



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

Climatización de un hospital en Madrid

Autor: Tomás Alonso-Lasheras Smith

Director: Juan Antonio Hernández Bote

Junio 2026

Madrid

Declaración de originalidad

Declaro bajo mi responsabilidad que el Proyecto presentado con el título **Climatización de un Hospital en Madrid** e la ETS de Ingeniería – ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales es de mi autoría 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.

Uso de Inteligencia Artificial¹

Declaro bajo mi responsabilidad que (indicar la opción correcta):

- No he utilizado Inteligencia Artificial en la elaboración del presente documento.
- He utilizado Inteligencia Artificial en la elaboración del presente documento y/o del Anexo B siempre en las condiciones permitidas por la Universidad Pontificia Comillas, es decir, aplicando el Nivel 2 de la [Escala de Evaluación de Perkins et al. \(2024\)](#): *“La IA puede utilizarse para actividades previas a la tarea, como la lluvia de ideas, la descripción y la investigación inicial. Este nivel se centra en el uso de la IA para la planificación, las síntesis y la generación de ideas, pero las evaluaciones deben hacer hincapié en la capacidad de desarrollar y refinar estas ideas de forma independiente”*. En concreto, las Inteligencia Artificial ha sido empleada para:

(indicar aquí el uso concreto que se ha hecho de la Inteligencia Artificial)

- Revisión de formato
- Revisión de cálculos
- Revisión de la gramática
- Búsqueda de precios de mercado


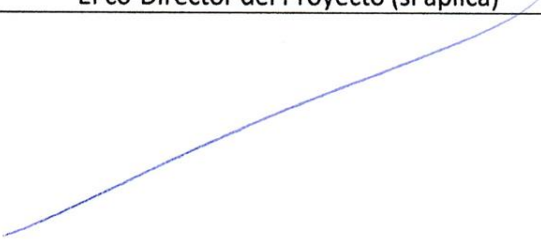


Firmado (alumno): Tomás Alonso-Lasheras Smith

Fecha: 23/06/2026

¹ Esta declaración se refiere al uso de la Inteligencia Artificial generativa para realizar los documentos del Proyecto (Anexo B y Memoria). No aplica a Proyectos donde, por su naturaleza, deban emplear inteligencia artificial como parte de los mismos (aplicación de técnicas de aprendizaje automático, redes neuronales, análisis de datos...)

Autorización para la entrega del Proyecto

El Director del Proyecto	El co-Director del Proyecto (si aplica)
	
Fdo: JUAN ANTONIO HERMANDEZ BOTE	Fdo:
Fecha: 24/06/2026	Fecha:



GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

Climatización de un hospital en Madrid

Autor: Tomás Alonso-Lasheras Smith

Director: Juan Antonio Hernández Bote

Junio 2026

Madrid

CLIMATIZACIÓN DE UN HOSPITAL EN MADRID

Autor: Alonso-Lasheras Smith, Tomás

Director: Hernández Bote, Juan Antonio

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

1. Introducción

El objetivo del proyecto es el diseño de las instalaciones de climatización de un hospital en Madrid. Este cuenta con un total de doce plantas, de las cuales el nivel bajo y las plantas cuarta y quinta no están climatizadas al tratarse de espacios no ocupables. La arquitectura del edificio esta parcialmente definida en el comienzo del proyecto. Decisiones sobre los materiales se realizaran durante el proyecto.

Los cálculos se centraran en la zona de hospitalización, quirófanos y cafetería. Posteriormente mediante una extrapolación se obtendrá la demanda térmica total del hospital. Las plantas de hospitalización irán desde la séptima hasta la ultima del edificio. Los 24 quirófanos se encuentran en la tercera planta y la cafetería en la segunda.

El proyecto se realiza conforme con la normativa vigente con el fin de asegurar las mejores condiciones y la mayor eficiencia.

Este trabajo cuneta con la memoria descriptiva del proyecto, los planos de las instalaciones y el pliego de condiciones técnicas.

2. Cálculos

Partiendo de las condiciones exteriores de verano e invierno en Madrid, se realiza el estudio de cargas de los espacios determinados. Para ello se toman los situaciones de climáticas para el percentil 1% y 99%.

En el caso de las enfermerías se realizaran cálculos para dieciséis habitaciones diferentes. Ocho para un piso genérico y otras ocho también para el piso del ultimo piso, ya que este además de la transmisión desde espacios no climatizados por las paredes o ventanas, también cuenta con perdidas por el techo. Cada piso contara con ocho por todas las orientaciones posible de las habitaciones (Norte, Noroeste, este, Sureste, Sur, Suroeste, Oeste y Noroeste) por las diferencias que ello supone en la ganancia solar. Cafetería solo hay una y los quirófanos son iguales.

Además de las posibles orientaciones de los espacios, también se ha tenido en cuenta las cargas interiores por ocupación(calor sensible y latente producida por las personas), iluminación (calor sensible por equipos) y de ventilación (energía necesaria para enfria o calentar el aire de impulsión para conseguir las condiciones interiores necesarias, con los caudales de ventilación necesarios). Se buscaran las siguientes condiciones interiores:

Zona Tratada	Condición de calculo Verano	Condición de calculo Invierno
Habitaciones	24°C y 50% HR	21°C y 50% HR
Quirófanos	23°C y 45% HR	24°C y 55%HR
Cafetería	25°C y 50% HR	21°C

Con ello calculado se puede proceder al dimensionamiento de las tuberías y conductos. La climatización de la hospitalización es mediante Fan-Coils, los cuales suponen una red de tuberías para llevar el agua enfriada o caliente hasta el elemento final. Para ello se realiza el dimensionamiento de las tuberías según su caudal, sus ramificaciones y trazado, reduciendo las pérdidas e optimizando los diámetros. Se supone que el salto térmico entre la entrada y la salida de del agua fría es de 5°C mientras que la de agua caliente es de 10°C. Por ello los caudales de agua caliente serán menores. Con estos cálculos también se obtiene la presión necesaria de las bombas de servicio.

El calculo de los conductos se realizara de manera similar. En el caso de los Fan-Coils, el caudal necesario es el de ventilación, siendo la potencia térmica de a unidad la calculada en las cargas. En el caso de la cafetería la inserción del aire se realiza mediante difusores rotacionales. El caudal de inserción será mayor ya que además del aire de ventilación, es necesario aire para reducir o subir la temperatura. También se obtienen las presiones de los ventiladores.

Mediante la extrapolación se obtiene las cargas totales del hospital

3. Selección de equipos

Con esta información se realiza la selección de los equipos necesarios:

- Enfriadora
- Caldera
- Bomba
- Unidades de tratamiento de aire
- Fan-Coils

Mediante criterios económicos, energéticos y medioambientales se obtiene finalmente la selección final y el precio total de la instalación mediante las partidas de todos los equipos.

AIR CONDITIONING OF A HOSPITAL IN MADRID

Author: Alonso-Lasheras Smith, Tomás

Supervisor: Hernández Bote, Juan Antonio

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

PROJECT ABSTRACT

1. Introduction

The objective of the project is the design of the air conditioning systems of a hospital in Madrid. The building has a total of twelve floors, of which the ground level and the fourth and fifth floors are not air-conditioned, as they are non-occupiable spaces. The building's architecture is partially defined at the start of the project. Decisions regarding the materials will be made during the course of the project.

The calculations will focus on the hospitalization area, the operating rooms and the cafeteria. Subsequently, through extrapolation, the total thermal demand of the hospital will be obtained. The hospitalization floors run from the seventh up to the topmost floor of the building. The 24 operating rooms are located on the third floor and the cafeteria on the second.

The project is carried out in accordance with current regulations in order to ensure the best conditions and the greatest efficiency.

This work comprises the descriptive report of the project, the installation drawings and the technical specifications.

2. Calculations

Starting from the outdoor summer and winter conditions in Madrid, the load study of the selected spaces is carried out. For this purpose, the climatic conditions for the 1% and 99% percentiles are used.

In the case of the wards, calculations will be performed for sixteen different rooms: eight for a generic floor and another eight for the top floor, since the latter, in addition to the heat transfer from non-air-conditioned spaces through the walls or windows, also has losses through the roof. Each floor will include eight rooms covering all the possible room orientations (North, Northwest, East, Southeast, South, Southwest, West and Northwest), owing to the differences these entail in solar gain. There is only one cafeteria and the operating rooms are identical.

In addition to the possible orientations of the spaces, the internal loads have also been taken into account: occupancy (sensible and latent heat produced by people), lighting (sensible heat from equipment) and ventilation (the energy required to cool or heat the supply air in order to achieve the necessary indoor conditions, with the required ventilation air flows). The following indoor conditions are sought:

Treated Area	Summer Design Condition	Winter Design Condition
Rooms	24°C and 50% RH	21°C and 50% RH
Operating Rooms	23°C and 45% RH	24°C and 55% RH
Cafeteria	25°C and 50% RH	21°C

Once this has been calculated, the sizing of the pipes and ducts can proceed. The air conditioning of the hospitalization area is provided by Fan-Coils, which require a network of pipes to carry the chilled or hot water to the terminal unit. For this, the pipes are sized according to their flow rate, their branches and routing, reducing losses and optimizing the diameters. The temperature difference between the inlet and outlet of the chilled water is assumed to be 5°C, whereas that of the hot water is 10°C. For this reason, the hot water flow rates will be lower. These calculations also yield the required pressure of the service pumps.

The sizing of the ducts is carried out in a similar way. In the case of the Fan-Coils, the required air flow is the ventilation flow, the thermal capacity of each unit being the one calculated in the loads. In the case of the cafeteria, the air is supplied through rotational diffusers. The supply air flow will be greater, since in addition to the ventilation air, air is needed to lower or raise the temperature. The fan pressures are also obtained.

Through extrapolation, the total loads of the hospital are obtained.

3. Equipment Selection

With this information, the selection of the necessary equipment is carried out:

- Chiller
- Boiler
- Pump
- Air Handling Units
- Fan-Coils

Using economic, energy and environmental criteria, the final selection is ultimately obtained, together with the total cost of the installation, through the cost items of all the equipment.

Capitulo 1: MEMORIA

Memoria Descriptiva

1.	Introducción.....	2
2.	Normativa de Aplicación.....	2
3.	Condiciones de Diseño.....	2
3.1.	Condiciones Exteriores.....	2
3.2.	Condiciones Interiores.....	3
3.3.	Caudales de Ventilación	4
3.4.	Niveles de Filtración Empleados	5
3.5.	Niveles de Ruidos Previstos	6
4.	Criterios de Cálculos Empleados.....	6
4.1.	Coeficientes de Transmisión.....	6
4.2.	Radiación Solar	7
4.3.	Cargas de Alumbrado y Aparatos	7
4.4.	Movimiento de Aire	7
5.	Descripción de los Sistemas	8
5.1.	Fan-coils (Enfermería).....	8
5.2.	Baja Velocidad Todo-Aire (Quirófanos).....	11
5.3.	Baja y Media Velocidad Todo-Aire (Cafetería)	12
6.	Circuitos Hidráulicos	13
6.1.	Redes de Agua Enfriada y Calefacción.....	13
7.	Centrales de Producción, Subcentrales y Características de Bombeo	15
7.1.	Centrales de Producción	15
7.2.	Necesidades	16
7.3.	Producción de Agua Caliente.....	16
7.4.	Producción de Agua Enfriada	18
8.	Presupuesto.....	20
9.	Alineación con los ODS.....	28
9.1.	ODS 3: Salud y bienestar.....	28
9.2.	ODS 9: Industria, innovación e infraestructura	28
9.3.	ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles	28

1. Introducción

El objeto del proyecto es la descripción del proceso de desarrollo del diseño de la instalación de climatización para un hospital en Madrid. Para ello se describen las características de la arquitectura, criterios utilizados y las características de los equipos de la instalación.

2. Normativa de Aplicación

Las normas y reglamentos que se aplican al proyecto son los siguientes:

- RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios): norma estatal que regula las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria de los edificios.
- CTE (Código Técnico de la Edificación): marco normativo que fija las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios.
- Reglamentos del Ayuntamiento de Madrid y de la Comunidad de Madrid: normativa local y autonómica de obligado cumplimiento que afecta a la obra y a sus instalaciones.
- UNE 100001:2001 (Condiciones climáticas para proyectos): proporciona los datos de temperatura y clima exterior de cada ciudad que se utilizan para dimensionar la instalación de climatización.
- UNE 100014 (Condiciones exteriores de cálculo): indica qué condiciones climáticas extremas (percentiles) deben adoptarse según el tipo de edificio.
- UNE 100011 (UNE 100-011-91, ventilación para una calidad aceptable del aire): establece los caudales de ventilación.
- UNE 100713 (Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales): recoge los requisitos específicos de climatización hospitalaria.
- UNE-EN 1505 (conductos rectangulares de chapa): fija las dimensiones normalizadas de los conductos de aire rectangulares de chapa metálica.
- UNE-EN 1507 (conductos rectangulares de chapa): establece los requisitos de resistencia mecánica y la clase de estanqueidad de los conductos rectangulares.
- UNE-EN 12097:2007 (componentes para el mantenimiento de redes de conductos): exige los registros y accesorios que permiten inspeccionar y limpiar el interior de los conductos.
- UNE-EN 12236:2003 (soportes y apoyos de conductos): define los requisitos de resistencia de los soportes que sujetan los conductos de aire.

3. Condiciones de Diseño

Para los cálculos se ha partido de los planos de arquitectura del edificio. Las hipótesis de cálculo y condiciones de servicio se detallan a continuación.

3.1. Condiciones Exteriores

Las condiciones exteriores están indicadas por la norma UNE 100001, “Condiciones

climáticas para proyectos”, para la ciudad de Madrid. Dada la naturaleza del edificio, los datos climáticos para el diseño son los del percentil 1% en verano y 99% en invierno, indicado en la norma UNE 100014 para hospitales.

Por tanto, las condiciones tomadas para el cálculo serán las siguientes:

- Verano: 34,2°C (TS) – 19,9°C (TH) – 16°C (OMD)
- Invierno: -3,4°C (TS) – 90% (H)
- Latitud: 40° 25' Norte
- Altura: 667 m

Se considera que debido a la ubicación del edificio, la calidad del aire exterior será de ODA2, según el apartado IT 1.1.4.2.4 del Reglamento de Instalaciones térmicas de los Edificios. Este dato será de gran importancia en el apartado de la filtración del aire.

3.2. Condiciones Interiores

ZONA TRATADA	VERANO Cond. cálculo	H.R. Control ada	INVIERNO Cond. cálculo	H.R. Control ada
ENFERMERÍA	24°C y 50% HR	--	23°C y 45% HR	SI
VESTÍBULOS	25°C y 50% HR	--	20°C	--
QUIRÓFANOS	23°C y 45% HR	SI	24°C y 55% HR	SI
RECUPERACIÓN	24°C y 50% HR	SI	22°C y 45% HR	SI
BLOQUE QUIRÚRGICO	24°C y 50% HR	SI	22°C y 45% HR	SI
ESTERILIZACIÓN	24°C y 55% HR	SI	22°C y 45% HR	SI
LABORATORIOS	24°C y 50% HR	--	22°C y 45% HR	SI
UCI	24°C y 50% HR	SI	22°C y 45% HR	SI
RADIOLOGÍA	24°C y 50% HR	--	22°C	--
COCINA PREPARACIÓN	20°C	--	20°C	--
COCINA RESTO	Refrescamiento	--	Atemperamiento	--
NEONATOLOGÍA	24°C y 50% HR	SI	22°C y 45% HR	SI
OBSTETRÍCIA	24°C y 50% HR	SI	22°C y 45% HR	SI
CONSULTAS	24°C y 50% HR	--	22°C	--
CAFETERÍA	25°C y 50% HR	--	21°C	--
FARMACIA	24°C y 50% HR	SI	22°C y 45% HR	SI
ADMINISTRACIÓN	24°C y 50% HR	--	22°C	--

DIÁLISIS	24°C y 50% HR	SI	24°C y 45% HR	SI
EJES CIRCULACIÓN	25°C y 50% HR	--	20°C	--
AISLADOS	24°C y 50% HR	SI	23°C y 45% HR	SI
URGENCIAS	24°C y 50% HR	SI	22°C y 45% HR.	SI
MÉDICOS DE GUARDIA	24°C y 50% HR	SI	22°C y 45% HR.	SI
HOSPITAL DE DÍA	24°C y 50% HR	SI	22°C y 45% HR.	SI
AUDITORIO	25°C y 50% HR	--	20°C	--
VESTUARIOS	25°C y 50% HR	--	22°C	--
TANATORIO	24°C y 50% HR	SI	22°C y 45% HR.	SI

Tabla 1: Condiciones interiores de diseño por zona tratada.

La temperatura interior se establece por zonas con un control automático. La humedad relativa no está siempre bajo un control automático. Los márgenes de precisión serán los siguientes:

- Temperatura ambiente en general: $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- Temp. ambiente en Aislados, UCI y Quirófanos: $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- Humedad relativa ambiente en general: $\pm 10\%$
- Humedad relativa ambiente en Aislados, UCI y Quirófanos: $\pm 5\%$

3.3. Caudales de Ventilación

El nivel de ventilación viene dado por el Reglamento de Instalaciones IT 1.1.4.2.2. En los casos en los que se necesite mayor información, o no esté especificado con suficiente profundidad en el reglamento se obtendrán los valores de la norma UNE 100-011-91. Se considera conveniente incluir los mínimos cambios por hora.

ZONA TRATADA	AIRE EXTERIOR		
	M3/H PERSONA	% MÍNIMO DEL AIRE IMPULSADO	MÍNIMOS CAMBIOS POR HORA
ENFERMERÍA	54	110 m3/h Hab.	
VESTÍBULOS	36	20%	6
QUIRÓFANOS		100%	20
RECUPERACIÓN		100%	10
BLOQUE QUIRÚRGICO		100%	10
ESTERILIZACIÓN		100%	10

LABORATORIOS		100%	8
UCI		100%	12
RADIOLOGÍA	40	25%	8
COCINA CAMPANAS		100%	20
COCINA RESTO		100%	12
NEONATOLOGIA		100%	10
OBSTETRICIA		100%	8
CONSULTAS	40	20%	6
CAFETERÍA	54	20%	8
FARMACIA		100%	8
ADMINISTRACIÓN	36		
DIÁLISIS		100%	10
EJES CIRCULACIÓN	36	20%	6
AISLADOS		100%	10
URGENCIAS		100%	10
MÉDICOS DE GUARDIA	36		
HOSPITAL DE DÍA		100%	8
AUDITORIO		20%	6
VESTUARIOS		100%	6
TANATORIO		100%	10

Tabla 2: Caudales de aire exterior y cambios mínimos por hora por zona tratada.

Los cambios mínimos por hora se mantendrán siempre que el caudal de aire sea superior al necesario para batir la carga térmica. En el resto de casos se tomará este como caudal de ventilación.

Cuando existan dos criterios para el cálculo de aire exterior, se elegirá el más desfavorable.

3.4. Niveles de Filtración Empleados

Los niveles de filtración dependerán del uso del espacio. Los tipos de filtro que se necesitará utilizar en las unidades de tratamiento de aire vienen dados por el RITE, siendo estos los siguientes:

Calidad de aire exterior	Calidad de aire interior			
	IDA1	IDA2	IDA3	IDA4
ODA2	F7+F9	F6+F8	F5+F7	F5+F6

Tabla 3: Niveles de filtración según la calidad del aire interior y exterior.

Entre los espacios para los cuales se realizará la elección, no se encuentra ninguno con una calidad de aire interior de IDA4, por lo que no se comentará más al respecto de esa calidad. El resto de calidades interiores sí que están presentes en los cálculos y elecciones del proyecto. Las enfermerías tendrán IDA2 y la cafetería IDA3, por lo que se pueden apreciar los filtros correspondientes en la tabla. En el caso de los quirófanos además de los filtros de nivel F7 y F9, se añade un filtro HEPA14 conforme con la práctica empleada para espacios en los que se necesita unos niveles de limpieza muy elevados.

3.5. Niveles de Ruidos Previstos

El nivel sonoro producido no podrá superar los siguientes valores:

– Biblioteca	40 dB(A)
– Capilla	40 dB(A)
– Cafeterías	50 dB(A)
– Camas enfermería	30 dB(A)
– Quirófanos	40 dB(A)
– Vestíbulos	50 dB(A)
– Laboratorios	45 dB(A)
– Lavabos, servicios, talleres, almacenes, etc.	55 dB(A)
– Cocinas	55 dB(A)
– Despachos	45 dB(A)
– Consultas	45 dB(A)
– Camas UCI	30 dB(A)
– Ejes Circulación	50 dB(A)

Por ello se han instalado en los climatizadores con silenciadores en la salida para que se atenúe el ruido que se transmite por los conductos.

4. Criterios de Cálculos Empleados

4.1. Coeficientes de Transmisión

Los valores de coeficientes de transmisión utilizados en el cálculo son los siguientes:

– Muro:	$K = 0,32 \text{ w/m}^2\text{°C}$
– Ventana:	$K = 2,20 \text{ w/m}^2\text{°C}$
– Muro cortina:	$K = 1,74 \text{ w/m}^2\text{°C}$
– Cubierta:	$K = 0,24 \text{ w/m}^2\text{°C}$
– Solera:	$K = 0,48 \text{ w/m}^2\text{°C}$
– Suelo:	$K = 0,36 \text{ w/m}^2\text{°C}$

4.2. Radiación Solar

Los valores de radiación solar y diferencia equivalente de temperatura son los considerados para 40° 25' de latitud norte, correspondiente a la ciudad de Madrid, con una elevación de 667 m sobre el nivel del mar y una oscilación media diaria de temperatura de 16°C.

Se ha considerado que el factor solar del vidrio es 0,3 w/m²C.

4.3. Cargas de Alumbrado y Aparatos

La carga de alumbrado se ha considerado de 20 W/m² de valor medio. Por la gran diferencia de uso de los espacios de un hospital, además de este valor, se consideran las siguientes cargas para cada espacio:

- Laboratorios	30 W/m ² por equipos
- Quirófanos	2.000 W por lámpara y equipos
- Fisioterapia/Gimnasio	20 W/m ²
- Cafetería	20 W/m ²
- Diálisis	30 W/m ²
- Urgencias	30 W/m ²
- Central Esterilización	800 W por cada esterilizador
- Cuidados Intensivos	300 W por módulo para equipos de monitorización
- Radiología	1000 W/Sala de examen 1000 W/Sala de control 4500 W/Sala técnica
- Zonas de equipos	
Técnicos en General.	30 W/m ²
- Despachos/Admón..	300 W por PC

4.4. Movimiento de Aire

Se considerarán sobrepresiones en zonas limpias y depresiones en zonas sucias para producir un flujo de aire de las primeras a las segundas, evitando así la entrada de partículas indeseadas en las zonas de mayor control. Estas sobrepresiones o depresiones oscilarán entre el 15% y 25%, términos que relacionan el caudal de impulsión con el de extracción de las zonas críticas presentes en el hospital. En espacios en los que no se necesiten condiciones demasiado exactas los valores de sobrepresión pueden ser nulos. Estos parámetros también dependen del grado de estanqueidad de los locales y de sus puertas y ventanas con el exterior. Para evitar infiltraciones en el hospital, este estará en su conjunto subrepressionado un 5%

Las velocidades residuales de aire, dentro de los espacios tratados, estarán sujetas a las normas de confort. Por ello no podrán exceder 0,2m/s en zonas ocupables.

5. Descripción de los Sistemas

Los sistemas de tratado de aire serán los siguientes:

5.1.- Fan-coils (Enfermerías)

5.2.- Baja velocidad todo-aire. (Quirófanos, Paritorio alto riesgo y Marcapasos)

5.3.- Baja y media velocidad todo-aire (Vestíbulo, Salón de Actos, Capilla, Zona Comunes, Pasillos, Almacenes, Vestuarios y otros)

5.1. Fan-coils (Enfermería)

Para las habitaciones de enfermería se utilizarán fan-coils de tipo cassette a cuatro vías, con aparatos terminales por cada habitación para poder realizar un control individual por cada habitación.

Las habitaciones reciben, a media presión, el aire necesario para cumplir los requisitos de ventilación desde la unidad de tratamiento del aire. Este aire se distribuye desde la unidad central mediante conductos cuadrados de chapa galvanizada aislada.

El punto de rocío del aire en verano de la unidad central es de 12/13°C, para obtener un buen control de la humedad. En otras estaciones se puede precalentar el aire si es preciso, obteniendo temperatura de salida entre 13°C y 20°C.

Cuando se esté trabajando la batería de precalentamiento, se controla la humedad mediante sistemas de humidificación equipados por el equipo central.

Las extracciones de aire se realizarán en los aseos y otras zonas donde el aire puede tener peor calidad. Esto resulta en una pequeña depresión de los pasillos y aseos respecto a las habitaciones. Las extracciones se realizarán mediante conductos cuadrados de chapa galvanizada con rejillas de extracción situadas en aseos y zonas sucias.

En los pasillos se realizará aporte directo de aire de ventilación para poder suministrar alto índice de ventilación y para conseguir un buen índice de ventilación en las zonas comunes. Esto se consigue mediante cajas de expansión de simple conducto con batería de calor, para ajustar el aire de impulsión, en función de las condiciones climáticas.

Dependiendo de la orientación del espacio y el nivel en el que se encuentra la habitación, varían las cargas necesarias para enfriar o calentar las enfermerías. Existe una gran diferencia de ganancia solar para las diferentes orientaciones.



Figura 1: Unidad fan-coil tipo cassette de cuatro vías Carrier Idrofan 42GW. Imagen obtenida en: <https://www.carrier.com/commercial/es/es/soluciones/tratamiento-de-aire/fan-coils/cassette/42gw/>

El fan-coil elegido para estos espacios es del fabricante CARRIER, el IDROFAN 42GW, que como se muestra en la siguiente tabla, varía la potencia según las necesidades térmicas:

PLANTA GENERAL

Orient.	Zona	Gran Calor Total (Kcal/h)	Potencia Requerida (kW)	Fan Coil Seleccionado	Cap. Máx. Refrig. (kW)	Caudal Máx. (m ³ /h)	Caudal Op. (m ³ /h)
E	Hospitalización Este	1.983,5	2,306	42GW 200C	2,33	660	660
N	Hospitalización Norte	1.983,5	2,306	42GW 200C	2,33	660	660
NE	Hospitalización Noreste	2.383,5	2,771	42GW 300C	3,96	735	505

NO	Hospitalización Noroeste	4.583,5	5,330	42GW 500C	6,03	980	980
O	Hospitalización Oeste	4.183,5	4,865	42GW 500C	6,03	980	980
S	Hospitalización Sur	2.197,5	2,555	42GW 300C	3,96	735	505
SE	Hospitalización Sureste	2.596,5	3,019	42GW 300C	3,96	735	735
SO	Hospitalización Suroeste	4.176,5	4,856	42GW 500C	6,03	980	980

Tabla 4: Selección de fan-coils para las plantas generales de hospitalización (plantas 7 a 11).

Estos valores se aplican en las enfermerías desde la séptima planta hasta la decimoprimera. La última planta (planta 12) cuenta con mayores cargas, debido a que también existen pérdidas térmicas en la cubierta. Por ello, como se puede observar en la siguiente tabla, el Fan-Coil seleccionado es ligeramente diferente:

ÚLTIMA PLANTA (Planta 12)

Orient.	Zona	Gran Calor Total (Kcal/h)	Potencia Requerida (kW)	Fan Coil Seleccionado	Cap. Máx. Refrig. (kW)	Caudal Máx. (m³/h)	Caudal Op. (m³/h)
E	Hospitalización Este	2.064,5	2,401	42GW 300C	3,96	735	505
N	Hospitalización Norte	2.064,5	2,401	42GW 300C	3,96	735	505
NE	Hospitalización Noreste	2.463,5	2,865	42GW 300C	3,96	735	735
NO	Hospitalización Noroeste	4.663,5	5,423	42GW 500C	6,03	980	980

O	Hospitalización Oeste	4.264,5	4,959	42GW 500C	6,03	980	980
S	Hospitalización Sur	2.277,5	2,648	42GW 300C	3,96	735	505
SE	Hospitalización Sureste	2.676,5	3,112	42GW 300C	3,96	735	735
SO	Hospitalización Suroeste	4.256,5	4,949	42GW 500C	6,03	980	980

Tabla 5: Selección de fan-coils para la última planta (planta 12).

Los caudales máximos de los Fan-Coils son cuantitativamente mayores que los necesarios para la correcta climatización de las enfermerías, siendo el valor limitante la potencia térmica. En la tabla solo se ilustra la potencia térmica de refrigeración. Esto se debe a que la de calefacción es superior para los Fan-Coils 42GW y la demanda de calor es menor para el edificio.

El aire llegará a los Fan-Coils desde una unidad de tratamiento de aire (UTA). Habrá una unidad para cada planta de Hospitalización. En la UTA se captará el caudal de aire necesario para la ventilación de los espacios y tras la sección de filtros (F6+F8) se impulsa el aire mediante un ventilador hasta el Fan-Coil. La presión estática del ventilador será de 37 Pa. En la unidad de tratamiento no existe aporte térmico, ya que este se da en el propio Fan-Coil, asegurando así cierta independencia térmica por cada espacio. El caudal de aire tratado será de 3060 l/s

5.2. Baja Velocidad Todo-Aire (Quirófanos)

Cada quirófano contará con un climatizador unizona independiente. Estos estarán compuestos por las siguientes secciones:

- Toma de aire exterior
- Filtros de entrada de aire
- Humectación por vapor
- Batería de frío
- Batería de calor
- Ventilador
- Amortiguador de ruidos
- Filtros de alta eficacia

Mediante una red de conductos de chapa galvanizada se transporta el aire desde la unidad

de tratamiento a la distribución mediante el conjunto de filtros terminales. Los conductos han de tener un alto grado de estanqueidad y clase M.1. Contará la unidad con una lámpara germicida, mejorando así la calidad del aire. La salida del aire de impulsión se realiza mediante impulsores rotacionales. Esta red de conductos será estanca según UNE 100-104 para una presión de trabajo de 50 mm.c.a.

La extracción se realizará mediante extractores independientes. Rejillas en la parte inferior y superior de las paredes laterales. Las rejillas inferiores extraerán el 70% del aire mientras que las superiores el resto.

El caudal introducido y extraído estará continuamente controlado mediante controles automáticos instalados en el climatizador y en el ventilador de salida, midiendo así los caudales de aire. Con ello se controla el flujo para que este vaya en la dirección adecuada.

5.3. Baja y Media Velocidad Todo-Aire (Cafetería)

En los espacios en los que no se requiera mucha zonificación y buen nivel de ventilación se utilizan estos sistemas.

El aire es tomado del exterior y puede ser mezclado con aire del interior mediante tratamiento de aire del tipo unizona.

Las secciones de los climatizadores variarán dependiendo de la zona.

El aire de impulsión llegará a los difusores mediante conductos de chapa. El retorno también se realizará por difusores o rejillas y con conductos de chapa. Existirán 20 elementos de difusión para la impulsión de aire en la cafetería. Estos serán difusores rotacionales de impulsión y retorno, del fabricante TROX. El producto exacto que se emplea será el VDW-ZA600x16. La principal singularidad de este modelo es que integra en una misma unidad la impulsión y el retorno, lo que reduce el número de terminales en el edificio y permite prescindir de rejillas de retorno independientes, con la consiguiente ganancia de espacio en falso techo y una mayor limpieza estética. Además cuenta con aislamiento acústico e integración arquitectónica discreta.

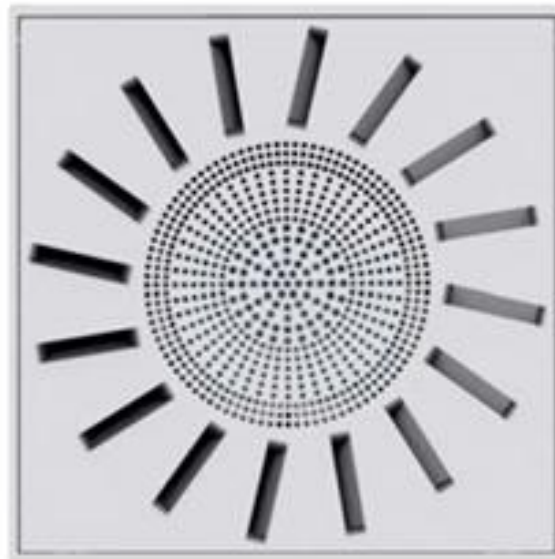


Figura 2: Difusor rotacional de impulsión y retorno Trox VDW-ZA. Imagen obtenida en: https://cdn.trox.de/778e0ab3e7f24ff0/cdba55e4c982/VDW-ZA_PD_2023_07_24_ES_es.pdf

El modelo VDW mediante la inducción rotacional permite una introducción del aire lenta y que rápidamente se mezcla con el aire presente para ajustar la temperatura a la del local. De esta manera mejorando el confort en todos los puntos del espacio. El retorno se realiza por la zona central de la placa a través de un patrón de perforación circular, sin paso directo (bypass) de aire entre la impulsión y el retorno dentro de la unidad. Este comportamiento resulta idóneo para espacios representativos y de ocupación continua.

Los difusores estarán incorporados en el falso techo y distribuidos de tal forma para una introducción del aire de impulsión homogénea, como se puede apreciar en los planos.

Como se espera alta ocupación, se instalarán unidades de tratamiento con ventilador de retorno y compuertas motorizadas de expulsión, mezcla de aire primario, que no solo mejora el rendimiento energético del edificio reduciendo la potencia necesaria para enfriar o calentar el aire de impulsión; sino que también permite controlar los caudales de expulsión y retorno para obtener condiciones de confort y ventilación precisas en cada instante.

6. Circuitos Hidráulicos

6.1. Redes de Agua Enfriada y Calefacción

Las redes principales de agua para la climatización se encontrarán en el nivel 0, y desde ahí se alimentarán los fan-coils y climatizadores, que se podrán ubicar por todo el edificio. Para poder tener las condiciones necesarias interiores en cada momento, las redes generales son de caudal variable.

Válvulas de seccionamiento irán instaladas en todas las derivaciones de las redes principales para facilitar operaciones de mantenimiento, ampliación, reducción o modificación, permitiendo el funcionamiento de otras zonas.

El agua destinada para la refrigeración se diseña para que la temperatura de ida-retorno sea de 7-12°C

El agua destinada para la calefacción se diseña para que la temperatura de ida-retorno sea de 80-60°C

Las tuberías de agua caliente y fría serán de acero estirado sin soldadura, que dependiendo de cada diámetro podrán tener diferentes espesores de aislamiento. Dependerá de los locales por donde discurren y la temperatura del fluido.

Las redes serán de caudal variable. Por ello se instalará en puntos de especial importancia o desfavorables mediciones de presión diferencial. Esto permite una reducción del gasto energético, ya que las bombas funcionarán a la velocidad que se necesite en cada momento. Además, el caudal variable permite que las temperaturas de los fluidos de climatización se mantengan siempre en el valor de la consigna. Las baterías contarán con válvulas para el control automático.

Todas las plantas ocupables contarán con bombas de circulación para el correcto suministro de agua de climatización. También contarán con regulación activa del caudal. Cada grupo de bombeo para el servicio contará con una bomba con circuito (agua caliente y fría), que por la diferencia de caudales necesarios, estas serán de dimensiones diferentes. La bomba que se instalará será Wilo Stratos MAXO 25/0,5-12 PN 10. El modelo exacto a utilizar variará según la altura necesaria.



Figura 3: Bomba de circulación de rotor húmedo Wilo Stratos MAXO. Imagen obtenida en:

https://wilo.com/gb/en/Products/en/products/stratos-maxo_id171/2164571

Estas bombas, con motor EC, son altamente eficientes. Esto se debe a que su regulación activa permite un menor consumo en los momentos necesarios. Esto se consigue mediante controles PID de numerosas características de un flujo, como puede ser caudal o presión, entre otras. Por ello, se considera esta bomba la ideal para la instalación.

Para contrarrestar la dilatación de las tuberías por los cambios de temperatura la red contará con dilatadores de fuelle o lira. Los soportes podrán ser de tipo deslizante o fijo, dependiendo de las necesidades del circuito.

En las salas con equipos de consumo de agua para la climatización, como pueden ser las que tengan UTAs, se intentará mantener cuando sea posible constantes los diámetros de las tuberías de agua para facilitar posibles futuras modificaciones.

En las salas técnicas se podrán realizar modificaciones al funcionamiento mediante válvulas de medida, equilibrado y de control. También contarán con sondas para la medida de la temperatura y sensores y manómetros para la medición de la presión diferencial.

7. Centrales de Producción, Subcentrales y Características de Bombeo

7.1. Centrales de Producción

Central de Calefacción

Se ha diseñado el sistema de calefacción para un agua caliente de temperatura ida-vuelta de 80-60°C. La central tendrá que llegar a estos valores. La producción de agua de calefacción cubrirá, además de la propia calefacción, la producción de agua caliente sanitaria.

La Central dispondrá de un conjunto de cuatro calderas de pie de condensación a gas, de cuerpo de elementos en fundición de aluminio-silicio, con quemador modulante para gas natural (o mezcla de gas natural con 20% H₂), presión máxima hidráulica de hasta 7 kg/cm², temperatura de ida de hasta 90 °C y rendimiento estacional de hasta el 109,2% (s/PCI) a carga parcial y baja temperatura.

Las cuatro calderas serán de 1.060 kW de potencia térmica nominal. En los periodos de mayor exigencia será necesario tener encendidas las cuatro calderas, mientras que en temporadas de mejor carga fría, esta podrá ser soportada por una sola caldera. El sistema de bombeo contará con su propio cuadro eléctrico, de regulación y control.

Cada caldera dispone de una bomba centrífuga de rotor seco para la distribución por la red. La circulación del agua por la red de calefacción del edificio se realizará mediante las cuatro bombas ligadas a las calderas.

Con el objetivo de garantizar una presión estable en la instalación y compensar las

variaciones volumétricas del agua derivadas de los ciclos térmicos de calentamiento y enfriamiento, se contempla la incorporación de un sistema de expansión de circuito cerrado. Dicho sistema estará formado por dos vasos de membrana dimensionados para una presión máxima de trabajo de 10 bar, un compresor de aire, un dispositivo de reposición automática del caudal de agua y un armario de maniobra y control.

Central de Refrigeración

La producción de frío del Hospital para refrigeración se realizará mediante enfriadoras de compresores de tornillo bi-motor con válvula corredera de control de capacidad variable. El refrigerante de las enfriadoras es R-1234ze, que tiene un potencial de calentamiento global (PCA) y efecto sobre la capa de ozono nulos, siendo esta la razón principal para su elección como enfriadora de las instalaciones. Las enfriadoras tienen también bajos niveles sonoros y alta eficiencia. Tendrán un sistema de control remoto lo cual facilita el control y ofrece ventajas significativas para las operaciones de mantenimiento.

Las unidades se ubicarán en estructuras metálicas a un metro de altura sobre la cubierta del edificio.

Se instalarán siete unidades enfriadoras de 1111kW de potencia térmica nominal, con las cuales se cubrirá la demanda de mayor exigencia del hospital. En momentos de menor demanda se podrá regular y reducir el número de unidades activas.

Cada enfriadora dispone de una bomba centrífuga de rotor seco para la distribución por la red. La circulación del agua por la red de frío del edificio se realizará mediante las siete bombas ligadas a las enfriadoras.

7.2. Necesidades

Para los cálculos de cargas térmicas se ha tenido en consideración, además de los materiales y las orientaciones de los diferentes espacios, la carga necesaria para enfriar o calentar el aire necesario para la ventilación.

- Demanda total de frío: 7.375 kW
- Demanda total de calor: 4.021kW

7.3. Producción de Agua Caliente

El equipo previsto para la producción de calor es una caldera de pie de condensación a gas de la serie BAXI GAS 620 ACE, en su talla 1150, de la que se disponen cuatro unidades capaces de aportar, cada una, del orden de 1.060,8 kW de potencia térmica nominal en régimen 80/60 °C, lo que supone una potencia instalada conjunta cercana a los 4.243 kW, presión máxima hidráulica de hasta 7 bar y temperatura de ida de agua de hasta 90 °C.



Figura 4: Caldera de pie de condensación a gas BAXI GAS 620 ACE. Imagen obtenida en: <https://www.baxi.es/profesionales/productos/calderas-media-gran-potencia/pie-condensacion-gas/gas-620-ace>

Cada generador constituye un conjunto certificado CE como un único aparato, conforme a la Directiva 2016/426/CE relativa a los equipos de gas, formado por dos módulos GAS 320 ACE de cuerpo de elementos en fundición de Aluminio-Silicio, material que confiere al intercambiador una elevada inercia y una marcada resistencia a la corrosión por condensados. La aportación de calor se confía a un quemador modulante que regula la potencia de manera progresiva y sin escalones, ajustando la producción al perfil real de demanda del edificio. Como combustible se ha adoptado gas natural, admitiéndose mezclas de hasta un 20 % de hidrógeno, con un funcionamiento de muy baja emisión que sitúa al conjunto en línea con las exigencias medioambientales más estrictas.

En el lado del intercambio térmico, la condensación de los productos de combustión permite recuperar el calor latente de los humos y elevar de forma notable el rendimiento del ciclo. Esta tecnología se traduce en valores destacados de eficiencia tanto a plena carga y alta temperatura con valores hasta un 98,4 % (s/PCI) en el régimen nominal, como a carga parcial y baja temperatura, donde el rendimiento alcanza valores del orden del 109,2 % (s/PCI). Gracias a una amplia relación de modulación, próxima a 1:7, cada unidad sostiene una temperatura de impulsión muy estable a lo largo de todo el campo de trabajo, desde cargas reducidas hasta el régimen máximo, con el consiguiente confort y durabilidad.

Toda la lógica de explotación recae en el control BDR integrado. La evacuación de los productos de combustión se resuelve, mediante el kit colector de humos del conjunto, a una chimenea común. De este modo se consigue un servicio autónomo, seguro y eficiente, con un mantenimiento de carácter predictivo basado en la supervisión continua de los parámetros de la máquina, al que contribuye además el diseño compacto de los módulos que facilita su traslado y ubicación en sala. El régimen de diseño fija el agua de impulsión

hacia el consumo en 80 °C y el retorno en 60 °C, asegurándose en estas condiciones el comportamiento óptimo de la instalación y un gasto energético ajustado.

7.4. Producción de Agua Enfriada

La producción de agua enfriada se realizará mediante una enfriadora de líquido condensada por agua Carrier AquaForce 30XW-PZE (modelo 1101).

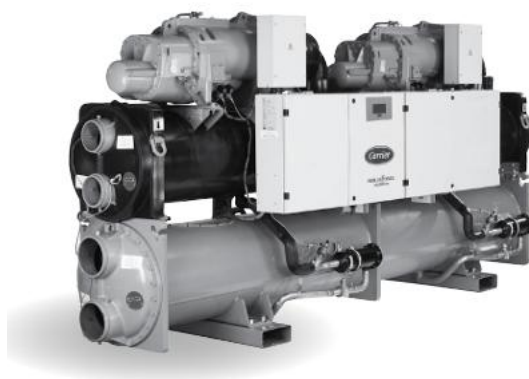


Figura 5: Enfriadora de líquido condensada por agua Carrier AquaForce 30XW. Imagen obtenida en: https://brandportal.carrier.com/asset/1bfefbe0-1a38-4041-ac97-b0357b536835/30XW-ZE_ES_PSD-Short_02-2025_80133.pdf

Este tiene la capacidad de aportar 1111 kW de potencia frigorífica nominal en condiciones de trabajo de 12/7 °C en evaporador y 30/35 °C en condensador. Su corazón mecánico lo forman compresores de tornillo bi-rotor 06T, cuya válvula corredera regula la capacidad de manera progresiva y sin escalones, ajustando la producción de frío al perfil real de demanda del edificio. Como fluido frigorígeno se ha adoptado el R-1234ze, una olefina hidrofluorada (HFO) caracterizada por un impacto climático mínimo, con un potencial de calentamiento global inferior a la unidad, y sin incidencia alguna sobre la capa de ozono, lo que sitúa al conjunto al margen del calendario europeo de reducción de HFC.

En el lado del intercambio térmico, la máquina monta un evaporador del tipo multitubular inundado que favorece un elevado coeficiente de transmisión hacia el agua de proceso. El dosificado del refrigerante se confía a un dispositivo de expansión electrónico que, apoyado por el economizador, modifica el caudal en función de la carga instantánea y reduce la presión de condensación necesaria, con la consiguiente mejora del rendimiento del ciclo. Esta combinación se traduce en valores destacados de eficiencia tanto a plena carga como estacional. Por superar el umbral de 1000 kW, la enfriadora se configura con dos circuitos frigoríficos autónomos: si uno de ellos resultara averiado, el segundo asume automáticamente el servicio y preserva una capacidad de refrigeración parcial.

La distribución hidráulica responde a un esquema primario-secundario desacoplado. Toda la lógica de explotación recae en el controlador que vigila de forma permanente temperaturas, presiones y alarmas, y comunica cualquier incidencia al sistema de gestión técnica del edificio. De este modo se consigue un servicio autónomo, seguro y eficiente, con un mantenimiento de carácter predictivo basado en la supervisión continua de los parámetros de la máquina. El régimen de diseño fija el agua de impulsión hacia el consumo en 7 °C y el retorno en 12 °C, condición con la que se asegura el comportamiento óptimo de la instalación y un gasto energético ajustado.

8. Presupuesto

Resumen	PrPres	Cantidad	Tipo de unidad	Precio
GRUPO ENFRIADOR	22.380,00 €	7	Ud	156.660,00 €

<p>Grupo enfriador de agua condensado por agua para producción de agua enfriada GF.01. Fabricante Carrier, Modelo AquaForce PUREtec 30XW-PZE 1101.</p> <p>Grupo completamente montado y probado en fábrica, consistente en un conjunto completo que incluye compresores, evaporador, condensador, circuitos de refrigeración, circuitos hidráulicos y controles de operación y seguridad. Refrigerante ecológico R-1234ze (HFO, PCA <1, ODP = 0).</p> <p>COMPONENTES</p> <p>1. Compresores semiherméticos de tornillo bi-rotor tipo 06T (50 rps), dos por unidad sobre dos circuitos frigoríficos independientes. Formados por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Válvula corredera de control de capacidad variable para ajuste continuo de la potencia frigorífica. - Rodamientos sobredimensionados lubricados por presión de aceite. - Motor de alta eficiencia refrigerado por gas de aspiración. Protección contra sobrecargas y temperatura. - Atenuador en la línea de descarga y separador de aceite. <p>2. Evaporador multitubular inundado, limpiable por medios mecánicos. Aislado de fábrica. Conexiones de agua Victaulic 8". Volumen de agua 321 l. Presión máxima de servicio en el lado del agua 1000 kPa.</p> <p>3. Condensador multitubular inundado, limpiable por medios mecánicos. Conexiones de agua Victaulic 8". Volumen de agua 340 l. Presión máxima de servicio en el lado del agua 1000 kPa.</p> <p>4. Sistema de expansión mediante válvulas de expansión electrónicas (VEE) con economizador.</p> <p>5. Circuito frigorífico hermético en cobre, con válvula de corte en la línea de descarga y válvula de servicio en la tubería de líquido. Carga de refrigerante R-1234ze: 130 kg (circuito A) + 130 kg (circuito B).</p> <p>6. Cuadro eléctrico con seccionador principal de alta capacidad de corte y transformador para el circuito de control (400/24 V).</p> <p>7. Control con interfaz táctil en color de 7", gestión de energía, registro de alarmas (DCT) y comunicación Ethernet (IP). Pasarela de comunicación BACnet, Modbus.</p> <p>CARACTERÍSTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dimensiones aproximadas: Largo 4730 mm; Ancho 1162 mm; Alto 2051 mm. - Peso en funcionamiento: 7875 kg. - Potencia frigorífica nominal: 1111 kW. - EER: 5,65. SEER 12/7 °C: 7,14. SEPR 12/7 °C: 9,19. - Temperatura de entrada/salida del agua en el evaporador: 12/7 °C. - Temperatura de entrada/salida del agua en el condensador: 30/35 °C. - Conexiones hidráulicas evaporador: Victaulic 8". - Conexiones hidráulicas condensador: Victaulic 8". - Alimentación eléctrica: 400 V - 3 ph - 50 Hz. Potencia absorbida máxima: 296 kW. - Nivel de potencia sonora: 100 dB(A). Nivel de presión sonora a 1 m: 81 dB(A). - Capacidad mínima: 15%. <p>Instalación, pruebas, ajuste y equilibrado.</p>				
CALDERA DE CONDENSACION	14.101,00 €	4	Ud	56.404,00 €

<p>Caldera de pie de condensación a gas para producción de agua de calefacción CC.01. Fabricante BAXI, Modelo GAS 620 ACE (tamaño 1150). Fabricantes aceptables: BAXI. Conjunto certificado CE como un único generador (Directiva 2016/426/CE relativa a los aparatos de gas), formado por 2 módulos GAS 320 ACE, suministrado y probado de fábrica. Combustible: Gas Natural (admite mezcla de Gas Natural con hasta un 20% de H2). Cada módulo incorpora ruedas en la base para facilitar su traslado y ubicación en sala. COMPONENTES 1. Cuerpo de caldera de condensación de cuerpo de elementos en fundición de Aluminio-Silicio. 2. Quemador de gas de premezcla, modulante (ratio de modulación 1:7), de muy baja emisión. 3. Control BDR con amplia pantalla de uso intuitivo, compatible con protocolos BMS: Modbus RTU, BACnet y Opentherm. Regulación en cascada de los módulos. 4. Kit colector de humos del conjunto para evacuación a una chimenea común. 5. Kits hidráulicos disponibles como accesorio (colectores de ida y retorno, válvulas de corte y antirretorno, circuladores de alta eficiencia acordes a la ErP). 6. Neutralizador de condensados (accesorio). CARACTERÍSTICAS - Dimensiones aproximadas del conjunto: Ancho 1442 mm; Profundidad 2172 mm; Alto 1726 mm. Ancho frontal por módulo: < 71 cm. - Peso en funcionamiento: PENDIENTE (según documentación de fabricante). - Potencia térmica nominal (80/60 °C): 1060,8 kW. - Rendimiento a potencia nominal (80/60 °C): 98,4% (s/PCI). Rendimiento estacional hasta 109,2% (s/PCI) a carga parcial y baja temperatura. - Presión máxima hidráulica: 7 bar (700 kPa). - Temperatura máxima de ida del agua: 90 °C. - Temperatura de entrada/salida del agua: 60/80 °C.</p> <p>Instalación, pruebas, ajuste y equilibrado.</p>				
<p>GRUPO DE BOMBEO GB.01</p>	<p>978,00 €</p>	<p>140</p>	<p>Ud</p>	<p>136.920,00 €</p>
<p>Bomba circuladora de rotor húmedo. Fabricante Wilo. Modelo de bomba Stratos MAXO 25/0,5-12 PN10 (Ref. 2164571). 1. Aspiración: G 1½" (PN 10) — bomba inline, conexión roscada 2. Descarga: G 1½" (PN 10) 3. Caudal unitario: 2.600 l/h (0,72 l/s) 4. Altura: 5,6 m.c.a. (55 kPa) 5. Tamaño del motor: 0,295 kW. 6. Cuadro eléctrico y de control: regulación electrónica integrada en la bomba; alimentación 230 V/50 Hz; interfaz de comunicación integrada</p>				
<p>GRUPO DE BOMBEO GB.02</p>	<p>978,00 €</p>	<p>140</p>	<p>Ud</p>	<p>136.920,00 €</p>

Bomba circuladora de rotor húmedo. Fabricante Wilo. Modelo de bomba Stratos MAXO 32/0,5-12 PN6/10 (Ref. 2164580). 1. Aspiración: DN 32 (PN 6/10) — brida 2. Descarga: DN 32 (PN 6/10) 3. Caudal unitario: 5.200 l/h (≈1,44 l/s) 4. Altura: 5,87 m.c.a. (57,6 kPa) 5. Tamaño del motor: 0,32 kW (motor EC integrado) 6. Cuadro eléctrico y de control: regulación electrónica integrada; alimentación 230 V/50 Hz, interfaz de comunicación integrada				
UNIDAD TERMINAL FAN-COIL FC-01	755,00 €	204	ud	154.020,00 €
Unidad Terminal tipo Fan-coil. Fabricante Carrier, modelo: 42GW 200C (gama Idrofan, cassette de 4 vías, motor AC, batería de 2 tubos). Tipo: Cassette de 4 vías para instalación empotrada en falso techo, con difusión ajustable de 2, 3 o 4 vías. Potencia de Refrigeración (Sensible/Total): 1950 W / 2330 W (velocidad alta). Temperatura agua entrada-salida (refrigeración): 7-12 °C. Condiciones de aire de entrada (Eurovent): 27 °C BS / 19 °C BH. Caudal de aire (velocidad alta/media/baja): 183/125/100 l/s. Potencia de Calefacción: 2740 W (velocidad alta). Temperatura agua entrada-salida (calefacción): 45-40 °C. Condiciones interiores: verano 24 °C / 50%; invierno 21 °C / 50%. Velocidades de ventilador: 3 (motor AC). Pérdida de carga lado agua (refrigeración, velocidad alta): 11,1 kPa. Volumen de agua de la batería: 0,55 l. Nivel de potencia sonora (alta/media/baja): 49/41/37 dB(A). Nivel de presión acústica (alta/media/baja): 40/32/28 dB(A). Conexiones de batería: 3/4" gas. Diámetro de drenaje de condensado: 16 mm, con bomba de evacuación de condensados integrada. Alimentación eléctrica: 230 V - 1 ph - 50/60 Hz. Entrada de alimentación : 58 W. Peso unidad / rejilla: 14,8 / 3 kg. Filtro sintético plisado, extraíble y lavable (polipropileno EU1). Válvula de control de 2 vías montada en fábrica con carcasa aislante. Controlador Carrier (termostato electrónico / NTC / WTC con BACnet o LON). Instalación, pruebas, ajustes, equilibrado y puesta en marcha.				
UNIDAD TERMINAL FAN-COIL FC-02	825,00 €	204	ud	168.300,00 €

<p>Unidad Terminal tipo Fan-coil. Fabricante Carrier, modelo: 42GW 300C (gama Idrofán, cassette de 4 vías, motor AC, batería de 2 tubos). Tipo: Cassette de 4 vías para instalación empotrada en falso techo, con difusión ajustable de 2, 3 o 4 vías. Potencia de Refrigeración (Sensible/Total): 3010 W / 3960 W (velocidad alta). Temperatura agua entrada-salida (refrigeración): 7-12 °C. Condiciones de aire de entrada (Eurovent): 27 °C BS / 19 °C BH. Caudal de aire (velocidad alta/media/baja): 204/140/89 l/s. Potencia de Calefacción: 3680 W (velocidad alta). Temperatura agua entrada-salida (calefacción): 45-40 °C. Condiciones interiores: verano 24 °C / 50%; invierno 21 °C / 50%. Velocidades de ventilador: 3 (motor AC). Pérdida de carga lado agua (refrigeración, velocidad alta): 15,2 kPa. Volumen de agua de la batería: 1,1 l. Nivel de potencia sonora (alta/media/baja): 53/47/35 dB(A). Nivel de presión acústica (alta/media/baja): 44/38/26 dB(A). Conexiones de batería: 3/4" gas. Diámetro de drenaje de condensado: 16 mm, con bomba de evacuación de condensados integrada. Alimentación eléctrica: 230 V - 1 ph - 50/60 Hz. Entrada de alimentación (velocidad alta): 58 W. Peso unidad / rejilla: 16,5 / 3 kg. Filtro sintético plisado, extraíble y lavable (polipropileno EU1). Válvula de control de 2 vías montada en fábrica con carcasa aislante. Controlador Carrier (termostato electrónico / NTC / WTC con BACnet o LON). Instalación, pruebas, ajustes, equilibrado y puesta en marcha.</p>				
UNIDAD TERMINAL FAN-COIL FC-03	1.165,00 €	204	ud	237.660,00 €
<p>Unidad Terminal tipo Fan-coil. Fabricante Carrier, modelo: 42GW 500C (gama Idrofán, cassette de 4 vías, motor AC, batería de 2 tubos). Tipo: Cassette de 4 vías para instalación empotrada en falso techo, con difusión ajustable de 2, 3 o 4 vías. Potencia de Refrigeración (Sensible/Total): 4680 W / 6030 W (velocidad alta). Temperatura agua entrada-salida (refrigeración): 7-12 °C. Condiciones de aire de entrada (Eurovent): 27 °C BS / 19 °C BH. Caudal de aire (velocidad alta/media/baja): 272/199/147 l/s. Potencia de Calefacción: 6840 W (velocidad alta). Temperatura agua entrada-salida (calefacción): 45-40 °C. Condiciones interiores: verano 24 °C / 50%; invierno 21 °C / 50%. Velocidades de ventilador: 3 (motor AC). Pérdida de carga lado agua (refrigeración, velocidad alta): 23,8 kPa. Volumen de agua de la batería: 1,6 l. Nivel de potencia sonora (alta/media/baja): 49/40/35 dB(A). Nivel de presión acústica (alta/media/baja): 40/31/26 dB(A). Conexiones de batería: 1" gas. Diámetro de drenaje de condensado: 16 mm, con bomba de evacuación de condensados integrada. Alimentación eléctrica: 230 V - 1 ph - 50/60 Hz. Entrada de alimentación (velocidad alta): 66 W. Peso unidad / rejilla: 37 / 5 kg. Filtro sintético plisado, extraíble y lavable (polipropileno EU1). Válvula de control de 2 vías montada en fábrica con carcasa aislante. Controlador Carrier (termostato electrónico / NTC / WTC con BACnet o LON). Instalación, pruebas, ajustes, equilibrado y puesta en marcha.</p>				
UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE UTA-HOSP (HOSPITALIZACIÓN)	1.450,00 €	6	Ud	8.700,00 €

<p>Unidad de Tratamiento de Aire UTA-HOSP (Hospitalización), gama Carrier 39CP-L/H/C, tipo modular conforme a EN 1886 y EN 13053. Número de unidades: 6 (una por planta). Fabricante Carrier (gama AiroVision 39CP). Fabricantes aceptables: Carrier, TROX, Airlan, Wolf. Ejecución asumida: 39CP-L (envolvente clase D1, transmitancia T2, puente térmico TB3, estanqueidad L1/L2). Tamaño seleccionado: 39CP 1050. 1. Envolvente: paneles tipo sándwich con aislamiento de lana mineral de 50 mm; interior liso sin tornillos vistos; puertas con bisagras regulables y tiradores de apriete progresivo; chasis de elevación de 80 mm. 2. Caudal de aire tratado: 11.016 m³/h (3.060 l/s). 3. Velocidad frontal estimada en sección de baterías: 2,37 m/s. 4. Calidad de aire: IDA2 con aire exterior ODA2. Etapas de filtración: prefiltro F6 + filtro final F8 (clasificación EN 779; equivalencia ISO 16890 según software 39CP). Tomas de presión por etapa de filtro. 5. Sin batería térmica. 6. Ventilador de impulsión tipo plug-fan con motor EC y variador integrado, montado sobre chasis antivibratorio con conexión flexible. Presión estática del ventilador: 3,77 mmca (37 Pa). Potencia eléctrica :0,2 kW . 7. Control: cuadro eléctrico integrado y regulación 39CP con comunicación Modbus RTU/TCP, BACnet IP o KNX. Dimensiones exteriores de sección: ancho 1840 mm × alto 1080 mm.</p> <p>Instalación, pruebas, ajustes, equilibrado y puesta en marcha.</p>				
<p>UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE UTA-QUIR (QUIRÓFANOS)</p>	<p>2.150,00 €</p>	<p>24</p>	<p>Ud</p>	<p>51.600,00 €</p>
<p>Unidad de Tratamiento de Aire UTA-QUIR (Quirófanos), gama Carrier 39CP-L/H/C, tipo modular conforme a EN 1886 y EN 13053, ejecución higiénica. Número de unidades: 24 (una por quirófano). Fabricante Carrier (gama AiroVision 39CP). Fabricantes aceptables: Carrier, TROX, Airlan, Wolf. Ejecución asumida: 39CP-C (versión higiénica, opción VDI 6022, interior y exterior postlacados, bandeja de drenaje de acero inoxidable, puente térmico TB1). Tamaño seleccionado: 39CP 1050. 1. Envolvente higiénica: paneles sándwich con lana mineral de 50 mm; interior totalmente liso y lavable; bandeja de condensados inclinada de acero inoxidable. 2. Caudal de aire tratado: 9.547 m³/h (2.652 l/s). 3. Velocidad frontal estimada en sección de baterías: 2,05 m/s. 4. Calidad de aire: IDA1 con aire exterior ODA2. Etapas de filtración: prefiltro F7 + filtro F9 + filtro absoluto HEPA H14 terminal (montaje absoluto, marco de cubeta), conforme a la práctica de quirófanos (UNE 100713). Tomas de presión por etapa de filtro. 5. Batería de frío (agua): potencia térmica 7,2 kW. Batería de calor (agua): potencia térmica 5,5 kW. Tubos de cobre y aletas de aluminio; bandeja de condensados de acero inoxidable; separador de gotas. 6. Ventilador de impulsión plug-fan con motor EC y variador integrado, sobre chasis antivibratorio. 7. Atenuador acústico. Preinstalación para humectación / lámpara germicida ultravioleta. 8. Control 39CP con comunicación Modbus RTU/TCP, BACnet IP o KNX. Dimensiones exteriores de sección: ancho 1840 mm × alto 1080 mm; longitud total.</p>				
<p>UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE UTA-CAF (CAFETERÍA)</p>	<p>1.750,00 €</p>	<p>1</p>	<p>Ud</p>	<p>1.750,00 €</p>

<p>Unidad de Tratamiento de Aire UTA-CAF (Cafetería), gama Carrier 39CP-L/H/C, tipo modular conforme a EN 1886 y EN 13053. Número de unidades: 1. Fabricante Carrier (gama AiroVision 39CP). Fabricantes aceptables: Carrier, TROX, Airlan, Wolf. Ejecución asumida: 39CP-L (envolvente clase D1, transmitancia T2, puente térmico TB3). Tamaño seleccionado: 39CP 1050. 1. Envolvente: paneles tipo sándwich con lana mineral de 50 mm; interior liso; puertas con bisagras regulables. 2. Caudal de aire tratado: 9.547 m³/h (2.652 l/s). 3. Velocidad frontal estimada en sección de baterías: 2,05 m/s. 4. Calidad de aire: IDA3 con aire exterior ODA2. Etapas de filtración: prefiltro F5 + filtro final F7. Tomas de presión por etapa de filtro. 5. Batería de frío (agua): potencia térmica 70 kW. Batería de calor (agua): potencia térmica 15 kW. Tubos de cobre y aletas de aluminio; bandeja de condensados de acero inoxidable; separador de gotas. 6. Ventilador de impulsión plug-fan con motor EC y variador integrado, sobre chasis antivibratorio. Presión estática del ventilador: 88 mmca (863 Pa). Potencia eléctrica estimada: 3,8 kW). 7. Control 39CP con comunicación Modbus RTU/TCP, BACnet IP o KNX. Dimensiones exteriores de sección: ancho 1840 mm × alto 1080 mm; longitud total.</p>				
TUBERIA ACERO ESTIRADO S.S. DN 20 PN - 16	15,26 €	348,8	m.l.	5.322,69 €
Tubería de acero estirado sin soldadura DN 20. DIN 2448. Unión por junta ranurada de dos segmentos. Incluso accesorios y soportación.				
TUBERIA ACERO ESTIRADO S.S. DN 25 PN - 16	14,97 €	296	m.l.	4.431,12 €
Tubería de acero estirado sin soldadura DN 25. DIN 2448. Unión por junta ranurada de dos segmentos. Incluso accesorios y soportación.				
TUBERIA ACERO ESTIRADO S.S. DN 32 PN - 16	17,53 €	209,6	m.l.	3.674,29 €
Tubería de acero estirado sin soldadura DN 32. DIN 2448. Unión por junta ranurada de dos segmentos. Incluso accesorios y soportación.				
TUBERIA ACERO ESTIRADO S.S. DN 40 PN - 16	19,64 €	12,8	m.l.	251,39 €
Tubería de acero estirado sin soldadura DN 40. DIN 2448. Unión por junta ranurada de dos segmentos. Incluso accesorios y soportación.				
TUBERIA ACERO ESTIRADO S.S. DN 50 PN - 16	24,13 €	12,8	m.l.	308,86 €
Tubería de acero estirado sin soldadura DN 50. DIN 2448. Unión por junta ranurada de dos segmentos. Incluso accesorios y soportación.				
CONDUCTO RECTANGULAR 150 x 150 - CLASE C	11,50	348,8	m.l.	4.011,20 €

Conducto rectangular de chapa galvanizada de 150x150 mm, según UNE-EN 1505 y UNE-EN 1507, clasificación de estanqueidad clase C. Incluso codos, derivaciones, uniones, registros según UNE-EN 12097:2007 y soportación según UNE-EN 12236:2003.				
CONDUCTO RECTANGULAR 200 x 150 - CLASE C	13,42	296	m.l.	3.972,32 €
Conducto rectangular de chapa galvanizada de 200x150 mm, según UNE-EN 1505 y UNE-EN 1507, clasificación de estanqueidad clase C. Incluso codos, derivaciones, uniones, registros según UNE-EN 12097:2007 y soportación según UNE-EN 12236:2003.				
CONDUCTO RECTANGULAR 250 x 150 - CLASE C	15,34	209,6	m.l.	3.215,26 €
Conducto rectangular de chapa galvanizada de 250x150 mm, según UNE-EN 1505 y UNE-EN 1507, clasificación de estanqueidad clase C. Incluso codos, derivaciones, uniones, registros según UNE-EN 12097:2007 y soportación según UNE-EN 12236:2003.				
CONDUCTO RECTANGULAR 300 x 150 - CLASE C	17,25	12,8	m.l.	220,80 €
Conducto rectangular de chapa galvanizada de 300x150 mm, según UNE-EN 1505 y UNE-EN 1507, clasificación de estanqueidad clase C. Incluso codos, derivaciones, uniones, registros según UNE-EN 12097:2007 y soportación según UNE-EN 12236:2003.				
CONDUCTO RECTANGULAR 400 x 150 - CLASE C	21,09	12,8	m.l.	269,95 €
Conducto rectangular de chapa galvanizada de 400x150 mm, según UNE-EN 1505 y UNE-EN 1507, clasificación de estanqueidad clase C. Incluso codos, derivaciones, uniones, registros según UNE-EN 12097:2007 y soportación según UNE-EN 12236:2003.				
CONDUCTO RECTANGULAR 600 x 150 - CLASE C	28,76	348,8	m.l.	10.031,49 €
Conducto rectangular de chapa galvanizada de 600x150 mm, según UNE-EN 1505 y UNE-EN 1507, clasificación de estanqueidad clase C. Incluso codos, derivaciones, uniones, registros según UNE-EN 12097:2007 y soportación según UNE-EN 12236:2003.				
DIFUSOR ROTACIONAL IMPULSIÓN-RETORNO VDW-ZA 600 x 16	54,00 €	240	Ud	12.960,00 €
Difusor rotacional de techo impulsión-retorno que integra la impulsión y el retorno de aire en una misma unidad, con placa frontal cuadrada de 598 x 598 mm y 16 deflectores. Tamaño 600 x 16. Gama de caudal 255-494 m³/h (mínimo con $\Delta t_z = -6$ K / máximo con LWA ≈ 45 dB(A)); diferencia de temperatura de impulsión de -10 a +10 K; nivel de potencia sonora 25-45 dB(A). Bocas de conexión circular ØD 198 mm para conductos según EN 1506 / EN 13180. Placa frontal y plenum de chapa de acero galvanizado, deflectores de plástico UL 94 V-0, junta de labio de goma, acabado pintado al polvo RAL 9010. Incluso plenum de conexión compartimentado (impulsión horizontal y retorno vertical u horizontal), compuerta de equilibrado de caudal y elementos de suspensión. Peso aprox. 15 kg. Conforme a EN ISO 5135 y acceso para inspección/limpieza según VDI 6022.				
			Total	1.157.603,38 €

Tabla 6: Presupuesto

9. *Alineación con los ODS*

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aprobados por las Naciones Unidas dentro de la Agenda 2030, constituyen una referencia ineludible para cualquier proyecto de ingeniería actual. Por ello, su importancia no se pasa por alto en este trabajo, cuyo diseño se ha concebido para contribuir activamente a ellos. La instalación de climatización proyectada para el hospital incide de forma directa en, al menos, tres de estos objetivos: la salud y el bienestar (ODS 3), la industria, la innovación y la infraestructura (ODS 9), y las ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11). A continuación se detalla la aportación del proyecto a cada uno de ellos.

9.1. ODS 3: Salud y bienestar

Un hospital es, por definición, una infraestructura dedicada a la salud, y la instalación de climatización es una pieza esencial para garantizarla. El control preciso de la temperatura y de la humedad relativa en cada zona evita la proliferación de microorganismos y reduce el riesgo de infecciones, ya que muchos agentes patógenos encuentran condiciones favorables de desarrollo cuando la humedad no está controlada. El proyecto contribuye, por tanto, a:

- Evitar la proliferación de enfermedades mediante el control de la temperatura y la humedad.
- Garantizar la calidad y la limpieza del aire en quirófanos y zonas críticas, fundamentales para la seguridad del paciente.
- Asegurar condiciones ambientales saludables y confortables para pacientes, personal sanitario y visitantes.

9.2. ODS 9: Industria, innovación e infraestructura

El hospital constituye una infraestructura crítica cuyo funcionamiento no puede interrumpirse. El diseño de la instalación se ha orientado a dotar al edificio de unos sistemas robustos y fiables, capaces de mantener el servicio incluso en condiciones adversas. Además, se incorpora innovación tecnológica a través de los sistemas de control y regulación, que permiten un mantenimiento de carácter predictivo, optimizan el funcionamiento de los equipos y anticipan posibles fallos antes de que lleguen a producirse. De este modo, el proyecto aporta:

- Los sistemas necesarios para el correcto funcionamiento continuo de la infraestructura hospitalaria.
- Innovación mediante sistemas de control y regulación que habilitan un mantenimiento predictivo.
- Instalaciones dimensionadas para resistir y seguir operando en situaciones de emergencia.

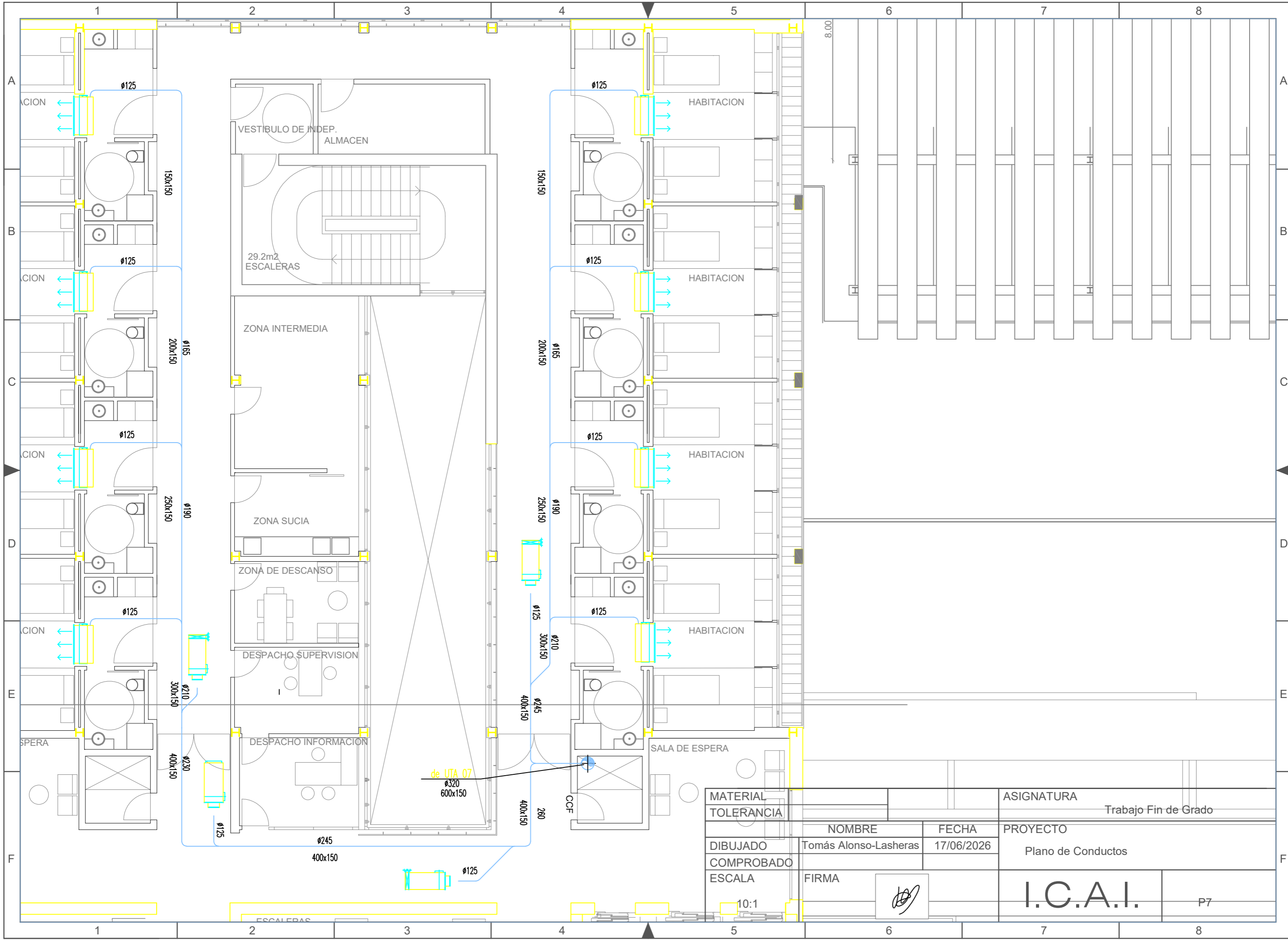
9.3. ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles

Los hospitales son edificios clave para el correcto funcionamiento de las ciudades y de las comunidades a las que sirven. Una instalación de climatización bien diseñada contribuye a la sostenibilidad urbana al mejorar la eficiencia energética del edificio y reducir tanto su consumo como sus emisiones. Este proyecto impacta esta ODS de la siguiente manera:

- Aumenta la eficiencia energética del edificio y reduce su consumo.

- Mejora las capacidades de climatización de edificios clave para el correcto funcionamiento de las ciudades.
- Disminuye el impacto ambiental gracias al empleo de equipos eficientes y de refrigerantes de bajo impacto climático.

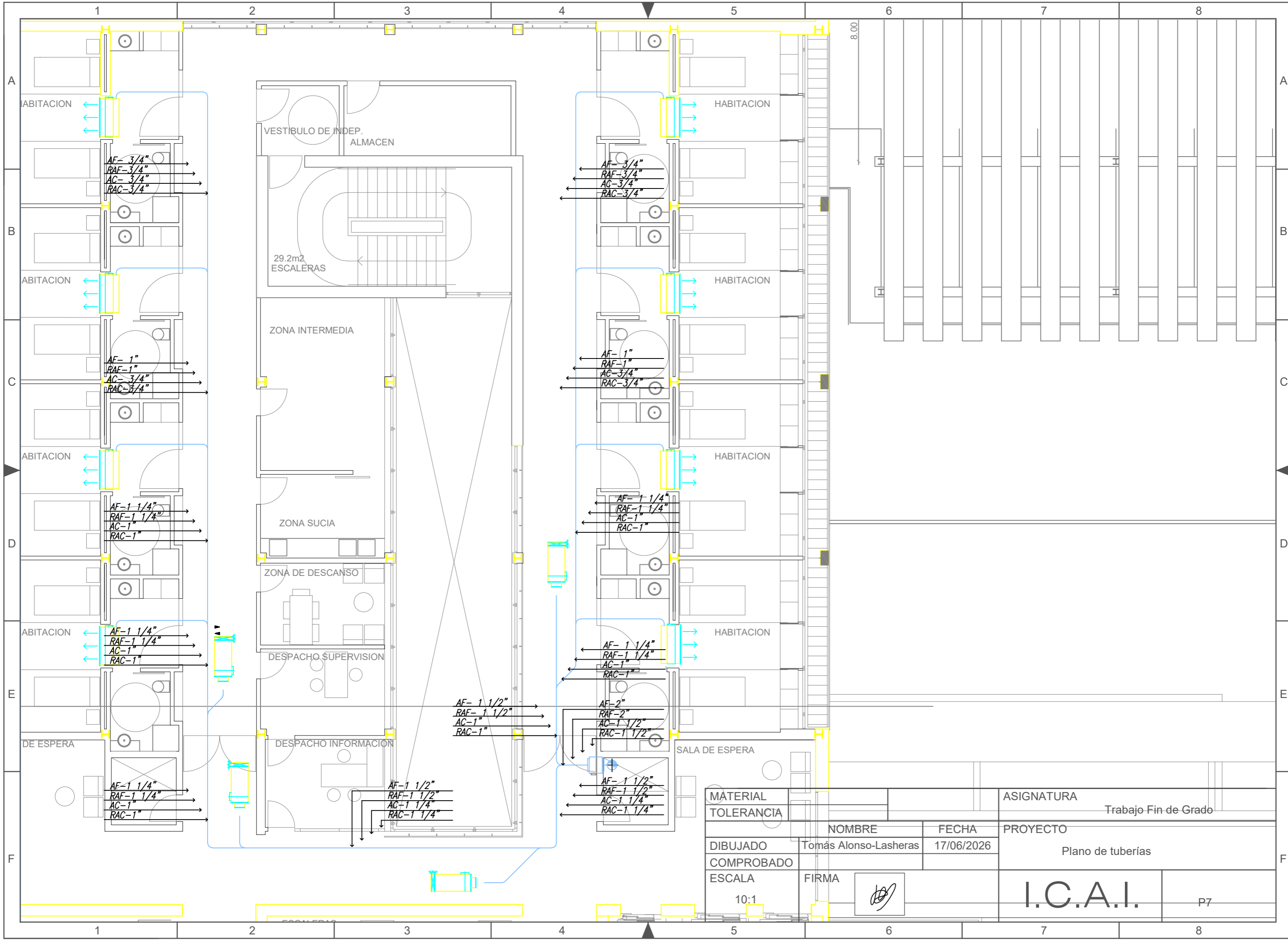
Capitulo 2: PLANOS



MATERIAL			ASIGNATURA	
TOLERANCIA			Trabajo Fin de Grado	
DIBUJADO	NOMBRE	FECHA	PROYECTO	
COMPROBADO	Tomás Alonso-Lasheras	17/06/2026	Plano de Conductos	
ESCALA	FIRMA		I.C.A.I.	
			P7	

10:1





MATERIAL			ASIGNATURA	Trabajo Fin de Grado	
TOLERANCIA	NOMBRE	FECHA	PROYECTO		
DIBUJADO	Tomás Alonso-Lasheras	17/06/2026	Plano de tuberías		
COMPROBADO					
ESCALA	FIRMA			I.C.A.I.	
10:1				P7	

Capitulo 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 encastres 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"	½"
De 4 a 5"	5/8"
De 6"	¾"
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	M³6
400	16"	5,0	6,4	M52
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	

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.

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 atraviere 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:

0,19mm/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 ascendiente 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 durocromado.

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

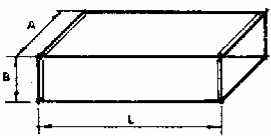
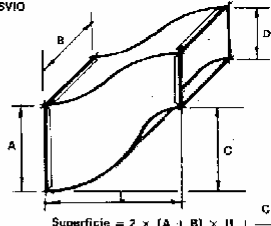
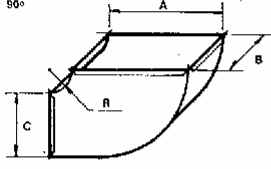
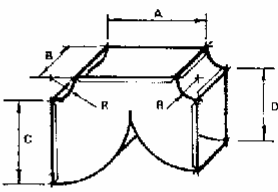
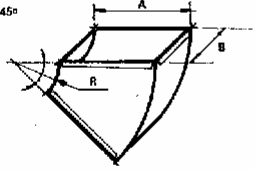
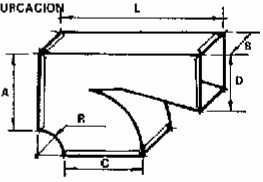
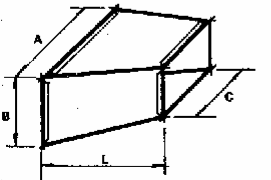
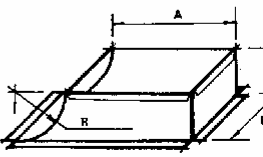
Se seguirá el criterio que se indica en los diagramas adjuntos.

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 = $2 \times (A + B) \times L + \frac{C}{2}$</p>
<p>CODO 90°</p>  <p>Superficie = $[(A + R) \times 1.57] \times [2 \times (A + B)]$ 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 = $[(A + R) \times 0.79] \times [2 \times (A + B)]$</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 MAYO R 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, construidos 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.

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.

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.

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, masticos, 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 un 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

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 las 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 estarán 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/m²°C. 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. 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.17.7. 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.17.8. 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 proveerá 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 construidas 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.17.9. 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 térmicas 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 anticondensación. 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.17.10. 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.17.11. 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 trespelillo 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 trespelillo 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.17.12. 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 (°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.17.13. 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.17.14. 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.17.15. 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.17.16. 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} watos) 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.17.17. 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.