará a partir de tubos o chapa metálica que será 25 mm más grande en cada dimensión seccional que el elemento penetrante y será 50 mm más larga que el espesor de la construcción penetrada. El espacio anular entre la camisa y el elemento penetrante se empaquetará con fibra de vidrio muy

apretado, de fibra larga y de una densidad de 30 a 50 kg/m³ dentro de 12 mm de los extremos de la camisa. El espacio restante de 13 mm en cada extremo se rellenará completamente de un sellador acústico para formar una junta hermética.

Para su instalación se realizará el siguiente proceso:

Cortar una abertura limpia en la construcción penetrada muy próxima a las dimensiones de la camisa para cada elemento de penetración. Colocar dinteles encima, una estructura de descarga abajo, y bastidores verticales entre y al lado de las camisa, según proceda. Se suministrarán los elementos arriba mencionados y cualquier otra cosa que sea necesaria para hacer la zona próxima a las penetraciones tan resistente y sólida como el resto de la estructura.

Colocar la camisa metálica en la construcción penetrada utilizando lechada de cemento, relleno de piedra en seco, yeso o compuesto de piedra en seco por toda su periferia, pero solamente hasta una anchura máxima de 25 mm. En caso contrario, no se habrán cumplido los requisitos del último párrafo.

Empaquetar la abertura de 12 mm de anchura con fibra de vidrio entre la camisa metálica y en toda la longitud del elemento penetrante para compactar firmemente. Dejar libre una abertura anular de 12 mm de profundidad en cada extremo de la camisa metálica. Rellenar completamente de sellador acústico.