



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y
ACS EN LAS OFICINAS DE UNA NAVE DE
ULTRACONGELADOS”

MEMORIA

Xavier Villar Godia.

Faustino Gimena Ramos.

Pamplona, 15 de Enero de 2011.

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

ÍNDICE

1.	DATOS IDENTIFICATIVOS	4
2.	ANTECEDENTES.....	4
3.	OBJETO DEL PROYECTO	5
4.	LEGISLACIÓN APLICABLE EN VIGOR.....	5
5.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO.....	6
6.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	8
6.1.	CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN ZONA DE OFICINAS, VESTUARIOS Y COMEDOR.....	8
6.1.1.	PRODUCCIÓN.....	9
6.1.2.	UNIDADES TERMINALES.....	11
6.1.3.	AIRE EXTERIOR	12
6.2.	ACS-SOLAR	13
6.2.1.	ENERGÍA CONVENCIONAL.....	14
6.2.2.	ENERGÍA SOLAR.....	14
6.2.2.1.	SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR	15
6.2.2.2.	ELEMENTO DE SEGURIDAD.....	16
6.2.3.	REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	16
6.3.	CONTROL DE LAS INSTALACIONES	17
6.3.1.	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	18
6.3.1.1.	PRODUCCION CALOR:.....	18
6.3.1.2.	PRODUCCION FRIO:	19
6.3.1.3.	FANCOILS	20
6.3.1.4.	CLIMATIZADORA AIRE PRIMARIO	20
6.3.1.5.	COMPUERTAS DISTRIBUCION AIRE	21
6.3.1.6.	ACS/SOLAR.....	21
6.3.1.7.	CONTROL ANTIHIELO:	22
7.	JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE	23
7.1.	CALIDAD TÉRMICA. CONDICIONES DE DISEÑO (IT 1.1.4.1.).....	23

7.2. CALIDAD DEL AIRE. CLASIFICACIÓN AIRE INTERIOR (IDA), CLASIFICACIÓN CALIDAD DEL AIRE (ODA), CLASIFICACIÓN AIRE DE EXTRACCIÓN (AE) (IT 1.1.4.2.).....	24
7.3. EXIGENCIA DE HIGIENE (1.1.4.3.)	25
7.4. EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE ACÚSTICO. (1.1.4.4.).....	26
8. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	27
8.1. GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO (IT 1.2.4.1).....	27
8.1.1. GENERACIÓN DE CALOR.....	27
8.1.1.1. FRACCIONAMIENTO DE POTENCIA.....	28
8.1.1.2. REGULACIÓN DE QUEMADORES	28
8.1.2. GENERACIÓN DE FRÍO	28
8.2. REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS (IT 1.2.4.2).....	28
8.2.1. AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS	28
8.2.2. AISLAMIENTO TÉRMICO Y ESTANQUEIDAD EN CONDUCTOS	30
8.3. CONTROL DE LAS INSTALACIONES (IT 1.2.4.3)	31
8.3.1. CONTROL DE LAS CONDICIONES TERMO-HIGROMÉTRICAS	32
8.3.3. CONTROL DE INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA	33
8.4. CONTABILIZACIÓN DE CONSUMO (IT 1.2.4.4).....	34
8.5. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA. (IT 1.2.4.5)	34
8.6. APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES. JUSTIFICACIÓN DB-HE4 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA (IT 1.2.4.6)	35
8.7. LIMITACIÓN DE UTILIZACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL (IT 1.2.4.7.)	35
8.8. JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS ELEGIDO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (IT 1.2.4.8.)	35
9. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE SEGURIDAD	36
9.1. GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO (IT 1.3.4.1).....	36
9.1.1. CONDICIONES GENERALES	36
9.1.2. SALA DE MÁQUINAS	36
9.1.3. CHIMENEA	39
9.2. REDES DE TUBERÍAS (1.3.4.2.).....	40
9.2.1. CÁLCULO DIÁMETRO TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN	40
9.2.2. DIÁMETRO DE VACIADO	41

9.2.3. <i>CALCULO DISPOSITIVO DE EXPANSIÓN</i>	41
9.2.4. <i>DILATACIÓN</i>	42
9.2.5. <i>FILTRACIÓN</i>	42
9.3. REDES DE CONDUCTOS	42
9.4. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN	43
10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA. DESCRIPCIÓN	44
10.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR.....	44
10.1.1. <i>CUADROS GENERALES</i>	44
10.1.2. <i>LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIONES</i>	46
10.1.3. <i>RECEPTORES</i>	50
10.1.4. <i>LÍNEA DE PUESTA A TIERRA</i>	50
10.1.5. <i>RED DE EQUIPOTENCIALIDAD</i>	51

1. DATOS IDENTIFICATIVOS

ULTRACONGELADOS VIRTO, S.A. es una industria líder en su sector, con sede central en Azagra (Navarra) y factorías en varias localidades de España y en el extranjero. Se dedica a la distribución de frutas y verduras en fresco, tanto en el mercado nacional como internacional.

Dicha empresa pretende la construcción de una factoría industrial para fabricación de congelados vegetales en Funes (Navarra), en terrenos del Polígono Industrial Bodega Romana, manzana 2-1 de la U-2, sobre parcela de 141.387,76 m².



PLANO DE SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

Los datos del titular son los siguientes:

ULTRACONGELADOS VIRTO, S.A.

CIF: A31117618

Representación de la Empresa: D. Javier Virto Moreno.

POL. INDUSTRIAL PARCELA C (31560), AZAGRA (NAVARRA)

Telf.: 948 692 726

2. ANTECEDENTES

Se pretende definir las características de la instalación de calefacción, climatización y ventilación de las oficinas de la nueva fábrica de Ultracongelados Virto S.L., de acuerdo al Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de

Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) y sus instrucciones Técnicas Complementarias (I.T.) y al Real Decreto 314/2006 de 17 de Marzo, por el que se aprueba el CTE y el Documento básico HE, sobre el Ahorro Energético en los edificios.

3. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto consiste en definir las características técnicas y económicas de las Instalaciones Térmicas y de producción de ACS de las oficinas de la nueva planta de Ultracongelados Virto S.A., sita en el término de Funes.

Como la potencia térmica de calor y frío es superior a 70 Kw se requiere la realización de proyecto en cumplimiento del artículo 15 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.

El ámbito de aplicación de este proyecto consiste en definir el sistema de climatización, ventilación y producción de ACS más conveniente para las zonas de que es objeto este proyecto, teniendo en cuenta la normativa vigente, las necesidades de la propia instalación y las directrices de la propiedad.

La zona de que es objeto este proyecto consta de locales destinados a oficinas, un comedor, vestuarios masculinos y femeninos y el despacho médico.

4. LEGISLACIÓN APLICABLE EN VIGOR

✓ Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios según el RD 1027/2007, de 20 de julio.

✓ Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre por el que se modifica el RITE.

✓ Real Decreto 314, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

✓ Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

✓ Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifica el Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.

✓ Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

✓ Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

✓ Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (si le es de aplicación).

✓ RBT-2002 e Instrucciones Técnicas Complementarias.

✓ N.T.E.- I.E.B.- Baja tensión.

✓ Normas UNE de aplicación.

✓ Normativa autonómica de aplicación.

5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO

El edificio, de nueva construcción, se ubicará en el nuevo Polígono Industrial Bodega Romana, manzana 2-1 de la U-2.

Los locales que componen la zona la cual es objeto de este proyecto están situados en la esquina Sur de la parcela. Se trata, como ya se ha mencionado con anterioridad, de la zona de oficinas y vestuarios. En la fábrica se harán tres turnos de 60 personas cada uno, y en las oficinas tendrán un solo turno de 8 a 15 horas.

Las principales características constructivas, que más tarde nos servirán para calcular las necesidades térmicas de la instalación son las siguientes:

SOLERA

En planta baja, la cota de terminación de pavimento es la misma que la solera terminada de nave, rebajándose 8 cm. la solera de hormigón en esta zona para alojar los suelos cerámicos tanto en zona de vestuarios como de oficinas.

El espesor de esta solera es de 12 cm. de hormigón HA-25/P/20/IIa, s/EHE-98, sin aditivos, armadura mallazo Riosold-50 5.15.15 con separador, sobre 36 cm. de encache de todo-uno consolidado y compactado según Módulos de deformación indicados en planos de arquitectura, con interposición de lámina de POLIETILENO galga 400 y lámina de Fompex 5 mm.

FORJADO

Se proyecta forjado de chapa colaborante de 12 mm. de espesor, PL 76/383 de Aceralia y losa de hormigón de 100 mm. con armado D = 10, mallazo electrosoldado 5.20.30 y armadura de negativos.

FACHADAS

Se abrazan pilares por el exterior con muro de hormigón armado de 30 cm. de espesor de características iguales al de resto de nave desde cimentación hasta 0,90 m. sobre cota de pavimento en zona de muro cortina y hasta cota de 1,8 en vestuarios.

Sobre el muro continúa hasta coronación:

- Panel metálico de poliuretano de 50 mm. de espesor ACERALIA nervado, lacados a dos caras, en las que corresponden a vestuarios. Esta última se trasdosará al interior con pladur para alicatar.

- Muro cortina en zona de oficinas hasta cota 7,67 m. sobre pavimento y resto hasta coronación panel ACERALIA nervado de 50 mm. lacados a dos caras características iguales al de cubierta. La tipología de este muro cortina es inclinado, estructural de trama horizontal y vidriería doble CLIMALIT color azul.

La distribución de superficies es la siguiente:

- En la planta baja se encuentran los siguientes locales:

1. Oficinas. 82,5 m²
2. Comedor. 88.5 m²
3. Servicio Médico. 21,7 m²
4. Hall de entrada y recepción. 42 m²
5. Cuarto limpieza. 4 m²
6. Duchas y Aseos. 80 m²
7. Cuarto ropa sucia. 5 m²
8. Vestuarios hombres. 43 m²
9. Vestuarios mujeres. 75 m²
10. Pasillo. 64 m²

- Planta primera:

1. Oficinas. 35,8 m²

2. Despacho. 28,14 m²
3. Sala Reuniones. 34,62 m²
4. Aseos. 14 m²
5. Cuarto de limpieza. 2 m²
6. Sala C.P.D. 50 m²

A parte de estos locales, existe también una sala de calderas de vapor donde se encontrará también la caldera de gas encargada de la producción de calor, una sala de bombas donde se ubicarán los depósitos de inercia, las bombas y el cuadro eléctrico de climatización y por último en la cubierta de la nave se encontrarán ubicadas la enfriadora y el climatizador de aire primario.

La superficie útil total de las zonas a climatizar destinadas a ocupación humana es de 409,26 m².

6. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

A la hora de describir la instalación se describirá primeramente la instalación de climatización y ventilación, posteriormente la instalación ACS-Solar y para finalizar se comentará el sistema de control propuesto.

6.1. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN ZONA DE OFICINAS, VESTUARIOS Y COMEDOR

El sistema escogido para esta zona, después de comparar varios sistemas, es una red de fancoils a cuatro tubos, bitubular con producción de calor y frío en caldera y enfriadora. El aire primario se aportará desde un climatizador todo aire exterior con baterías de calor y frío para atemperar el aire.

La red de distribución del fluido caloportador, tanto de frío como de calor se hará mediante bombas que funcionarán a caudal constante. Cada elemento terminal tendrá una válvula de tres vías y una válvula de regulación estática para regular el caudal.

La caldera se ubicará en la *sala de calderas* de vapor a gas situada en la planta baja con un acceso desde el exterior y otro acceso desde el interior que está separado del resto del edificio por un pasillo que hace de vestíbulo. En esta sala se ubicará el cuadro eléctrico de la sala de calderas que albergará la protección de la caldera, además de los módulos correspondientes de control necesarios para comunicar los elementos de campo existentes en la misma sala y la propia caldera con el sistema central.

La enfriadora y el climatizador de aire exterior se ubicarán sobre bancada metálica en la cubierta junto a los colectores solares de producción de ACS.

Se habilitará una sala sobre el forjado de la planta primera y por debajo de la entrecubierta para alojar los depósitos de inercia, de ACS y Solar, colectores, intercambiadores y bombas, se le llamará *sala de bombas*. En esta sala se ubicará el cuadro general de climatización que albergará todas las protecciones de la instalación además de los elementos de control.

6.1.1. PRODUCCIÓN

La producción de calor se centraliza en una caldera de condensación a gas, situada en la sala de vapor, dicha caldera dará servicio a la instalación de calefacción y servirá de apoyo a la producción de ACS-Solar cuando la energía producida por los paneles sea insuficiente para calentar los depósitos.

El dimensionamiento de la caldera se ha realizado de forma que sea capaz de suministrar la potencia de cálculo de calefacción en las siguientes condiciones:

⇒ INVIERNO: ambiente exterior a $-1,8^{\circ}\text{C}_{\text{DB}}$ con agua a $55/45^{\circ}\text{C}$.

La caldera prevista es de las siguientes características:

- ❑ MARCA: HOVAL
- ❑ MODELO: ULTRAGAS 125
- ❑ POTENCIA NOMINAL CON GAS NATURAL Y AGUA A 80/60°: 25-112 KW
- ❑ POTENCIA NOMINAL CON GAS NATURAL Y AGUA A 40/30°: 28-123 KW
- ❑ PRESIÓN MAX./MIN.: 5/1 BAR
- ❑ TEMPERATURA MAX. SERVICIO 90 °C
- ❑ CONTENIDO EN AGUA 206 L
- ❑ RENDIMIENTO 40/30°: 109,6 %
- ❑ RENDIMIENTO 75/60°: 107,1 %
- ❑ PÉRDIDAS DE MANTENIMIENTO A 70°: 480 W
- ❑ EMISIONES:
 - OXIDOS DE NITRÓGENO 26 MG/KWH
 - MONÓXIDO DE CARBONO 3 MG/KWH
- ❑ DIMENSIONES: 1825 X 820 X 1334 MM. (ALTOXANCHOXLARGO)

- ❑ PESO: 383KG

Se trata de una caldera de última generación con un rendimiento óptimo en las condiciones más exigentes. Dispone de un quemador Pre Mix modulante con ventilador y venturi, ignición automática e ionización monitorizada.

Se incluye un cajón para neutralización de condensados para su tratamiento.

La distribución de la potencia calorífica de la caldera hasta cada uno de los equipos consumidores o unidades terminales se realizará mediante un circuito de caldera que trabajará sobre un colector desde el que daremos servicio a la red de ACS y fancoils. Cada circuito estará dotado de una bomba de circulación doble de rotor seco marca *SEDICAL* o similar.

La producción de frío se centraliza en una enfriadora aire-agua, situada en cubierta.

El dimensionamiento de la enfriadora se ha realizado de forma que sea capaz de suministrar la potencia de cálculo en las siguientes condiciones:

⇒ VERANO: ambiente exterior a $33,7^{\circ}\text{C}_{\text{DB}}$ y $20,9^{\circ}\text{C}_{\text{WB}}$ con agua a $7/12^{\circ}\text{C}$

La bomba de calor aire-agua prevista es de las siguientes características:

- ❑ MARCA: CARRIER
- ❑ MODELO: 30RA-100-B
- ❑ POTENCIA FRIGORÍFICA: 97 kW CON AGUA A $7/12^{\circ}\text{C}$ Y AMBIENTE EXTERIOR A 35°C
- ❑ TIPO DE COMPRESOR: HERMÉTICO DE SCROLL
- ❑ REFRIGERANTE: R407C
- ❑ NÚMERO DE COMPRESORES: 4
- ❑ NÚMERO DE CIRCUITOS: 2
- ❑ N° DE ETAPAS DE POTENCIA: 4
- ❑ POTENCIA SONORA: 89 dB(A)
- ❑ PRESIÓN SONORA: 57 dB(A) A 10 METROS DE DISTANCIA Y UN FACTOR DE DIRECCIONALIDAD DE 2
- ❑ CONSUMO: 38,3 kW
- ❑ DIMENSIONES: 2.325X2.200X6.105 MM. (ALTOXANCHOXLARGO)
- ❑ PESO NETO: 5.278 kg

Se trata de una enfriadora de última generación con un rendimiento óptimo en las condiciones más exigentes.

Para evitar las secuencias de arranques-paros de la bomba de calor que se producen cargas bajas se prevé la instalación de dos depósitos de inercia de 1500 litros de capacidad que permitirá prolongar estas secuencias más de cinco minutos lo que es suficiente para la máquina. Este depósito se situará en la sala de bombas en la entreplanta existente entre oficinas de la planta primera y cubierta.

La distribución de la potencia frigorífica de la enfriadora hasta cada uno de los equipos consumidores o unidades terminales se realizará mediante un único circuito hidráulico dotado de una bomba de circulación doble de rotor seco marca *SEDICAL* o similar.

Las máquinas de producción y las bombas se equiparán con manguitos antivibratorios con objeto de proteger la instalación de las vibraciones que éstas pudieran generar.

La red hidráulica, tanto del circuito de agua fría como del circuito de agua caliente, se realizará con tubería de acero negro estirado DIN2440 calidad St.33 calorifugada mediante coquilla de espuma elastomérica tipo KAIMÁN-FLEX o equivalente, de espesor adecuado conforme al RITE y protegida con chapa de aluminio de 0,6 mm. de espesor en los tramos que discurren por el exterior, tal y como especifica el pliego. Los tramos que discurren por el interior no llevarán acabado específico.

La instalación se completa con las válvulas de seguridad y vasos de expansión adecuados para la correcta protección de la misma, además de las válvulas de corte, equilibrado y filtros preceptivos.

6.1.2. UNIDADES TERMINALES

Para tratamiento de las cargas internas de los diferentes locales de la zona de oficinas, comedor y vestuarios se instalarán fancoils de agua a cuatro tubos en cada local a climatizar, serán todos del tipo cassette exceptuando los de recepción, oficinas planta baja y comedor que son fancoils de conductos con distribución de aire mediante conducto de lana de vidrio de alta densidad, revestido por aluminio (aluminio visto + malla de fibra de vidrio + kraft + velo de vidrio) por el exterior y con un tejido de vidrio negro por el interior tipo Climaver Neto. Se elige este conducto debido a sus excelentes condiciones de atenuación acústica. Los elementos de difusión serán difusores rotacionales con caja de regulación.

Las condiciones interiores a mantener dentro de las Oficinas con el sistema previsto serán las siguientes:

⇒ VERANO: $23 \div 25^{\circ}\text{C}_{\text{DB}}$; $45 \div 60\%_{\text{HR}}$; 45dB(A)

⇒ INVIERNO: $21 \div 23^{\circ}\text{C}_{\text{DB}}$; $40 \div 50\%_{\text{HR}}$; 45dB(A)

Cada despacho o local independiente dispone de los fancoils necesarios, los cuales están regulados mediante un regulador de control IRC con las funciones básicas: ON/OFF, velocidad ventilador, selector invierno/verano y un selector de temperatura $\pm 3^{\circ}\text{C}$ que actúa sobre la válvula de tres vías todo-nada.

6.1.3. AIRE EXTERIOR

Para el tratamiento de aire exterior de la zona de oficinas se instalará un climatizador todo aire exterior con baterías de calor y frío, recuperador de placas, secciones de filtración, sección de enfriamiento adiabático y un humectador para control de las condiciones termo-higrométricas de los locales.

Este climatizador se encuentra en cubierta sobre la zona de oficinas, al lado de la enfriadora.

El nivel de ventilación que se exige en esta zona de acuerdo con la UNE 13779 es el siguiente:

⇒ Oficinas y servicio médico: 12,05 l/s.persona

⇒ Comedor y vestuarios: 8 l/s.persona

Este climatizador impulsará un caudal de 5500 m³/h a una temperatura de 21°C en invierno y 24°C en verano.

Los ventiladores de impulsión y retorno dispondrán de variadores, ya que se divide la zona de oficinas en las siguientes cuatro zonas, dependiendo de su uso:

- Vestuarios
- Comedor
- Oficinas planta primera
- Oficinas planta baja, servicio médico y recepción.

En los conductos de impulsión y retorno de cada zona, se colocarán compuertas de regulación de caudal constante con servomotor todo-nada con funcionamiento según horario.

Los elementos de difusión, serán difusores lineales colocados en la cristalera de la zona de oficinas que ayudarán a tratar la radiación incidente sobre la cristalera, y rejillas en el resto de locales en impulsión y retorno.

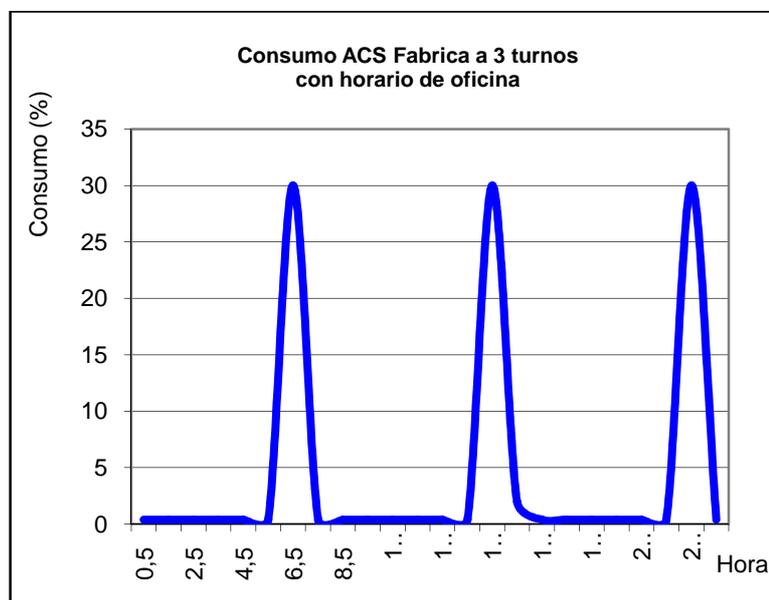
Para la extracción de los aseos y cuartos de limpieza, al ser el climatizador todo aire exterior se dimensionará el ventilador de retorno de tal manera que cubra el caudal de extracción de estos locales.

6.2. ACS-SOLAR

El objetivo principal de la instalación de ACS es que en cada punto de consumo, se disponga en cualquier momento del caudal necesario de agua caliente a la temperatura adecuada.

Únicamente se diseñará la producción y acumulación de ACS, e instalación solar ya que la distribución de fontanería interior hasta los puntos de consumo se encuentran ya realizados.

Se diseña una curva de consumo en previsión del uso para el cálculo de la demanda total de ACS y Solar. Se estima que habrá tres puntas de consumo principales de ACS que coincidirá con el cambio de turno. Habrá 60 personas en cada uno de los tres turnos diarios y no se parará en domingo. El consumo anual se supone constante.



Se utilizará como fuentes de energía, la energía solar térmica obtenida de los captadores instalados en cubierta, y la energía calorífica aportada por intercambiador desde calderas. Este intercambiador dispondrá de llaves de seccionamiento para su aislamiento de la instalación y válvulas de purga y vaciado.

Ya que la energía solar no es capaz de cubrir, en todo momento, las necesidades energéticas requeridas (porque se trata de una energía difusa e intermitente), es preciso disponer de una fuente de energía auxiliar si se desea asegurar la continuidad en la disponibilidad de ACS en los periodos sin sol, y especialmente en invierno.

Por tanto, la misma caldera empleada en la instalación de calefacción será el apoyo necesario (energía convencional) a la instalación solar. Por tanto, la potencia de la caldera será tal que pueda cubrir la carga térmica de la instalación de calefacción y las necesidades energéticas de ACS (100%).

Tal y como se ha mencionado antes, los colectores irán en la cubierta situados sobre una bancada metálica, las bombas y los depósitos estarán ubicados en la sala de bombas representados en el documento PLANOS del presente proyecto.

6.2.1. ENERGÍA CONVENCIONAL

La solución adoptada para la obtención de agua caliente sanitaria es una instalación colectiva del tipo semi-acumulación que empleará como sistema de preparación un depósito acumulador de 750 litros construido en acero inoxidable, aislado en poliuretano y boca “paso hombre”, para limpieza e inspección.

El agua del depósito de energía solar entra directamente en el depósito de A.C.S. a temperatura apta para su uso cuando la radiación solar es suficiente, y en los meses de baja radiación solar entrará precalentada, y la caldera funcionará con prioridad para el A.C.S. elevándola hasta la temperatura adecuada, por medio del intercambiador de placas. De esta manera el consumo de combustible para la producción de A.C.S. se reduce considerablemente.

La capacidad del depósito acumulador de A.C.S. se calcula en previsión de consumos punta, con vaso de expansión cerrado y con tubería de retorno para recirculación del agua caliente mediante grupo electrobomba, a fin de conseguir una respuesta inmediata en los puntos de consumo.

Con este sistema se consiguen grandes caudales puntuales de A.C.S. reduciendo la potencia calorífica, en relación a la necesaria en el caso de que la producción fuese instantánea a la temperatura de utilización.

6.2.2. ENERGÍA SOLAR

Las instalaciones térmicas destinadas a la producción de agua caliente sanitaria cumplirán con la exigencia fijada en la sección del HE 4 “Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria”, del Código Técnico de la Edificación. El cálculo de la instalación solar se encuentra detallado en el documento CALCULOS, adjunto en el proyecto.

Se ha dotado la instalación de paneles solares térmicos de manera que se cubre el 50% de la demanda de energía necesaria para la producción de A.C.S.

6.2.2.1. SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR

Los sistemas de captación y aprovechamiento solar son aquellos dispositivos destinados a convertir la energía proveniente del sol en energía útil. El colector solar es el elemento principal de una instalación solar. Éste se encarga de captar la radiación solar incidente y transformarla en calor, que se cede al fluido caloportador.

En cumplimiento de la norma DB-HE4, Contribución solar mínima, del CTE, la principal fuente de energía para la preparación del A.C.S. será la energía solar, captada por 8 colectores solares planos, de alta eficiencia marca WAGNER & CO EURO mod. C20 AR en orientación vertical, montado en baterías de 2 colectores, dispuestos en la cubierta del edificio, y con las siguientes características técnicas:

- Dimensiones:	2.151x1.215x110 (mm)
- Superficie bruta:	2,6 m ²
- Superficie útil:	2,4 m ²
- Peso:	48 Kg.
- Rendimiento:	85,4 %
- Producción normalizada:	546 KWh /m ² a
- Conexión hidráulica:	½" rosca macho para junta plana.
- Contenido Agua:	1,2 l
- Factor de ganancia:	0,85
- Factor de pérdidas:	3,37
- Material asilamiento:	Fibra de vidrio
- Orientación horizontal:	45°

La radiación solar en los colectores es captada por un fluido caloportador a base de agua y glicol para evitar heladas. El fluido caloportador circula por un circuito cerrado gracias a una bomba de impulsión, haciéndolo pasar por un intercambiador de placas, cediendo así el calor al agua de la red, de esta manera el A.C.S. y el fluido caloportador no estarán nunca en contacto físico.

El agua de la red previamente calentada, se almacena en un depósito de 1.500 l. Este depósito a su vez estará conectado directamente con el sistema convencional de producción de A.C.S. centralizada.

El sistema de captación solar se regular por medio de una centralita, que pone en marcha la instalación cuando los sensores detectan que hay radiación solar suficiente.

6.2.2.2. ELEMENTO DE SEGURIDAD

En el circuito de retorno de la instalación solar, se instalará un aerotermo mural, como elemento de seguridad para la disipación de calor en el circuito solar en caso de que se alcancen temperaturas excesivamente elevadas para el correcto funcionamiento de la instalación.

Un termostato, medirá la temperatura del fluido en el circuito de retorno del sistema solar, de forma que cuando sobrepase la temperatura previamente regulada, se mandará señal a la válvula de tres vías del aerotermo para que envíe el fluido a dicho aparato y se disipe el calor del fluido a la atmosfera.

Conviene instalar este tipo de elementos, dado que si la instalación sigue funcionando con temperaturas de trabajo demasiado elevadas se producen deterioros en las tuberías, captadores, así como del líquido caloportador, mezcla de agua y glicoles, puesto que comienza a vaporizar perdiendo sus propiedades.

6.2.3. REDES DE DISTRIBUCIÓN

La instalación del secundario se realizará con tubería acero inoxidable AISI 316 aislada, y hasta los puntos de consumo será en Polipropileno de uso sanitario y preparado para temperaturas de 80°C.

Se dispone de un circuito de recirculación que retorna de todos y cada uno de los puntos de consumo, dicha tubería de retorno se realizará con tubería acero inoxidable AISI 316 y polipropileno aislada, al igual que la tubería de impulsión.

El primario de ACS se realizará en acero negro sin soldadura DIN 2440 y el primario de solar se realizará con tubería de cobre estirado en frío según UNE 37141 y 37145, con uniones soldadas mediante soldadura fuerte rica en plata.

La instalación, además de las bombas de primario y secundario de ACS y Solar y las de recirculación, dispone de una bomba entre el depósito de ACS y Solar, cuya función es realizar transvases del depósito de Solar al depósito de ACS controlado por el sistema central que tiene en cuenta las temperaturas de ambos depósitos, de tal manera que cuando el depósito solar está por encima de la temperatura del depósito de ACS esta bomba es activada para aprovechar al máximo el volumen de acumulación y conseguir que la caldera funcione lo mínimo posible. Esta bomba puede ser utilizada también para realizar un choque térmico antilegionela en caso de ser necesario.

Se dispone de filtros, purgas y vaciados en todos los puntos altos así como en los fondos de las columnas montantes.

La tubería de retorno dispone de dos bombas en paralelo con rodete de bronce.

6.3. CONTROL DE LAS INSTALACIONES

El control y supervisión de edificios e instalaciones solo es posible con un sistema de gestión desde el que poder tener el control del edificio en una pantalla de ordenador. La automatización de las diferentes instalaciones y equipos harán que el edificio funcione de una forma óptima, obteniendo de él los resultados para los que fue proyectado y permitiendo una óptima explotación de la misma, extrayendo los datos necesarios para el análisis del funcionamiento.

Se propone un control centralizado en un puesto central en la propia instalación, la gestión de los datos y el acceso a las gráficas se hará vía web mediante el sistema Excel 5000 de Honeywell o similar.

El Excel 5000 es la arquitectura que permite gestionar de forma integrada las instalaciones presentes en los edificios, teniéndolas todas bajo la tutela de un único sistema que:

- permita la supervisión, la automatización y el control específico de cada una de ellas.
- posibilite el intercambio de todo tipo de informaciones y actuaciones entre instalaciones, aprovechando siempre la infraestructura de comunicaciones propia del sistema.

Este sistema de control permitirá trabajar con todos los parámetros que intervienen en el funcionamiento y regulación del circuito, que entre otros, pueden ser los siguientes:

- control manual / automático
- información del estado actual
- información de las horas de funcionamiento
- horario de funcionamiento
- información de la temperatura de impulsión
- información de la apertura de la válvula de tres vías
- temperatura ambiente con máximo y mínimo histórico
- alarmas por temperatura máx. y mín.

- control de la temperatura de retorno a caldera
- control antihielo
- control anticondensación
- alarma por desviación de la temperatura de impulsión respecto a la consigna calculada.

Todos estos parámetros e información permiten realizar un completo análisis del funcionamiento del circuito, subsistema o sistema general, conociendo en todo momento cómo se comporta; pudiendo modificar o adaptar dicho funcionamiento sin tener que desplazarse hasta cada uno de los equipos y observando la reacción del circuito a estos cambios.

6.3.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La instalación consta de una caldera, una enfriadora, un climatizador, fancoils, depósitos de inercia, ACS y Solar, bombas circuladoras, intercambiadores, elementos de campo, etc., de las que se detalla el funcionamiento de cada uno en las líneas siguientes.

6.3.1.1. PRODUCCION CALOR:

La producción de calor consistirá en 1 caldera de condensación modulante que se habilitará siempre que haya demanda del circuito de calor o ACS. Antes del encendido de la caldera se deberá activar su bomba del circuito primario de caldera y una vez se recoja su estado de funcionamiento se podrá habilitar el funcionamiento de la caldera.

Como medidas de seguridad para asegurar el flujo continuo se instalará un flujostato que en caso de que de señal de apagado, la caldera se apagará automáticamente. Para evitar que el circuito se quede sin agua por alguna fuga se colocará un presostato de mínima que avisará al sistema central en caso caída de presión, parando la caldera en este caso.

Una vez el sistema haya arrancado la bomba de caldera, se procederá a arrancar el quemador de la misma. Para ello se tendrán que dar las condiciones siguientes: que haya flujo por la caldera y que la temperatura de impulsión de la caldera esté por debajo de la temperatura de consigna del circuito de la caldera.

Se realizará un control ON-OFF del encendido de la caldera con objeto de controlar la temperatura máxima alcanzada por la llama del quemador en función de la temperatura de impulsión de la propia caldera, modulando la llama en función de una temperatura fija consignable.

La temperatura de impulsión de caldera variará según la demanda. Al utilizar la caldera para dos servicios con consigna de temperatura diferente funcionará con diferentes temperaturas de impulsión. Si tan solo está funcionando la red de fancoils-climatizador la

temperatura de consigna de impulsión de la caldera será de 55°C, que es la temperatura de impulsión a la cual se han calculado los fancoils y el climatizador, de esta manera aumentará el rendimiento estacional de la caldera considerablemente al ser de condensación. Si por el contrario hay demanda de ACS, la consigna de temperatura de impulsión de caldera será de 80 °C. Si ambos servicios coinciden se le dará prioridad al ACS y se impulsará a 80°C, los 55°C de la red de fancoils los conseguiremos mediante la válvula de tres vías instalada entre la impulsión y retorno de este circuito.

La bomba de caldera funcionará siempre que deba arrancar la caldera, realizándose una rotación de prioridad, y arrancando la bomba prioritaria con la demanda de caldera. Dicha rotación se realizará alternativamente con un tiempo de rotación de las mismas en función del tiempo de funcionamiento y en caso de avería de una de las dos bombas automáticamente entrará la de reserva. Esta avería se generará en caso de no recibir su estado de funcionamiento.

Se recogerá el estado de funcionamiento de la caldera con objeto de generar una alarma en caso de que demande arrancar y no se reciba su estado correspondiente durante un tiempo de unos 2 o 3 min. También se recogerá una alarma de bloqueo de quemador de caldera con objeto de generar una alarma en el sistema.

En caso de recibirse alarma de la centralita de gas se procederá automáticamente a deshabilitar el orden de marcha del quemador de la caldera, no volviéndolo a habilitar hasta que dicha señal de alarma desaparezca.

Así mismo se recogerá la temperatura de humos de la caldera con objeto de registrar la misma y generar una alarma en caso de que dicha temperatura sobrepase una temperatura máxima consignable en pantalla, y también la lectura del contaje de volumen de gas consumido.

6.3.1.2. PRODUCCION FRIO:

La producción de frío consiste en una enfriadora, que deberá mantener una temperatura fija en el circuito de frío siempre que haya demanda horaria de las climatizadoras o fancoils.

Antes de la habilitación de la enfriadora se deberá activar su bomba prioritaria y una vez se recoja su estado de funcionamiento y estado de flujo en el flujostato en su tubería se podrá habilitar el funcionamiento de la máquina.

Las bombas funcionarán siempre que deba arrancar la enfriadora, realizándose una rotación de prioridad, y arrancando la bomba prioritaria con la demanda de enfriadora. Dicha rotación se realizará alternativamente con un tiempo de rotación de las mismas en función del tiempo de funcionamiento, y en caso de avería de una de las dos bombas

automáticamente entrara la de reserva. Esta avería se generará en caso de no recibir su estado de funcionamiento.

Se recogerá el estado de funcionamiento de la enfriadora con objeto de generar una alarma en caso de que demande arrancar y no se reciba su estado correspondiente durante un tiempo de unos 2 o 3 min. También se recogerá una alarma interna de la misma con objeto de generar una alarma en el sistema.

Se recogerán y registrarán las sondas de esta parte de la instalación a modo informativo.

Se recogerá el estado del presostato del circuito de AF con objeto de que en caso de bajada de presión (desactivación señal) se paren todos los elementos asociados automática e inmediatamente.

6.3.1.3. FANCOILS

Como se ha comentado antes, el circuito de fancoils y climatizador tiene una válvula de tres vías de mezcla que regula la temperatura de impulsión a 55°C.

Cada zona de fancoils dispone de un regulador de control IRC (Integrated Room controller) con las funciones básicas: ON/OFF, velocidad ventilador, selector invierno/verano y un selector de temperatura $\pm 3^\circ\text{C}$ que actúa sobre la válvula de tres vías todo-nada.

Este IRC está conectado vía bus con el sistema central para poder reflejar los datos en las gráficas de cada zona.

6.3.1.4. CLIMATIZADORA AIRE PRIMARIO

Se habilitará el funcionamiento de la climatizadora en función de una autorización de la misma y de un horario de funcionamiento, dando orden de marcha a los ventiladores de impulsión y extracción.

Se realizará un control de temperatura de impulsión que se mantendrá entre una temperatura máxima y mínima consignables, en función de la temperatura de entrada de aire exterior de la máquina (función proporcional). Para conseguir esta temperatura de consigna de impulsión se actuará sobre las válvulas de calor o frío en función de las necesidades de calor o frío del sistema.

En el caso del control de humectación se actuará sobre la modulación del humectador exterior de la climatizadora mediante un control PID en función de la humedad relativa de retorno con objeto de mantener una humedad mínima en el local. Se generará una alarma en el sistema siempre y cuando se ordene el accionamiento del

humectador y no se recoja su estado de funcionamiento, o se reciba señal de alarma del mismo.

En caso de que la instalación tenga demanda de enfriamiento, se procederá a activar la bomba del panel adiabático con objeto de enfriar la temperatura de extracción que a su vez enfriará la temperatura de impulsión en el recuperador de placas. Este proceso se controlará mediante una secuencia ON-OFF en función de la temperatura y la consigna calculada de impulsión. En caso de no poder conseguir la temperatura de impulsión consignada en un cierto tiempo (consignable) se procederá a activar el control de enfriamiento mediante la válvula de la batería de frío.

Se generará una alarma siempre y cuando se ordene el accionamiento de los ventiladores de la climatizadora y no se recoja su estado de funcionamiento, tanto del estado del variador como del presostato del ventilador, o se reciba alarma de los variadores de los ventiladores. En este caso se pararán los procesos de calor, frío o humectación hasta que se pongan en marcha los ventiladores de la climatizadora.

Se recogerá el estado de los presostatos de filtros de la climatizadora con objeto de que en caso de activación del mismo se genere una alarma para el aviso del cambio de los mismos.

Se realizará un control de presión diferencial entre el conducto de impulsión y el exterior modulando el variador del ventilador de impulsión de la climatizadora en función de dicha lectura y del PID de control correspondiente, con objeto de asegurar la presión diferencial nominal en el conducto de impulsión. De la misma forma se actuará sobre el variador del ventilador de extracción en función de la sonda de presión diferencial del conducto de extracción y la consigna de presión diferencial nominal en extracción.

6.3.1.5. COMPUERTAS DISTRIBUCION AIRE

Se realizará un accionamiento de las distintas compuertas en función de una autorización individual de cada circuito y un horario por zona, con objeto de independizar zonas en los distintos horarios de trabajo del edificio.

6.3.1.6. ACS/SOLAR

La producción de ACS consta de un depósito de 750 litros que tendrá dos sondas, una en la parte inferior y otra en la parte superior.

Las bombas de primario y secundario de ACS recibirán la señal de ON cuando la sonda inferior del depósito de ACS descienda por debajo de 50°C, y recibirán la señal de OFF cuando la sonda superior del depósito ACS supere los 60°C.

La válvula de tres vías colocada en el primario de ACS se regulará proporcionalmente buscando la temperatura de 60°C en el secundario de ACS.

La válvula mezcladora de ACS recibirá la consigna de impulsar a 55°C, dicha señal la recibirá de la sonda que se coloca aguas abajo, tal y como indica el esquema de principio facilitado en el documento PLANOS.

La regulación del sistema Solar se hará mediante un control diferencial que comparará dos temperaturas, la temperatura del depósito Solar con la temperatura a la salida de los captadores. Las bombas de primario y secundario Solar se pondrán en marcha cuando la diferencia sea mayor de 7°C, y recibirán la orden de paro cuando la diferencia sea menor de 2°C.

Como limitación de temperatura, cuando el depósito de Solar llegue a 85°C las bombas pararán por seguridad. Cuando baje otra vez a 80°C, si las condiciones son óptimas volverán a entrar en marcha.

Si la temperatura del primario sigue subiendo hasta 90°C (medidos en la sonda de colectores) la bomba de primario se pondrá en marcha y cuando la sonda de seguridad colocada después del intercambiador llegue a 90°C activará la válvula de tres vías todo-nada del aerotermo que entrará en marcha y disipará el calor sobrante.

Respecto a la bomba de trasiego existente entre el depósito de ACS y el depósito Solar, esta entrará en funcionamiento cuando la temperatura del depósito de ACS sea inferior en 5°C a la temperatura del depósito Solar.

6.3.1.7. CONTROL ANTIHIELO:

Se realizará un control antihielo ON-OFF 2/3 °C en función de la temperatura exterior con objeto de evitar congelaciones de los diversos elementos del sistema que se encuentren a la intemperie. Cuando este control esté activo se deberán poner en marcha los distintos elementos que estén en contacto con agua abriendo un % la válvulas de la climatizadora y arrancando alguna bomba de los diferentes circuitos de agua, sin arrancar los elementos de producción de frío ni calor excepto cuando se encuentre dentro de horario y se den las condiciones optimas.

7. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

7.1. CALIDAD TÉRMICA. CONDICIONES DE DISEÑO (IT 1.1.4.1.)

Temperatura operativa y humedad relativa

Se han escogido las condiciones interiores de diseño en base a los siguientes parámetros:

Actividad metabólica: 1,2 met

Grado de vestimenta en verano: 0,5 clo

Grado de vestimenta en invierno: 1 clo

PPD: entre 10% y 15%

En base a esto los valores de la temperatura operativa y la humedad relativa serán:

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

Velocidad media del aire

En base a las temperaturas de diseño y a la utilización de un sistema de difusión por mezcla, la velocidad media admisible en las zonas ocupadas no sobrepasará de los siguientes límites:

Verano: $V < (23/100) - 0,07 = 0,16$ m/sg

Invierno: $V < (21/100) - 0,07 = 0,14$ m/sg

7.2. CALIDAD DEL AIRE. CLASIFICACIÓN AIRE INTERIOR (IDA), CLASIFICACIÓN CALIDAD DEL AIRE (ODA), CLASIFICACIÓN AIRE DE EXTRACCIÓN (AE) (IT 1.1.4.2.)

Para la instalación que nos ocupa, se diferencian varios locales según su uso, como son oficinas, comedores, vestuarios y aseos.

Oficinas

La calidad de aire interior se clasifica dentro de la categoría **IDA 2** (aire de buena calidad), que corresponde a un caudal mínimo de aporte de aire exterior de 12,5 dm³/s. por persona.

El nivel de filtración corresponde a un nivel de calidad de aire exterior tipo **ODA 2**, por lo tanto se deberá poner como filtro final un F8.

Se emplearán prefiltros para mantener limpios los componentes interiores de las unidades de tratamiento de aire, colocados a la entrada de aire exterior y retorno.

El aire de extracción de las oficinas es de clase **AE 1**.

Comedores y vestuarios

La calidad de aire interior se clasifica dentro de la categoría **IDA 3** (aire de calidad media), que corresponde a un caudal mínimo de aporte de aire exterior de 8 dm³/s. por persona.

El nivel de filtración corresponde a un nivel de calidad de aire exterior tipo **ODA 2**, por lo tanto se deberá poner como filtro final un F7.

Se emplearán prefiltros para mantener limpios los componentes interiores de las unidades de tratamiento de aire, colocados a la entrada de aire exterior y retorno.

El aire de extracción de comedores y vestuarios es de clase **AE 2**.

Aseos

La clasificación del aire extraído es de clase **AE 3**.

Se realiza una extracción localizada a cada retrete en cumplimiento de la UNE 13779 de 20 m³/h.

Cuando la extracción no sea localizada el valor de aire extraído a aplicar será de 7,2 m³/h por m².

7.3. EXIGENCIA DE HIGIENE (1.1.4.3.)

La preparación de agua caliente para uso sanitario cumplirá con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis.

La instalación de Agua caliente sanitaria prevista es del tipo “semi-acumulación”, dispone de un depósito vertical y cerrado de acumulación de 750 l. cada uno construidos en acero inoxidable, asilado en poliuretano y boca “paso hombre”, para limpieza e inspección.

Se dispone de un intercambiador de calor de placas, para la posible intervención en el depósito sin la parada técnica de la instalación. Este intercambiador dispondrá de llaves de seccionamiento para su aislamiento de la instalación y válvulas de purga y vaciado.

La instalación se realizará con tubería acero inoxidable AISI 306 y aislada para producción, y hasta los puntos de consumo será en Polipropileno de uso sanitario y preparado para temperaturas de 80°C.

Se dispone de un circuito de retorno que retorna de todos y cada uno de los puntos de consumo, dicha tubería de retorno se realizará con tubería acero inoxidable AISI 306 y polipropileno aislada, al igual que la tubería de impulsión.

Se dispone de filtros, purgas y vaciados en todos los puntos altos así como en los fondos de las columnas montantes.

La tubería de retorno dispone de dos bombas con rodete de bronce.

La temperatura mínima de acumulación será de 60°C, el sistema permite alcanzar la temperatura de 70°C para efectuar el choque térmico.

Las tuberías de agua fría y caliente discurrirán separadas un mínimo de 5 cms., ambas aisladas según RITE.

Se dispondrá de válvulas de retención, en la impulsión del agua caliente sanitaria, así como en el retorno.

Para mantener la humedad de la zona de oficinas se instala un humectador con lanza de vapor en la impulsión del climatizador todo aire exterior, el agua de aportación tendrá calidad sanitaria proveniente de la red general de AFS de la fábrica.

En el climatizador se instalará un humectador adiabático cuyo aporte de agua también será proveniente de la red de AFS.

Se facilitará el acceso al interior de los conductos para su limpieza e inspección mediante registros, rejillas o mediante el desmontaje del propio conducto. El falso techo será del tipo modular por lo que los conductos serán registrables.

7.4. EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE ACÚSTICO. (1.1.4.4.)

La instalación cumplirá la exigencia del documento BD-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la edificación.

Las medidas de protección contra el ruido previstas son:

Caldera y enfriadora:

- Se instalarán sobre soportes antivibratorios.
- Su unión a la red de tuberías se efectuará mediante manguitos antivibratorios.

Climatizador:

- Apoyo del climatizador sobre soportes antivibratorios.
- Las uniones entre las distintas tomas del climatizador y los conductos se efectuará mediante lona antivibratoria.
- Utilización de material fonoabsorbente en los primeros tramos de conductos tanto de impulsión como de retorno.

Bombas circuladoras:

- Su unión a la red de tuberías se efectuará mediante manguitos antivibratorios.

Fancoils de agua:

- Su unión a la red de tuberías se efectuará mediante latiguillos flexibles en el caso de los fancoils.
- Se anclarán al techo con soportes antivibratorios.

-A la hora de elegir los fancoils se tiene en cuenta mantener el límite de 45 dBA en la zona ocupada.

8. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

8.1. GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO (IT 1.2.4.1)

La potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío que utilicen energías convencionales se ajustará a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas, considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de los fluidos.

En el procedimiento de análisis de cálculo de cargas se ha tenido en cuenta las distintas cargas al variar la hora del día y el mes del año, para hallar la carga máxima simultánea, así como las cargas parciales y mínimas.

Cuando se interrumpa el funcionamiento de un generador, deberá interrumpirse también el funcionamiento de los equipos accesorios directamente relacionados con el mismo, salvo aquellos que, por razones de seguridad o explotación, lo requiriesen. Para ello, la circulación del agua por cada equipo está a cargo de bombas circuladoras específicas que se detendrán cuando este quede fuera de servicio.

En este caso hay servicio de calor y de frío.

8.1.1. GENERACIÓN DE CALOR

Se instalará una caldera de condensación a gas, de la marca Hoval o similar, con cámara de combustión en acero inoxidable y aislamiento térmico en lana mineral para dar servicio a la zona de oficinas.

La potencia demandada por la instalación de calefacción en la zona de oficinas es de 79,1 Kw.

La potencia demanda por el sistema de ACS con semi-acumulación es de 16,4 Kw.

Dando una potencia total de 95,5 Kw.

La caldera elegida tiene las siguientes características:

- Potencia nominal con gas natural y agua a 80/60° →15-112 kW

- Potencia nominal con gas natural y agua a 40/30° → 17-123 kW
- Rendimiento 40/30° → 109,6 %
- Rendimiento 75/60° → 107,1 %

8.1.1.1. FRACCIONAMIENTO DE POTENCIA

Para la instalación de ACS se calcula que la potencia demandada será de 16,4 Kw, que será superior al primer escalón de modulación del quemador. Por lo que se podrá usar un único generador de calor.

8.1.1.2. REGULACIÓN DE QUEMADORES

La caldera dispondrá de un quemador Pre-mix modulante, con ventilador y venturi, ignición automática e ionización monitorizada.

8.1.2. GENERACIÓN DE FRÍO

Se instala una enfriadora para la zona de oficinas aire-agua de la marca Carrier o similar, de una potencia de 97 Kw para 35°C exteriores y producción de agua 7-12°C (condiciones Eurovent), con compresores Scroll, ventiladores axiales de dos velocidades y bajo nivel sonoro.

La potencia demandada por la instalación de frío es de 93,3 Kw.

Esta enfriadora tiene una parcialización mínima del 25%, un EER de 2,5 y un ESEER de 3,44.

En el circuito hidráulico se instalan dos depósitos de inercia de 1500 litros para mejorar la eficiencia de la instalación y alargar la vida útil de la enfriadora.

8.2. REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS (IT 1.2.4.2)

8.2.1. AISLAMIENTO TÉRMICO DE TUBERÍAS

Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran, o con una temperatura mayor que 40°C cuando estén instalados en locales no calefactados.

Cuando las tuberías o los equipos estén instalados en el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la

intemperie. En la realización de la estanqueidad de las juntas se evitará el paso del agua de lluvia.

En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en general las que el fluido caloportador es agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta.

En el procedimiento simplificado, que es el que se va a utilizar en el proyecto, los espesores mínimos de aislamiento térmicos, expresados en mm., en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red y para un material con conductividad térmica de referencia a 10°C de 0,040 W/(m °K) deben ser los indicados en las tablas 1.2.4.2.1 a 1.2.4.2.4.

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	25	25	30
35 < D ≤ 60	30	30	40
60 < D ≤ 90	30	30	40
90 < D ≤ 140	30	40	50
140 < D	35	40	50

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
D ≤ 35	35	35	40
35 < D ≤ 60	40	40	50
60 < D ≤ 90	40	40	50
90 < D ≤ 140	40	50	60
140 < D	45	50	60

Tabla 1.2.4.2.3: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
D ≤ 35	30	20	20
35 < D ≤ 60	40	30	20
60 < D ≤ 90	40	30	30
90 < D ≤ 140	50	40	30
140 < D	50	40	30

Tabla 1.2.4.2.4: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
D ≤ 35	50	40	40
35 < D ≤ 60	60	50	40
60 < D ≤ 90	60	50	50
90 < D ≤ 140	70	60	50
140 < D	70	60	50

8.2.2. AISLAMIENTO TÉRMICO Y ESTANQUEIDAD EN CONDUCTOS

Los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire dispondrán de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4% de la potencia que transportan y siempre que sea suficiente para evitar condensaciones.

En el caso que nos ocupa, se va a proceder a instalar un climatizador todo aire-exterior para cubrir la exigencia de aporte de aire exterior. Por lo que el aire impulsado estará a la temperatura de los locales calefactados, por lo que no será necesario aislar los conductos al paso de estos locales. Cuando el conducto transcurra por locales no calefactados o por el exterior se aislará adecuadamente.

Las redes de retorno se aislarán cuando discurren por el exterior del edificio y, en interiores, cuando el aire esté a temperatura menor que la de rocío del ambiente o cuando el conducto pase a través de locales no acondicionados.

Cuando los conductos estén instalados al exterior, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie. Se prestará especial cuidado en la realización de la estanqueidad de las juntas al paso del agua de lluvia.

La estanqueidad de las redes de conductos se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$f = c * p^{0.65}$$

en la que:

f representa las fugas de aire, en dm³/(s m²)

p es la presión estática, en Pa

c es un coeficiente que define la clase de estanqueidad (tabla 2.4.2.6)

Tabla 2.4.2.6 Clases de estanqueidad

Clase	Coeficiente c
A	0,027
B	0,009
C	0,003
D	0,001

En este caso, en que la clase de estanqueidad es B, y la presión estática varía entre 250 y 400 Pa, resultan unos valores de f entre 0,33 y 0,44 dm³/(s m²).

8.3. CONTROL DE LAS INSTALACIONES (IT 1.2.4.3)

Todas las instalaciones térmicas estarán dotadas de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica.

El control y supervisión de edificios e instalaciones solo es posible con un sistema de gestión desde el que poder tener el control del edificio en una pantalla de ordenador. La automatización de las diferentes instalaciones y equipos harán que el edificio funcione de una forma óptima, obteniendo de él los resultados para los que fue proyectado y permitiendo una óptima explotación de la misma, extrayendo los datos necesarios para el análisis del funcionamiento.

La regulación automática de la temperatura en los locales estará a cargo de un sistema controlado desde un puesto central en la propia instalación, la gestión de los datos y el acceso a las gráficas se hará vía web mediante el sistema Excel 5000 de Honeywell o similar.

El Excel 5000 es la arquitectura que permite gestionar de forma integrada las instalaciones presentes en los edificios, teniéndolas todas bajo la tutela de un único sistema que:

- permita la supervisión, la automatización y el control específico de cada una de ellas.
- posibilite el intercambio de todo tipo de informaciones y actuaciones entre instalaciones, aprovechando siempre la infraestructura de comunicaciones propia del sistema.

Este sistema de control permitirá trabajar con todos los parámetros que intervienen en el funcionamiento y regulación del circuito, que entre otros, pueden ser los siguientes:

- control manual / automático
- información del estado actual
- información de las horas de funcionamiento
- horario de funcionamiento
- información de la temperatura de impulsión
- información de la apertura de la válvula de tres vías
- temperatura ambiente con máximo y mínimo histórico
- alarmas por temperatura máx. y mín.
- control de la temperatura de retorno a caldera
- control antihielo
- control anticondensación
- alarma por desviación de la temperatura de impulsión respecto a la consigna calculada.

Todos estos parámetros e información permiten realizar un completo análisis del funcionamiento del circuito, subsistema o sistema general, conociendo en todo momento cómo se comporta; pudiendo modificar o adaptar dicho funcionamiento sin tener que desplazarse hasta cada uno de los equipos y observando la reacción del circuito a estos cambios.

8.3.1. CONTROL DE LAS CONDICIONES TERMO-HIGROMÉTRICAS

Siguiendo los criterios de la IT 1.2.4.3.2 y siguiendo los criterios de clasificación de la tabla 2.4.3.1 esta instalación se clasifica en **THM-C4**, ya que se realiza un control sobre la temperatura del fluido portador frío y caliente en función de la temperatura exterior, además de realizar un control sobre la humedad relativa del aire de renovación.

Tabla 2.4.3.1 Control de las condiciones termohigrométricas

Categoría	Ventilación	Calentamiento	Refrigeración	Humidificación	Deshumidificación
THM-C 0	×	-	-	-	-
THM-C 1	×	×	-	-	-
THM-C 2	×	×	-	×	-
THM-C 3	×	×	×	-	(×)
THM-C 4	×	×	×	×	(×)
THM-C 5	×	×	×	×	×

Notas:

- no influenciado por el sistema

X controlado por el sistema y garantizado en el local

(X) afectado por el sistema pero no controlado en el local

8.3.2. CONTROL DE LA CALIDAD DE AIRE INTERIOR

En la instalación objeto de este proyecto la categoría del control de la calidad de aire interior corresponde a un **IDA-C3**, tal y como se puede observar en la tabla 2.4.3.2.

Tabla 2.4.3.2 Control de la calidad del aire interior

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1		El sistema funciona continuamente
IDA-C2	Control manual	El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor
IDA-C3	Control por tiempo	El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario
IDA-C4	Control por presencia	El sistema funciona por una señal de presencia (encendido de luces, infrarrojos, etc.)
IDA-C5	Control por ocupación	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior (CO2 o VOCs)

8.3.3. CONTROL DE INSTALACIONES CENTRALIZADAS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

La instalación de ACS dispone como mínimo de los siguientes equipamientos:

- Control de la temperatura de acumulación.

- Control de la temperatura del agua en el punto hidráulicamente más lejano.
- Control para efectuar el tratamiento de choque térmico.
- Control de funcionamiento de tipo diferencial en la circulación forzada del primario de las instalaciones de energía solar térmica.
- Control de seguridad para los usuarios.

8.4. CONTABILIZACIÓN DE CONSUMO (IT 1.2.4.4)

Las instalaciones térmicas de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, en régimen de refrigeración o calefacción, como es este caso, dispondrán de dispositivos que permita efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica, de forma separada del consumo debido a otros usos del resto del edificio.

La instalación dispondrá de contador eléctrico y contador de gas.

8.5. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA. (IT 1.2.4.5)

Se dispondrá de un climatizador para la zona de oficinas todo-aire exterior con recuperador de placas de una eficiencia mínima de 55% y una pérdida de carga máxima de 200 Pa correspondiente a los 5500 m³/h y horas de funcionamiento >6.000 tal y como se puede comprobar en la tabla 2.4.5.1. También dispondrá de sección de enfriamiento adiabático sobre el lado de aire extraído.

Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m3/s)									
	> 0,5...1,5		> 1,5...3,0		> 3,0...6,0		> 6,0...12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000...4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000...6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

8.6. APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES. JUSTIFICACIÓN DB-HE4 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA (IT 1.2.4.6)

En los edificios nuevos, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar, adecuada a la radiación global de su emplazamiento y la demanda total de agua caliente del edificio.

Las instalaciones térmicas destinadas a la producción de agua caliente sanitaria cumplirán con la exigencia fijada en la sección del HE 4 “Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria”, del Código Técnico de la Edificación. El cálculo de la instalación solar se encuentra detallado en el documento CALCULOS, adjunto en el proyecto.

Se ha dotado a la instalación de paneles solares térmicos de manera que se cubre el 50% de la demanda de energía necesaria para la producción de A.C.S.

8.7. LIMITACIÓN DE UTILIZACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL (IT 1.2.4.7.)

Los locales no habitables no se climatizarán.

No trabajarán en un mismo aparato simultáneamente dos fluidos con temperaturas opuestas. Para conseguir esto se deberá cambiar desde el termostato o desde el puesto central el modo, frío o calor, de cada aparato. Esto limitará el funcionamiento único de una de las dos válvulas que controlan el paso de frío o de calor a la unidad terminal.

8.8. JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y ACS ELEGIDO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (IT 1.2.4.8.)

Para la elección del sistema de climatización y calefacción se han tenido en cuenta criterios de eficiencia energética.

Es por ello que este sistema se compone de una caldera de condensación de alto rendimiento. Se ha utilizado para la extracción de aire al exterior recuperadores de placas con secciones de enfriamiento adiabático a la expulsión. Se ha dotado a la instalación de un control de temperatura de impulsión mediante temperatura exterior. Variadores de frecuencia en el climatizador todo aire-exterior con compuertas de regulación para zonificar en función del uso. Y se han sobredimensionado las tuberías ligeramente para reducir pérdidas de carga.

Para la producción de ACS se ha dotado al sistema de una instalación de captadores solares que cubren el 50% de la demanda anual en cumplimiento del CTE-DB-HE4.

9. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE SEGURIDAD

9.1. GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO (IT 1.3.4.1)

9.1.1. CONDICIONES GENERALES

Los generadores de calor que utilizan combustibles gaseosos, incluidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1428/1992 de 27 de noviembre, tendrán la certificación de conformidad según lo establecido en dicho real decreto.

La caldera, objeto de este proyecto, irá equipada con un interruptor de flujo.

La enfriadora, objeto de este proyecto, dispondrá de un interruptor de flujo enclavado eléctricamente con el arrancador del compresor.

9.1.2. SALA DE MÁQUINAS

Se define como sala de máquinas al local técnico donde se alojan los equipos de producción de frío o calor y otros equipos auxiliares y accesorios de la instalación térmica.

La sala de máquinas deberá cumplir las siguientes prescripciones, además de las establecidas en la sección SI-1 del Código Técnico de la Edificación:

- La puerta interior tendrá una permeabilidad no mayor a 1 l/(s m²) bajo una presión diferencial de 100 Pa.

- Las dimensiones de las puertas de acceso serán las suficientes para permitir el movimiento sin riesgo o daño de aquellos equipos que deban ser reparados fuera de la sala de máquinas.

- Las puertas deben estar provistas de cerradura con fácil apertura desde el interior, aunque hayan sido cerradas con llave desde el exterior.

- En el exterior de la puerta se colocará un cartel con la inscripción: "Sala de Máquinas. Prohibida la entrada a toda persona ajena al servicio".

- Los elementos de cerramiento de la sala no permitirán filtraciones de humedad.

- La sala dispondrá de un eficaz sistema de desagüe por gravedad o, en caso necesario, por bombeo.

- El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala o, por lo menos, el interruptor general estará situado en las proximidades de la puerta principal de acceso.

- El interruptor del sistema de ventilación forzada de la sala, si existe, también se situará en las proximidades de la puerta principal de acceso.

- El nivel de iluminación medio en servicio de la sala de máquinas será suficiente para realizar los trabajos de conducción e inspección, como mínimo, de 200 lux, con una uniformidad media de 0,5.

- No podrán ser utilizados para otros fines, ni podrán realizarse en ellas trabajos ajenos a los propios de la instalación.

- Los motores y sus transmisiones deberán estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal.

- Entre la maquinaria y los elementos que delimitan la sala de máquinas deben dejarse los pasos y accesos libres para permitir el movimiento de equipos, o de partes de ellos, desde la sala hacia el exterior y viceversa.

- La conexión entre generadores de calor y chimeneas debe ser perfectamente accesible.

- En el interior de la sala de máquinas figurarán, visibles y debidamente protegidas, las indicaciones siguientes:

Instrucciones para efectuar la parada de la Instalación en caso necesario, con señal de alarma de urgencia y dispositivo de corte rápido.

El nombre, dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación.

La dirección y número de teléfono del servicio de bomberos más próximo, y del responsable del edificio.

Indicación de los puestos de extinción y extintores cercanos.

Plano con esquema de principio de la instalación.

Por tratarse de una sala de máquinas con generador a gas, deberá cumplir lo siguiente:

- Los cerramientos (paredes y techos exteriores) del recinto deben tener un elemento o disposición constructiva de superficie mínima que, en metros cuadrados, sea la centésima parte del volumen del local expresado en metros cúbicos, con un mínimo de un metro cuadrado, de baja resistencia mecánica, en comunicación directa a una zona exterior o patio descubierto de dimensiones mínimas 2 x 2 m.

- Las superficies de baja resistencia mecánica no deben practicarse a patios que contengan escaleras o ascensores.

- Se instalará un sistema de detección de fugas y corte de gas. Se instalará un detector por cada 25 m² de superficie de sala, con un mínimo de dos, ubicándolos en las proximidades de los generadores alimentados por gas. Para combustible menos denso que el aire, como este caso, los detectores se instalarán a una distancia menor de 0,5 m. del techo de la sala.

- Los detectores de fugas de gas deberán actuar antes de que se alcance el 50% del límite inferior de explosividad del gas combustible utilizado, activando el sistema de corte de suministro de gas a la sala.

- El sistema de corte de suministro de gas consistirá en una válvula de corte automática del tipo todo-nada instalada en la línea de alimentación de gas a la sala de máquinas y ubicada en el exterior de la sala. Será del tipo cerrada, es decir, cortará el paso de gas en caso de fallo de suministro de su energía de accionamiento.

- En el caso de que el sistema de detección haya sido activado por cualquier causa, la reposición del suministro de gas será siempre manual.

- En los demás requisitos exigibles a las salas de máquinas con generadores de calor a gas se estará en lo dispuesto en la norma UNE 60601.

Las instalaciones térmicas deberán ser perfectamente accesibles en todas sus partes de forma que puedan realizarse adecuadamente y sin peligro todas las operaciones de mantenimiento, vigilancia y conducción.

La altura mínima de la sala será de 2,50 m.; respetándose una altura libre de tuberías y obstáculos sobre la caldera de 0,5 m.

Los espacios mínimos libres que deben dejarse alrededor del generador de calor serán de 0,5 m. entre uno de los laterales de la caldera y la pared permitiendo la apertura

total de la puerta sin necesidad de desmontar el quemador, y de 0,7 m. entre el fondo de la caja de humos y la pared de la sala.

Cuando existan varias calderas, la distancia mínima entre ellas será de 0,5 m., siempre permitiendo la apertura de las puertas de las calderas sin necesidad de desmontar los quemadores.

El espacio libre en la parte frontal será igual a la profundidad de la caldera, con un mínimo de un metro; en esta zona se respetará una altura mínima libre de obstáculos de 2 m.

Todo lo que respecta a la ventilación, superficie de débil rotura y detección de gas de la sala de máquinas viene reflejado en el proyecto de gas en cumplimiento del RITE y de la UNE 60601.

La ubicación de la caldera de gas se encuentra en la sala de vapor junto a una caldera de vapor, que al trabajar con agua a temperatura superior a 110°C clasifica la sala de máquinas como sala de riesgo alto. Por lo que el cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala o, por lo menos, el interruptor general y el interruptor del sistema de ventilación deben situarse fuera de la misma y en la proximidad de uno de los accesos.

9.1.3. CHIMENEA

La chimenea será prefabricada de acero inoxidable con aislamiento, resistentes a los humos, al calor y a las posibles corrosiones ácidas que se puedan formar. Como se trata de una caldera de condensación para que los condensados no dañen la superficie interior de la chimenea, esta será de acero inoxidable AISI 316.

Dicha chimenea deberá ser estanca y no podrá utilizarse para otros usos.

Sobresaldrá al menos 1 m. por encima de la cumbrera del tejado. La sección de los conductos de humos será circular.

Se preverá en la parte inferior del tramo vertical de los conductos de humos el correspondiente registro de limpieza en fondo de saco y suficientes registros en los tramos no verticales.

El conducto de unión del tubo de humos a la caldera estará colocado de manera que sea fácilmente desconectable de ésta y será metálico.

La unión estará soportada rígidamente y las uniones entre diversos trozos de ella, aseguradas mecánicamente, siendo además estancas.

Se evitará la formación de bolsas de gas mediante una disposición conveniente del canal y conducto de humos y se preverá la evacuación de condensados.

Los registros para comprobación de las condiciones de combustión se harán en la sala de calderas o al exterior, nunca en comunicación con locales interiores.

El cálculo de las chimeneas se encuentra reflejado en el documento CALCULOS del presente proyecto.

Las chimeneas no irán atravesadas por elementos ajenos a la misma (elementos resistentes, tuberías de instalaciones, etc.).

En caso de existir chimeneas con recorrido en el interior del edificio, estarán situadas en un patinillo herméticamente cerrado hacia los locales y con paredes que tengan una resistencia al fuego de RF-120 y una atenuación acústica de 40 dB, por lo menos.

Se cuidará la estanqueidad de la caja donde va alojado el conducto de humos, en especial en los encuentros con forjados, cubierta, etc.

La estructura del conducto de humos será independiente de la obra y de la caja, a las que irá unida únicamente a través de soportes preferentemente metálicos, que permitirán la libre dilatación de la chimenea.

9.2. REDES DE TUBERÍAS (1.3.4.2.)

9.2.1. CÁLCULO DIÁMETRO TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN

La alimentación a los equipos se realizará mediante un dispositivo que servirá para reponer pérdidas de agua. El dispositivo, denominado desconector, será capaz de evitar el reflujo del agua de forma segura en caso de caída de presión en la red pública, creando una discontinuidad entre el circuito y la misma red pública.

Antes de este dispositivo se dispondrá una válvula de cierre, un filtro y un contador, en el orden indicado. El llenado será manual, y se instalará también un presostato que actúe una alarma y pare los equipos.

El diámetro de la tubería de alimentación será de 20 mm. en calor y de 25 mm. en frío atendiendo a la tabla 3.4.2.2.

Tabla 3.4.2.2 Diámetro de la conexión de alimentación

Potencia térmica nominal kW	Calor DN (mm)	Frío DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

9.2.2. DIÁMETRO DE VACIADO

Todas las redes de tuberías se diseñarán de tal manera que puedan vaciarse de forma parcial y total. Los vaciados parciales se harán en puntos adecuados del circuito, a través de un elemento que tendrá un diámetro mínimo nominal de 20 mm.

El diámetro de la válvula de vaciado será como mínimo de 25 mm. en calor y 32 mm. en frío, tal y como se indica en la tabla 3.4.2.3.

Tabla 3.4.2.3 Diámetro de la conexión de vaciado

Potencia térmica kW	Calor DN (mm)	Frío DN (mm)
$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40
$400 < P$	40	50

La conexión entre la válvula de vaciado y el desagüe se hará de forma que el paso de agua resulte visible. Las válvulas se protegerán contra maniobras accidentales.

Los puntos altos de los circuitos estarán provistos de dispositivos de purga de aire, manual o automático. El diámetro nominal del purgador no será menor que 15 mm.

9.2.3. CALCULO DISPOSITIVO DE EXPANSIÓN

Para el cálculo del vaso de expansión utilizamos la siguiente expresión:

$$V_t = \frac{V_s(0'000738t - 0'03348)}{\left(\frac{P_a}{P_j}\right) - \left(\frac{P_a}{P_0}\right)}$$

Siendo:

V_t = capacidad mínima del vaso

V_s = volumen total de agua del sistema

T = temperatura media de funcionamiento

P_a = Presión atmosférica

P = Presión mínima (llenado) del vaso

P_o = Presión máxima de funcionamiento en el vaso de expansión

El vaso de expansión para calefacción y refrigeración será de un volumen de 140 y 18 l. respectivamente. Para el circuito solar será de 40 l.

Estos vasos serán de membrana, deberán estar contruidos para una presión de trabajo, de al menos 6 kg/cm².

9.2.4. DILATACIÓN

La variación de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de de la temperatura del fluido que contienen se debe compensar con el fin de evitar roturas en los puntos más débiles.

En los tendidos de gran longitud, tanto horizontales como verticales, los esfuerzos sobre las tuberías se absorberán por medio de compensadores de dilatación o cambios de dirección.

9.2.5. FILTRACIÓN

Cada circuito hidráulico se protegerá mediante un filtro con una luz de 1 mm., como máximo, y se dimensionarán con una velocidad de paso, a filtro limpio, menor o igual que la velocidad del fluido en las tuberías contiguas.

9.3. REDES DE CONDUCTOS

Los conductos cumplirán en materiales y fabricación, las normas UNE-EN 12237 para conductos metálicos, y UNE-EN 13403 para conductos no metálicos.

El revestimiento interior de los conductos resistirá la acción agresiva de los productos de desinfección, y su superficie interior tendrá una resistencia mecánica que permita soportar los esfuerzos a los que estará sometida durante las operaciones de limpieza mecánica que establece la norma UNE 100012 sobre higienización de sistemas de climatización.

La velocidad y la presión máximas admitidas en los conductos serán las que vengan determinadas por el tipo de construcción, según las normas UNE-EN 12237 para conductos metálicos y UNE-EN 13403 para conductos de materiales aislantes.

Tal y como se ha demostrado antes, la estanqueidad de las redes de conductos de la instalación corresponderá a unos valores de f entre 0,33 y 0,44 dm³/(s m²).

Para el diseño de los soportes de los conductos se seguirán las instrucciones que dicte el fabricante, en función del material empleado, sus dimensiones y colocación.

9.4. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN

Ninguna superficie con la que exista posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, podrá tener una temperatura mayor que 60°C.

El material aislante en tuberías, conductos o equipos nunca podrá interferir con partes móviles de sus componentes.

Los equipos y aparatos deben estar situados de forma tal que se facilite su limpieza, mantenimiento y reparación.

En la sala de máquinas se dispondrá del esquema de principio de la instalación, enmarcado en un cuadro de protección, así como todas las instrucciones de seguridad, de manejo y maniobra y de funcionamiento, según lo que figure en el “Manual de Uso y Mantenimiento”.

Todas las instalaciones térmicas dispondrán de la instrumentación de medida suficiente para la supervisión de todas las magnitudes y valores de los parámetros que intervienen de forma fundamental en el funcionamiento de los mismos.

El equipamiento mínimo de aparatos de medición será el siguiente:

- Colectores de impulsión y retorno de un fluido portador: un manómetro.
- Vasos de expansión: un manómetro.
- Circuitos secundarios de tuberías de un fluido portador: un termómetro en retorno, uno por cada circuito.
- Bombas: un manómetro para lectura de la diferencia de presión entre aspiración y descarga, uno por cada bomba.
- Chimeneas: un pirómetro o un pirostato con escala indicadora.

- Baterías agua-aire: un termómetro a la entrada y otro a la salida del circuito del fluido primario y tomas para la lectura de las magnitudes relativas al aire, antes y después de la batería.

- Recuperadores de calor aire-aire: tomas para la lectura de las magnitudes físicas de las dos corrientes de aire.

- Unidades de tratamiento de aire: medida permanente de las temperaturas del aire en impulsión, retorno y toma de aire exterior.

10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA. DESCRIPCIÓN

Se ha previsto la realización de dos cuadros eléctricos ubicados en la sala de bombas, en la sala de vapor. Dichos cuadros contendrán todos los elementos de fuerza, mando y protección de los componentes eléctricos instalados.

La potencia conjunta de todos los cuadro es de 98 Kw aproximadamente.

De manera desglosada quedaría así:

Cuadro climatización sala de bombas: 96 Kw

Cuadro sala de calderas: 2 Kw

Por lo que la línea de acometida a los cuadros y sus correspondientes protecciones deberán tener en cuenta estos valores.

10.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR.

10.1.1. CUADROS GENERALES

Características y composición.

El cuadro de baja tensión desde el cual se alimentan los cuadros secundarios para la climatización está dentro del alcance del proyecto de Baja Tensión. Dichos cuadros secundarios de climatización son el origen de la instalación eléctrica para climatización. El fabricante de todos los cuadros de clima es Schneider electric.

La envolvente será de chapa electrozincada, con un revestimiento de pintura termoendurecida a base de resina epoxi modificada con resinas poliéster permitiendo la protección contra la corrosión. Dispondrá de chasis modular porta-aparatos y podrá colocarse empotrado en paramentos verticales o de superficie.

Dispondrán de un interruptor general de protección, del tipo magnetotérmico y tetrapolar, con toroidal y relé diferencial asociado. Asimismo, se instalará un analizador de redes que indicará los valores de tensión, corriente, frecuencia y factor de potencia de la instalación.

Estará normalizado y contendrá en su interior todos los dispositivos de mando y protección de cada cuadro secundario o línea. Estos dispositivos estarán formados por interruptores automáticos de disparo electromagnético por cortocircuito y retardo térmico por sobrecarga, así como protecciones diferenciales.

La instalación eléctrica para climatización se distribuirá según los esquemas multifilares indicados en planos, con los componentes grafiados en éstos.

Los diferentes circuitos estarán señalizados con etiquetas en el frente de los paneles para identificarlos. Las etiquetas serán de plástico duro tipo “resopal” en galleta o similar. Todos los aparatos llevarán una placa de identidad con el nombre del fabricante o instalador, así como la fecha de su fabricación.

Se realizarán sobre el conjunto las pruebas necesarias de funcionamiento, de rigidez y aislamiento según Normas UNE.

Configuración de los cuadros

El dispositivo de protección general así como los parciales, que forman parte de la instalación, se situarán en el cuadro de distribución, ellos protegerán la totalidad de circuitos que dan servicio a los distintos receptores.

El cuadro estará configurado de tal forma que, en caso de producirse alguna perturbación o avería en un punto de la instalación, sólo afectará al circuito o circuitos a los que esté más ligada. Por tal motivo, los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados con los dispositivos generales de protección que le precedan.

Además esta subdivisión se establecerá de forma que permita localizar las averías, así como controlar los aislamientos de la instalación por sectores.

El interruptor general de protección de todos los cuadros estará diseñado para soportar el consumo de todos los circuitos parciales.

Aparamenta eléctrica

Es preceptivo que todo el material que se instale en los cuadros sea Libre de Halógenos.

La composición general de los cuadros queda reflejada en los esquemas multifilares que se adjuntan.

Características de los dispositivos de protección

Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor debe quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte (ITC-BT-22, p.1.1.a).

Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuito cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un único dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos por todos los circuitos derivados (ITC-BT-22, p.1.1.b).

La norma UNE-20460-4-43 recoge en su articulado todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30mA., se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos indirectos o en caso de imprudencia de los usuarios (ITC-BT-24, p.3.5).

Tanto para la protección de la instalación como para las personas se emplearán las siguientes medidas:

✓ . Se protegerá la instalación contra contactos directos alejando las partes activas de ésta, con una puerta interior, que imposibilite un contacto fortuito con las manos o por la manipulación de objetos conductores, cuando éstos se utilicen habitualmente cerca de la instalación (ITC-BT-24, p.3).

✓ . Con el fin de proteger a las personas contra contactos indirectos con partes de la instalación accidentalmente en tensión, todos los cuadros tendrán tanto su placa de montaje como sus puertas metálicas puestas a tierra.

10.1.2. LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIONES

Las canalizaciones eléctricas que se van a utilizar son las descritas a continuación:

Por dichas bandejas discurrirán las líneas de alimentación a los diferentes equipos de climatización.

Para las bajadas a puntos de consumo se utilizarán canalizaciones de tubo de PVC o acero enchufable y montaje de superficie.

Los ángulos de curvatura no serán en ningún momento inferiores a 90° a fin de permitir el acceso de los conductores.

Las canalizaciones se realizarán según lo dispuesto en las ITC BT 19 e ITC BT 20 estando constituidas en general por conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V y colocados bajo tubos.

Adicionalmente, se aceptará el uso de bandejas o soporte de bandejas, según apartado 2.2.9. de la ITC BT 20, por el que sólo se utilizarán cables aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52, siempre que la canalización se instale a una altura no inferior a 2,5 m desde el nivel del suelo. En este caso, únicamente podrán emplearse cables de tensión asignada mínima de 0.6/1 kV.

El tubo empleado para esta instalación será de PVC liso, rígido y enchufable con facilidad de acoplamiento. Presentará protección a los choques mecánicos y contra los efectos de inmersión.

Los diámetros empleados, dependerán de las necesidades de la instalación, cumpliendo siempre la ITCBT-21.

Los tubos se unirán entre sí mediante acoplamientos y manguitos de unión, que aseguran la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores. Así, al final del tubo, se instalarán boquillas totalmente aisladas que proporcionen en dichos finales unas superficies aisladas redondeadas y pulidas que no deterioren a los cables que salgan a través de ellas.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiéndose para ello los registros que se consideren necesarios de acuerdo con la configuración de la planta y que en tramos rectos no estén separados entre sí más de 15 metros.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. No se permitirán más de tres curvas seguidas entre dos registros. Cuando la instalación sea superficial, los tubos se fijarán por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será como máximo de 0,50 metros. (ITC-BT-21, p.2.1-2.2).

Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos. (ITC-BT-21,p.2.2).

Disposición e identificación de las instalaciones

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantengan a una distancia de cinco centímetros (ITC-BT-28, p.3.4.2). No se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones. (ITC-BT-20, p.2.1.1).

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos se pueda proceder en todo momento a reparaciones. Por otra parte, el conductor neutro estará claramente diferenciado de los demás conductores (ITC-BT-20, p.2.1.3).

Conductores eléctricos

Todos los conductores que se van a utilizar en las instalaciones serán de cobre y siempre serán aislados excepto cuando vayan montados sobre aisladores (ITC-BT-19, p.2.2.1).

Todas las líneas que forman parte de la instalación están formadas por cable de cobre unipolar, 750 V, con aislamiento no propagador de la llama cumpliendo la norma UNE-EN50265-2-1, no propagador del incendio según la norma UNE-EN 50266-2-4 y libre de halógenos según norma UNE-EN 50267-2-1. El aislamiento del conductor es Poliiolefina. Serán flexibles de clase 5.

Al estar alimentados los cuadros y maquinas de clima desde transformador de potencia de MT/BT de abonado, la caída de tensión de la instalación interior se considerará desde el origen en la salida del transformador. En este caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4,5% para alumbrado y del 6,5% para los demás usos (ITC-BT-19,p.2.2.2).

La conexión entre conductores se realizará en el interior de las cajas, utilizando bornas de conexión unipolares . No se permitirán conexiones realizadas por torsión de un conductor sobre otro, (ITC-BT-19, p.2.11).

Las conexiones de los conductores se realizarán retirando la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a bornas de conexión. No se admitirán

conexiones donde el conductor sobresalga de la borna. Las conexiones deberán realizarse en el interior de cajas de derivación, (ITC-BT-19, p.2.11).

Sistema de instalación elegido.

El sistema de distribución será el conocido como T-T, donde el neutro de la instalación está conectado directamente a tierra y las masas se conectan a una toma de tierra diferente mediante un conductor de protección al efecto.

Las diferentes líneas partirán, bajo canalización adecuada, desde el cuadro general de baja tensión hasta los cuadros secundarios o directamente hasta los receptores. Asimismo, desde los cuadros secundarios, partirán las líneas de alimentación a los receptores específicos.

Tanto las bandejas como los tubos a emplear serán de dimensiones adecuadas en cada caso, en función de la sección de los conductores y del número de líneas a contener.

Como norma general, la sección mínima a emplear será de 2.5 mm² independientemente del tipo de receptor considerado.

Descripción: longitud, sección.

En los esquemas multifilares del documento PLANOS y en las tablas del documento CALCULOS se reflejan las características de los circuitos correspondientes.

Núm. circuitos, destinos y puntos de utilización de cada circuito.

En los esquemas multifilares del documento PLANOS y en las tablas del documento CALCULOS se reflejan las características y distribución de los circuitos eléctricos en cuanto a su número, destino y puntos de utilización.

Conductor de protección.

Todos los conductores de protección seguirán los criterios especificados en la norma UNE 20.460.5.54.

Si se aplican diferentes sistemas de protección en instalaciones próximas, se empleará para cada uno de los sistemas un conductor de protección distinto, (ITC-BT-19.p.2.3).

La sección mínima de los conductores de protección, (que también serán de cobre) será la indicada en la ITC-BT-19, y siempre en consonancia con la sección del circuito. Bajo ningún concepto se utilizarán los conductores de protección para otra función.

Cuando los conductores activos van en el interior de una envolvente común, se incluirá también dentro de ella el conductor de protección, en cuyo caso presentará el mismo aislamiento que los otros conductores, (ITC-BT-19, p.2.3).

10.1.3. RECEPTORES.

Fuerza.

La instalación estará compuesta por dos cuadros de climatización, uno instalado en la sala de bombas y otro instalado en la sala de calderas. Además cada zona de fancoils tendrá su propio cuadro específico.

10.1.4. LÍNEA DE PUESTA A TIERRA.

Para desarrollar este apartado nos atenemos a la (ITC-BT-18) que nos dice que las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado la masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar ó disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Comprende toda ligazón metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos, enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o la de descarga de origen atmosférico.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión, de forma que comprometa las características del diseño de la instalación. (ITC-BT-18, p.3.1).

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectuarán por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados. (ITC-BT-18, p.3.4).

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o funcionamiento. (ITC-BT-18, p.12).

10.1.5. RED DE EQUIPOTENCIALIDAD.

El conductor que asegure esta conexión estará soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores o, si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado, a base de metales no férricos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura.

Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí.

TITULO DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS EN LAS OFICINAS
DE UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS:

Pamplona, 15 Enero 2011.

Firmado: Xavier Villar Godia



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y
ACS EN LAS OFICINAS DE UNA NAVE DE
ULTRACONGELADOS”

CÁLCULOS

Xavier Villar Godia.

Faustino Gimena Ramos.

Pamplona, 15 de Enero de 2011.

DOCUMENTO N°2: CÁLCULOS

ÍNDICE

1. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	1
1.1.CONDICIONES DE DISEÑO	1
1.2.DEMANDA TÉRMICA DEL EDIFICIO	2
1.2.1.Cálculo de pérdidas por transmisión	3
1.2.2.Cálculo de ganancias por ocupación	4
1.2.3.Cálculo de ganancias por iluminación.....	5
1.2.4.Cálculo de ganancias por equipos	5
1.2.5.Cálculo de pérdidas por infiltración o renovación.....	6
1.2.6.Cálculo de pérdidas por radiación	7
1.3.NECESIDADES TÉRMICAS DE LOS LOCALES A TRATAR	11
1.4.ELECCIÓN DE ELEMENTOS TERMINALES	13
1.4.1.Método de cálculo y datos de partida	13
1.4.2.Cálculo de los elementos terminales a instalar	14
1.4.3.Resultados	22
1.5.CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	23
1.5.1.Cálculo de la red de tuberías de calefacción.....	24
1.5.2.Dimensionado de los tramos.....	32
1.6.CÁLCULO DE LAS CENTRALES DE PRODUCCIÓN	34
1.6.1.Chimenea	39
1.7.VASO DE EXPANSIÓN EN EL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN	45
1.8.CÁLCULO DEPÓSITO DE INERCIA CIRCUITO DE FRÍO	50
1.9.CÁLCULO DE LAS BOMBAS DE CIRCULACIÓN	51
2. INSTALACIÓN DE ACS – SOLAR.....	55
2.1.INSTALACIÓN ACS.....	55
2.1.1.Cálculo de la demanda energética de ACS.....	55
2.1.2.Intercambiador circuito ACS.....	59
2.1.3.Cálculo de bombas de circulación	60
2.2.INSTALACIÓN SOLAR	63

2.2.1.Cálculo contribución solar térmica.....	63
2.2.2.Cálculo intercambiador solar.....	72
2.2.3.Cálculo depósito acumulación solar.....	73
2.2.4.Cálculo vaso de expansión solar.....	73
2.2.5.Cálculo bombas instalación solar.....	74
3. VENTILACIÓN	79
3.1.CARACTERÍSTICAS Y EXIGENCIAS	79
3.2.DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	80
3.3.DIMENSIONADO CONDUCTOS Y ELEMENTOS DE DIFUSIÓN.....	90
3.4.SELECCIÓN DEL CLIMATIZADOR	100

1. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

1.1. CONDICIONES DE DISEÑO

Para realizar la evaluación del calor y frío que tiene que ser proporcionado por la caldera, la enfriadora y el conjunto de la instalación de las oficinas, habrá que establecer en primer lugar las condiciones de diseño tanto exteriores, como las condiciones óptimas que se pretenden obtener en el interior de las oficinas y demás locales.

Condiciones exteriores

- Altitud sobre el nivel del mar 316 m.
- Velocidad del viento 5,7 m/s

Estación	Temperatura de Bulbo Seco °C _{DB}	Temperatura de Bulbo Húmedo °C _{WB}	Temperatura del Terreno
Verano	33,7	20,9	7
Invierno	-1,8	-2,9	15

Condiciones interiores

Se han escogido las condiciones interiores de diseño en base a los siguientes parámetros:

Actividad metabólica: 1,2 met

Grado de vestimenta en verano: 0,5 clo

Grado de vestimenta en invierno: 1 clo

PPD: entre 10% y 15%

En base a esto los valores de la temperatura operativa y la humedad relativa serán:

Estación	Temperatura Operativa °C	Humedad Relativa %

Verano	23 .. 25	45 .. 60
Invierno	21 .. 23	40 .. 50

Otras Temperaturas de interés

- Temperatura de locales no calefactados

rodeados de otros que lo están 8 °C

- Temperatura de entrada de agua fría 8 °C

- Temperatura máxima del agua 80 °C

1.2. DEMANDA TÉRMICA DEL EDIFICIO

Si se quiere calcular las cargas térmicas de un edificio de oficinas se necesita conocer las pérdidas térmicas que se producen en cada local para que se puedan elegir los adecuados elementos terminales que calienten o enfríen dicho habitáculo, así como el adecuado sistema generador de calor y/o frío que abastezca la instalación.

Estas pérdidas de térmicas, en invierno, son debidas principalmente a la transmisión de calor a través de los recintos verticales y horizontales, así como a la infiltración de aire debida a las rendijas de algún cerramiento particular, así como por las renovaciones de aire.

En verano, hay que tener en cuenta, además de las perdidas por transmisión y renovación, elementos que emiten calor y que juegan en nuestra contra, estas ganancias de calor son principalmente las generadas por la iluminación, equipos, ocupación y radiación.

De esta manera, se tiene que, la cantidad de calor que es necesario suministrar a un habitáculo en particular para mantener la temperatura objeto constante viene dada por la siguiente fórmula.

$$Q_0 = Q_T + Q_{Oc} + Q_I + Q_E + Q_R + Q_S$$

Donde:

Q_0 = Demanda calorífica total, en KW.

Q_T = Pérdidas de calor por transmisión, en KW.

Q_{Oc} = Ganancias por ocupación, en KW.

Q_I = Ganancias por iluminación, en KW.

Q_E = Ganancias por equipos, en KW.

Q_R = Pérdidas de calor por infiltración o renovación, en KW.

Q_S = Ganancias de calor por radiación, en KW.

Para el cálculo de las cargas de verano no se tendrán en cuenta los términos de ganancia por ocupación, iluminación, equipos y radiación, ya que estos términos juegan a nuestro favor.

1.2.1. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN

Las pérdidas térmicas por transmisión son las debidas a la diferencia de temperatura existente entre el local a tratar, objeto del cálculo, y el exterior, o bien entre el local tratado y otro no tratado térmicamente.

Las pérdidas por transmisión dependen de la calidad del cerramiento (dada por el coeficiente U de transmisión), de su espesor, de la superficie que ocupa y de la diferencia de temperatura o salto térmico entre el exterior y el interior.

Estos parámetros se relacionan por medio de la siguiente expresión, ecuación para las pérdidas caloríficas por conducción:

$$Q_T = \sum[U * S * (t_i - t_e)]$$

Donde:

Q_T = Pérdidas de calor por transmisión, en KW.

U = Coeficiente de transmisión térmica (en $W / m^2 K$) de los diferentes cerramientos, facilitados por la propiedad.

S = Superficie de transmisión de cada uno de los cerramientos.

t_i = Temperatura interior del local, en °C.

t_e = Temperatura exterior, en °C.

En los cálculos posteriores habrán de tenerse en cuenta las características geométricas de cada uno de los habitáculos a estudiar, así como todos los elementos constructivos que superan este con el exterior o locales no tratados térmicamente.

1.2.2. CÁLCULO DE GANANCIAS POR OCUPACIÓN

En el cuerpo humano se producen unas transformaciones exotérmicas cuya intensidad es variable según el individuo y la actividad desarrollada. La temperatura interior más favorable a estas transformaciones es de 37°C, con una tolerancia muy pequeña. El cuerpo humano es capaz de mantener esta temperatura dentro de variaciones bastante amplias de la temperatura ambiente, gracias a su facultad de expulsar hacia el exterior una cantidad más o menos importante del calor desarrollado.

Este calor llega a la epidermis a través de la circulación sanguínea y se disipa por radiación, convección, evaporación y por conducción (normalmente despreciable).

La intensidad de los intercambios por radiación y convección depende de las diferencias de temperatura, y la temperatura de la epidermis depende del flujo sanguíneo. La intensidad de los intercambios por evaporación depende de la diferencia de presiones de vapor.

Los valores de la tabla adjunta a continuación son los valores de las ganancias térmicas debidas la ocupación, estos valores se han determinado basándose en la cantidad media de calor desarrollada por un hombre adulto de 68 Kg de peso para diferentes grados de actividad. También se ha tenido en cuenta el hecho de que las cantidades de calor disipadas por una mujer y un niño son el 85% y el 75% respectivamente, de las desarrolladas por un hombre.

TABLA 1 - GANANCIAS DEBIDAS A LOS OCUPANTES

GRADO DE ACTIVIDAD	TIPO DE APLICACIÓN	Metabolismo humano (W)	Metabolismo medio (W)	TEMPERATURA SECA DEL LOCAL (°C)									
				28		27		26		24		21	
				W		W		W		W		W	
				Sensibles	latentes	Sensibles	latentes	Sensibles	latentes	Sensibles	latentes	Sensibles	latentes
Sentados, en reposo	Teatro, escuela primaria	114	102	51	51	57	45	61	41	67	35	75	27
Sentados, trabajo muy ligero	Escuela secundaria	131	116	52	64	56	60	63	51	70	46	79	14
Empleados de oficina	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	139	131	52	79	58	73	63	68	71	60	82	49
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	161		52	94	58	88	64	82	74	72	85	61
Sentado, de pie	Farmacia	161	146	56	106	64	97	71	90	82	79	94	67
De pie, marcha lenta	Banco	161		56	164	64	155	72	147	86	133	107	113
Sentado	Restaurante	146	161	64	104	72	176	80	148	95	153	117	131
Trabajo ligero en el banco de taller	Fábrica, trabajo ligero	234	219	79	213	88	204	96	196	111	181	135	158
Baile o danza	Sala de baile	263	248	131	292	136	288	142	282	153	270	176	247
Trabajo pesado	Pista de bowling	438	423										
	Fábrica												

1.2.3. CÁLCULO DE GANANCIAS POR ILUMINACIÓN

El alumbrado constituye una fuente de calor sensible. Este calor se emite por radiación, convección y conducción. Un porcentaje del calor emitido por radiación es absorbido por los materiales que rodean el local pudiendo también producirse estratificación del calor emitido por convección.

Para nuestro caso se hará una estimación de cargas térmicas debidas al alumbrado de 25W/m^2 .

1.2.4. CÁLCULO DE GANANCIAS POR EQUIPOS

La mayor parte de los aparatos son, a la vez, fuente de calor sensible y latente. Los aparatos eléctricos sólo emiten calor latente en función de su utilización (cocción, secado, etc.) mientras que, a causa de la combustión, los aparatos de gas producen calor latente suplementario. En la mayoría de los casos se produce una disminución importante de ganancias, tanto sensibles como latentes, por medio de campanas de extracción ventiladas mecánicamente.

En el caso que nos ocupa, los únicos equipos que emitirán calor serán ordenadores, maquinas de refrescos y comida, y una impresora. Las potencias térmicas que disiparan estos equipos son las siguientes:

- Ordenadores: 300 W
- Impresora: 400 W
- Máquinas de refrescos y comida: 500 W

1.2.5. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR INFILTRACIÓN O RENOVACIÓN

Tal y como se comenta en el documento MEMORIA, se debe realizar una renovación de aire exterior en cada local atendiendo a lo marcado en el RITE, en su IT 1.1.4.2.

Dicha renovación es la estrictamente necesaria para producir una renovación conveniente del aire del local. Este concepto se llama IDA (Aire de Calidad Óptima). Nuestros locales se dividen en:

⇒ Oficinas y servicio médico: 12,05 l/s. persona

⇒ Comedor y vestuarios: 8 l/s. persona

En la época de calor para el cálculo de las pérdidas debidas a la renovación o infiltración se tendrá en cuenta el calor sensible aportado por el caudal de aire proveniente del exterior.

Se tomarán en consideración los datos de caudal de aire aportado, la densidad del mismo, su calor específico y la diferencia de temperaturas entre el aire exterior y el aire interior. Para relacionar estos valores en una ecuación se aplicará la siguiente fórmula:

$$Q_{RS} = V * \delta * C_e * (\Delta T)$$

Donde,

Q_{RS} = Pérdidas de calor sensibles por renovación (KW)

V = Caudal de aire aportado (m³/h)

δ = Densidad del aire (Kg/m³)

C_e = Calor específico del aire (KW/Kg °C)

(ΔT) = Diferencia de temperatura exterior e interior (°C)

En la época de demanda de frío se prevé la existencia de cargas térmicas sensibles, debidas a la diferencia de temperatura y a la radiación térmica al igual que en la época de calor, y cargas latentes, debidas a la aportación de humedad al aire.

Para el cálculo de las pérdidas de calor latentes se tomarán los datos de caudal de aire, la humedad absoluta exterior e interior y el calor latente de vaporización del agua. Estos datos se relacionarán mediante la siguiente ecuación:

CÁLCULOS

$$Q_{RL} = V * \delta * C_l * (\Delta h_{ab})$$

Donde,

Q_{RL} = Pérdidas de calor latentes por renovación (KW)

V = Caudal de aire aportado (m³/h)

δ = Densidad del aire (Kg/m³)

C_e = Calor latente de vaporización del agua (KW/g)

(Δh_{ab}) = Diferencia entre la humedad absoluta exterior e interior (g/Kg)

1.2.6. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR RADIACIÓN

La intensidad de la radiación solar en los confines de la atmosfera es de 1395 W/m², aproximadamente, el 21 de Diciembre, cuando la tierra, está en su perihelio, de 1308 W/m² de junio, cuando está en su afelio. En otras épocas del año la intensidad de la radiación varía entre estos límites.

La fracción de radiación solar que no es reflejada, es absorbida por la atmosfera y luego radiada hacia el espacio. Al atravesar la atmósfera disminuye considerablemente la intensidad de la radiación solar al ser absorbida por diversas partículas atmosféricas. La radiación que no es absorbida sufre un proceso de reflexiones sucesivas en las partículas de vapor de agua, de ozono, o de polvo atmosférico se reparte de una manera sensiblemente uniforme por la superficie de la tierra y el resto sigue una trayectoria prácticamente recta, solo desviada por las distinta refracción de la capa de la atmósfera. La radiación que sigue una trayectoria recta se conoce como radiación directa y el resto radiación difusa.

Todo este proceso que sigue la radiación hasta llegar a la superficie terrestre hace que su intensidad disminuya, y que la radiación final que se tomará en cuenta para los cálculos de una instalación, como la del proyecto que nos compete, a su paso por una ventana sea mucho menor, además se sumarán diferentes factores de corrección teniendo en cuenta la inclinación de la ventana y su reflexión.

Para calcular la ganancia térmica que produce la radiación a su paso por una ventana se tomará como base de cálculo la aportación solar a través de un vidrio sencillo, el factor solar del vidrio instalado, el factor de sombra de la ventana y la superficie total de la ventana.

La ecuación que relaciona estos términos es la siguiente:

$$Q_S = S * Q_{SOL} * f_{AL} * f_{SOL} * f_{SOM}$$

Donde,

Q_S = Ganancias de calor debidas a la radiación (KW)

S = Superficie de la ventana (m²)

Q_{SOL} = Aportación solar a través de vidrio sencillo (W/m²)

f_{AL} = Factor de almacenamiento

f_{SOL} = Factor solar del vidrio

f_{SOM} = Factor de sombra

Aportación solar a través de vidrio sencillo

Para conocer la aportación solar a través de un vidrio se recurrirá a la tabla anexada a continuación. Esta tabla da las insolaciones correspondientes a una latitud de 40°, para cada mes del año y cada hora del día. Estos valores comprenden tanto la radiación directa y difusa como el porcentaje de calor absorbido por el cristal y transmitido al local.

Los valores de la tabla se han determinado de acuerdo con las siguientes hipótesis:

- 1- Una superficie acristalada igual al 85% de la sección de la abertura de la pared, de forma que el 15% representa el marco. Ésta es la proporción normal para marcos de madera. Si estos fueran metálicos, se puede considerar un porcentaje mayor debido a que la conductividad del marco metálico suele ser mas elevada y el calor solar absorbido por este se transmite casi instantáneamente.
- 2- Atmosfera limpia.
- 3- Altitud, 0 metros.
- 4- El punto de rocío de 19,5°C al nivel del mar (35°C de bulbo seco y 24°C de bulbo húmedo).

Si estas hipótesis no corresponden a las condiciones del proyecto habrá que utilizar los coeficientes de corrección que se dan al pie de la tabla.

40° TABLA 1 - APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO - W_j (m² de abertura) - (continuación) 40°

0° LATITUD NORTE		HORAS SOLAR										0° LATITUD SUR				
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época
21 Junio	H	100,52	42,64	37,12	40,6	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	40,6	37,12	40,6	99,76	S	22 Diciembre
	NE	371,1	417,4	307,40	229,60	10,94	44,00	44,00	44,00	44,00	10,4	37,12	31,32	18,54	SE	
	E	395,56	505,76	509,20	446,6	298,12	130,04	44,00	44,00	44,00	40,6	37,12	31,32	18,54	E	
	SE	140,48	276,08	342,2	349,16	310,88	222,72	104,72	44,00	44,00	40,6	37,12	31,32	18,54	SE	
	S	18,56	31,32	37,12	57,16	109,04	180,04	269,32	320,04	390,04	35,16	37,12	31,32	18,54	S	
	SO	18,56	31,32	37,12	40,6	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	40,6	37,12	31,32	18,54	SO	
	Horizontal	97,44	252,52	421,88	562,6	640,04	729,64	744,72	729,64	660,04	562,6	421,88	252,52	97,44	Horizontal	
21 Julio y 11 Mayo	H	75,1	44,00	37,12	40,6	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	40,6	37,12	44,00	75,1	S	21 Agosto y 21 Diciembre
	NE	322,32	399,04	329,44	202,64	31,2	44,00	44,00	44,00	44,00	40,6	37,12	31,32	15,08	SE	
	E	371,2	505,76	515,04	452,4	317,4	134,56	44,00	44,00	44,00	40,6	37,12	31,32	15,08	E	
	SE	169,36	301,6	370,52	398,24	395,68	292,52	131,00	46,4	44,00	40,6	37,12	31,32	15,08	SE	
	S	15,08	31,32	40,6	81,2	130,04	191,2	276,92	327,2	320,04	81,2	46,4	31,32	15,08	S	
	SO	15,08	31,32	37,12	40,6	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	40,6	37,12	31,32	15,08	SO	
	Horizontal	75,1	229,68	395,56	537,08	638	707,6	731,96	707,6	638	537,08	395,56	229,68	75,1	Horizontal	
21 Agosto y 20 Abril	H	22,84	24,34	33,64	40,6	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	40,6	34,64	24,34	22,84	S	20 febrero y 20 Junio
	NE	213,44	320,14	257,32	143,84	49,88	44,00	44,00	44,00	44,00	40,6	34,64	24,34	9,28	SE	
	E	243,20	461,64	509,24	455,88	316,68	14,52	44,00	44,00	44,00	40,6	34,64	24,34	9,28	E	
	SE	150,8	329,44	433,84	459,36	437,32	336,4	207,64	77,72	44,00	40,6	34,64	24,34	9,28	SE	
	S	9,28	24,34	33,64	40,6	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	40,6	34,64	24,34	9,28	S	
	SO	9,28	24,34	33,64	40,6	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	40,6	34,64	24,34	9,28	SO	
	Horizontal	22,84	147,32	314,36	470,98	601,16	644,96	672,4	644,96	581,16	470,98	314,36	147,32	22,84	Horizontal	
21 Septiembre y 22 Marzo	H	0	13,08	27,84	37,12	40,6	40,6	44,00	40,6	40,6	37,12	27,84	13,08	0	S	22 febrero y 22 Septiembre
	NE	0	160,08	102,12	81,2	40,6	40,6	44,00	40,6	40,6	37,12	27,84	13,08	0	SE	
	E	0	364,24	468,44	437,32	319,88	14,52	44,00	44,00	40,6	40,6	37,12	27,84	13,08	E	
	SE	0	298,12	452,4	509,24	493	417,6	283,44	128,72	44,00	40,6	37,12	27,84	13,08	SE	
	S	0	37,12	130,04	254,04	445,48	502,0	439,16	382,0	345,68	254,04	130,04	37,12	0	S	
	SO	0	15,08	27,84	37,12	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	40,6	37,12	27,84	13,08	SO	
	Horizontal	0	66,12	209,96	389,76	501,24	553,32	575,16	553,32	480,24	389,76	209,96	66,12	0	Horizontal	
20 Octubre y 20 Febrero	H	0	5,8	18,56	31,32	33,64	37,12	37,12	37,12	33,64	31,32	18,56	5,8	0	S	20 Abril y 20 Agosto
	NE	0	109,04	103,24	37,12	33,64	27,12	37,12	37,12	33,64	31,32	18,56	5,8	0	SE	
	E	0	246,8	367,72	382,8	276,08	171,8	37,12	37,12	33,64	31,32	18,56	5,8	0	E	
	SE	0	254,04	415,28	389,76	512,72	412,4	336,1	197,2	47,44	31,32	18,56	5,8	0	SE	
	S	0	66,12	185,6	327,12	430,36	448,72	509,24	493,72	430,36	327,12	185,6	66,12	0	S	
	SO	0	5,8	18,56	31,32	33,64	37,12	37,12	37,12	33,64	31,32	18,56	5,8	0	SO	
	Horizontal	0	24,36	90,48	200,68	316,68	346,28	404,84	386,28	316,68	200,68	90,48	24,36	0	Horizontal	
21 Noviembre y 13 Julio	H	0	0	9,28	22,04	27,84	11,32	33,64	31,32	27,84	22,04	9,28	0	0	S	21 Mayo y 13 Junio
	NE	0	0	37,12	22,04	27,84	11,32	33,64	31,32	27,84	22,04	9,28	0	0	SE	
	E	0	0	285,36	314,36	252	133,24	33,64	31,32	27,84	22,04	9,28	0	0	E	
	SE	0	0	372,2	452,4	490,68	432,4	368,92	319,34	243,88	22,04	9,28	0	0	SE	
	S	0	0	185,6	327,12	437,32	496,48	512	496,48	437,32	327,12	185,6	0	0	S	
	SO	0	0	9,28	22,04	27,84	27,84	264,76	452,4	490,68	452,4	312,2	0	0	SO	
	Horizontal	0	0	9,28	22,04	27,84	11,32	33,64	31,32	27,84	22,04	9,28	0	0	Horizontal	
21 Junio	H	0	0	5,8	18,56	27,84	31,32	31,32	27,84	18,56	5,8	0	0	S	21 Junio	
	NE	0	0	22,04	18,56	27,84	31,32	31,32	27,84	18,56	5,8	0	0	SE		
	E	0	0	226,2	270,28	213,44	97,44	31,32	31,32	27,84	18,56	5,8	0	0		E
	SE	0	0	276,08	421,08	465,16	448,6	360,76	229,48	93,96	22,04	5,8	0	0		SE
	S	0	0	160,08	310,88	421,08	496,48	518,52	496,48	421,08	310,88	160,08	0	0		S
	SO	0	0	5,8	22,04	27,84	27,84	260,76	446,4	465,16	421,08	276,08	0	0		SO
	Horizontal	0	0	5,8	18,56	27,84	31,32	31,32	27,84	18,56	5,8	0	0	0		Horizontal

Conexiones	Máximo teórico y sin mucha 1,17 a menos	Turbidez del aire entre 1 y 0,85	Ángulo $1 + 0,007 \times \frac{\text{altura}}{300}$	Punto de vista $1 + 0,14 \times (19,5 - \frac{T_p}{10})$	Latitud sur Dic. a Enero 1,07
------------	--	-------------------------------------	--	---	----------------------------------

Factor de almacenamiento

Cuando el calor radiante incide sobre una superficie opaca (paredes, techos, suelos, etc.) es absorbido, elevando la temperatura de la superficie, con respecto a la del material interior y la del aire contiguo a dicha superficie. Esta diferencia de temperatura hace que el calor se transmita al interior del material (por conducción) y después la superficie al aire (por convección). El calor transmitido por conducción desde la superficie se almacena y el transmitido por convección desde la superficie se convierte en una carga instantánea de refrigeración. La fracción de calor radiado que se almacena depende de la relación entre la resistencia del material al flujo térmico en el material y la resistencia al flujo térmico en las capas de aire.

En la mayoría de los materiales de construcción la resistencia térmica del material es mucho menor que la resistencia térmica del aire; por eso la mayor parte del calor radiado será almacenado. No obstante, a medida que continua este proceso de absorción del calor radiante, el material se calienta progresivamente, aumenta el calor radiado por el mismo y disminuye el almacenamiento neto de calor.

A continuación se encuentra la tabla con los factores de almacenamiento dependiendo de la orientación, la hora solar y del peso por metro cuadrado de los materiales de construcción.

Estas tablas se han calculado realizando una serie de pruebas en edificios existentes. Se efectuaron en oficinas, supermercados y residencias en todo el territorio de los EE.UU.

La magnitud del efecto de almacenamiento depende fundamentalmente de la capacidad térmica o calorífica, o capacidad para retener el calor, de los materiales que confinan el espacio acondicionado. La capacidad calorífica de un material es el producto de su peso por su valor específico. Como el calor específico de la mayoría de los materiales de construcción es aproximadamente 0,06 Kcal/Kg°C, la capacidad térmica es directamente proporcional al peso del material. Por este motivo los datos de las tablas están basados en el peso de los materiales que confinan el local por m² de área de suelo.

La tabla, que se muestra a continuación, se utiliza para determinar la carga real de refrigeración debida a la ganancia de calor solar cuando se mantiene constante la temperatura del espacio acondicionado, considerando distintos tipos de construcción y periodos de funcionamiento.

En nuestro caso se adjunta la tabla referente a un funcionamiento de 12 horas diarias.

TABLA 11. FACTORES DE ALMACENAMIENTO SOBRE CARGA TÉRMICA, APORTACIONES SOLARES
 Funcionamiento de 12 horas diarias, Temperatura interior constante***

ORIENTACIÓN (Latitud Norte)	PESO **** (kg por m ² de superf. de suelo)	CON PANTALLA INTERIOR *												SIN O CON PANTALLA EXTERIOR **												ORIENTACIÓN (Latitud Norte)
		HORA SOLAR																								
		MAÑANA						TARDE						MAÑANA						TARDE						
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
NE	750 y más	0,59	0,67	0,62	0,49	0,33	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,17	0,34	0,42	0,47	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,30	0,29	0,26	0,25	SE
	500	0,59	0,68	0,64	0,52	0,35	0,29	0,24	0,23	0,20	0,19	0,17	0,15	0,35	0,45	0,50	0,49	0,45	0,42	0,34	0,30	0,27	0,26	0,23	0,20	
	150	0,62	0,80	0,75	0,60	0,37	0,25	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,40	0,62	0,69	0,64	0,48	0,34	0,27	0,22	0,18	0,16	0,14	0,12	
E	750 y más	0,51	0,66	0,71	0,67	0,57	0,40	0,29	0,26	0,25	0,23	0,21	0,19	0,36	0,44	0,50	0,53	0,53	0,50	0,44	0,39	0,36	0,34	0,30	0,28	E
	500	0,52	0,67	0,73	0,70	0,58	0,40	0,29	0,26	0,24	0,21	0,19	0,16	0,34	0,44	0,54	0,58	0,57	0,51	0,44	0,39	0,34	0,31	0,28	0,24	
	150	0,53	0,74	0,82	0,81	0,65	0,43	0,25	0,19	0,16	0,14	0,11	0,09	0,36	0,56	0,71	0,76	0,70	0,54	0,39	0,28	0,23	0,18	0,15	0,12	
SE	750 y más	0,20	0,42	0,59	0,70	0,74	0,71	0,61	0,48	0,33	0,30	0,26	0,24	0,34	0,37	0,43	0,50	0,54	0,58	0,57	0,55	0,50	0,45	0,41	0,37	NE
	500	0,18	0,40	0,57	0,70	0,75	0,72	0,63	0,49	0,34	0,28	0,25	0,21	0,29	0,33	0,41	0,51	0,58	0,61	0,61	0,56	0,49	0,44	0,37	0,33	
	150	0,09	0,35	0,61	0,78	0,86	0,82	0,69	0,50	0,30	0,20	0,17	0,13	0,14	0,27	0,47	0,64	0,75	0,79	0,73	0,61	0,45	0,32	0,23	0,18	
S	750 y más	0,28	0,25	0,40	0,53	0,64	0,72	0,77	0,77	0,73	0,67	0,49	0,31	0,47	0,43	0,42	0,46	0,51	0,56	0,61	0,65	0,66	0,65	0,61	0,54	N
	500	0,18	0,22	0,38	0,51	0,64	0,73	0,79	0,79	0,77	0,65	0,51	0,31	0,44	0,37	0,39	0,43	0,50	0,57	0,64	0,68	0,70	0,68	0,62	0,53	
	150	0,21	0,29	0,48	0,67	0,79	0,88	0,89	0,83	0,56	0,50	0,24	0,16	0,28	0,19	0,25	0,38	0,54	0,68	0,78	0,84	0,82	0,76	0,61	0,42	
SO	750 y más	0,31	0,27	0,27	0,26	0,25	0,27	0,50	0,63	0,72	0,74	0,69	0,54	0,51	0,44	0,40	0,37	0,34	0,36	0,41	0,47	0,54	0,57	0,60	0,58	NO
	500	0,33	0,28	0,25	0,23	0,23	0,35	0,50	0,64	0,74	0,77	0,70	0,55	0,53	0,44	0,37	0,35	0,31	0,33	0,39	0,46	0,55	0,62	0,64	0,60	
	150	0,29	0,21	0,18	0,15	0,14	0,27	0,50	0,69	0,82	0,87	0,79	0,60	0,48	0,32	0,25	0,20	0,17	0,19	0,39	0,56	0,70	0,80	0,79	0,69	
O	750 y más	0,63	0,31	0,28	0,27	0,25	0,24	0,22	0,29	0,46	0,61	0,71	0,72	0,56	0,49	0,44	0,39	0,36	0,33	0,31	0,31	0,35	0,42	0,49	0,54	O
	500	0,67	0,33	0,28	0,26	0,24	0,22	0,20	0,28	0,44	0,61	0,72	0,73	0,60	0,52	0,44	0,39	0,34	0,31	0,29	0,28	0,33	0,43	0,51	0,57	
	150	0,77	0,34	0,25	0,20	0,17	0,14	0,13	0,22	0,44	0,67	0,82	0,85	0,77	0,56	0,38	0,28	0,22	0,18	0,16	0,19	0,33	0,52	0,69	0,77	
NO	750 y más	0,68	0,28	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19	0,24	0,41	0,56	0,67	0,49	0,44	0,39	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	0,26	0,30	0,37	0,44	SO
	500	0,71	0,31	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,23	0,40	0,58	0,70	0,54	0,49	0,41	0,35	0,31	0,28	0,25	0,23	0,24	0,30	0,39	0,48	
	150	0,82	0,33	0,25	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,19	0,41	0,64	0,80	0,75	0,53	0,36	0,28	0,24	0,19	0,17	0,15	0,17	0,30	0,50	0,66	
N y sombra	750 y más	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,75	0,75	0,79	0,83	0,84	0,86	0,88	0,88	0,91	0,92	0,93	0,93	S y sombra
	500	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,81	0,84	0,86	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,95	
	150	1,00												1,00												

Ecuación: Carga de refrigeración kcal/h = [Máxima aportación solar kcal/h.m² (Tabla 6)]
 × [superficie acristalada, m²]
 × [factor de sombra, factor de atmósfera, etc. (Cap. 4)]
 × [factor de almacenamiento (Tabla 7 a la hora deseada)].

- * Elemento de sombra interior es cualquier tipo de pantalla situada detrás de la superficie acristalada.
- ** Vidrio descubierto: Cualquier ventana sin elementos de sombra interiores. Ventanas con elementos de sombra exteriores o sombreadas por salientes se consideran como vidrio descubierto.
- *** Estos factores se aplican cuando se mantiene una TEMPERATURA CONSTANTE en el interior del edificio durante el periodo de funcionamiento del equipo. Cuando se permite una variación de temperatura, resulta un almacenamiento adicional durante periodos de máxima carga. Véase la Tabla 13 para los factores de almacenamiento aplicables.

**** **Peso por m² de superficie de suelo.**

Local con uno o dos muros exteriores =
$$\frac{(\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{Peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

Local interior (sin muros exteriores) =
$$\frac{1/2 (\text{peso de tabiques, suelo y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

Local en sótano (piso sobre suelo) =
$$\frac{(\text{Peso del suelo, kg}) + (\text{Peso de muros exteriores, kg}) + 1/2 (\text{peso de tabiques y techo, kg})}{\text{superficie del suelo del local, m}^2}$$

Edificio o zona entera =
$$\frac{\text{Peso de muros exteriores, tabiques, pisos, estructura y soportes, kg}}{\text{superficie de suelo con acondicionamiento de aire, m}^2}$$

Si el suelo está recubierto de una alfombra: El peso del suelo debe multiplicarse por 0,50 a fin de compensar el efecto aislante de la alfombra. Los pesos por m² de los tipos de construcción más usuales se encuentran en las Tablas 21 hasta 33

1.3. NECESIDADES TÉRMICAS DE LOS LOCALES A TRATAR

A continuación se muestran los resultados de las demandas caloríficas y frigoríficas de los locales a tratar. Para su cálculo se ha utilizado una hoja de cálculo Excel, que valora las cargas térmicas de cada recinto basándose en las ecuaciones y parámetros anteriormente explicados.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS LOCALES

Resumen Cargas Verano

LOCAL	CARGA INTERNA FRÍO		CARGA VENTILACIÓN FRÍO			TOTAL FRÍO		
	SENSIBLE kcal/h	LATENTE kcal/h	m3/h	SENSIBLE kcal/h	LATENTE kcal/h	kcal/h.m2	kcal/h	kW
OFICINAS PLANTA BAJA	13.172,6	496,7	433,8	565,8	214,7	175,1	14.449,7	16,8
COMEDOR	9.754,9	1.490,0	864,0	2.912,1	427,6	158,9	14.584,6	17,0
HALL ENTRADA	4.713,8	0,0	0,0	0,0	0,0	112,2	4.713,8	5,5
SERVICIO MÉDICO	2.046,9	49,7	72,0	242,7	35,6	115,7	2.374,9	2,8
VESTUARIO MUJERES	9.238,2	2.979,9	1.728,0	5.824,2	855,3	198,9	18.897,6	22,0
VESTUARIO HOMBRES	4.403,8	993,3	576,0	1.941,4	285,1	177,3	7.623,6	8,9
DESPACHO PLANTA 1ª	2.210,9	99,3	86,8	113,2	42,9	167,8	2.466,3	2,9
SALA REUNION ESQUINA	8.666,6	596,0	520,6	679,0	257,6	215,2	10.199,2	11,9
OFICINAS PLANTA 1ª	4.081,1	198,7	173,5	584,8	85,9	138,3	4.950,5	5,8
CAUDAL RENOVACION			4.454,6	CARGAS SIMULTANEAS			80.260,1	93,3

Resumen cargas invierno

LOCAL	CARGA INTERNA CALOR		CARGA VENTILACIÓN CALOR		TOTAL CALOR	
	SENSIBLE kcal/h	m3/h	SENSIBLE kcal/h	kcal/h.m2	kcal/h	kW
OFICINAS PLANTA BAJA	8.278,2	433,8	3.252,2	139,8	11.530,4	13,4
COMEDOR	5.266,2	864,0	6.477,4	127,9	11.743,6	13,7
HALL ENTRADA	3.044,2	0,0	0,0	72,5	3.044,2	3,5
SERVICIO MÉDICO	1.917,7	72,0	539,8	119,8	2.457,5	2,9
VESTUARIO MUJERES	3.542,3	1.728,0	12.954,8	173,7	16.497,1	19,2
VESTUARIO HOMBRES	1.917,4	576,0	4.318,3	145,0	6.235,7	7,3
DESPACHO PLANTA 1ª	1.779,0	86,8	650,4	165,3	2.429,5	2,8
SALA REUNION ESQUINA	6.112,9	520,6	3.902,6	211,3	10.015,6	11,6
OFICINAS PLANTA 1ª	2.761,5	173,5	1.300,9	113,5	4.062,4	4,7
CAUDAL RENOVACION		4.454,6	CARGAS SIMULTANEAS		68.015,9	79,1

1.4. ELECCIÓN DE ELEMENTOS TERMINALES

1.4.1. MÉTODO DE CÁLCULO Y DATOS DE PARTIDA

Una vez conocidas las necesidades térmicas de cada local, se continuará con el cálculo de las características de los elementos terminales que aportarán el calor necesario para vencer las cargas internas.

Los elementos terminales a colocar elegidos son fancoils a cuatro tubos tipo cassette y tipo conducto. En los locales grandes, más usados y en los que se quiere ofrecer una mejor estética como son el comedor, el hall de entrada y las oficinas de planta baja se colocaran fancoils de conductos. En el resto de locales se colocarán fancoils tipo cassette.



Fancoil de cassette



Fancoil de conductos

Estos fancoils serán los encargados de vencer todas las cargas menos las cargas debidas a la renovación de aire, de las que se encargará el climatizador de aire exterior del cual se hablará en el capítulo 3 de ventilación.

Por lo tanto, la tabla sobre la que se trabajará en este apartado es la siguiente:

LOCAL	CARGA TÉRMICA FRÍO			CARGA TÉRMICA CALOR	
	SENSIBLE kcal/h	LATENTE kcal/h	TOTAL KW	SENSIBLE kcal/h	TOTAL KW
OFICINAS PLANTA BAJA	13.172,6	496,7	15,9	8.278,2	9,6
COMEDOR	9.754,9	1.490,0	13,1	5.266,2	6,1
HALL ENTRADA	4.713,8	0,0	5,5	3.044,2	3,5
SERVICIO MÉDICO	2.046,9	49,7	2,4	1.917,7	2,2
VESTUARIO MUJERES	9.238,2	2.979,9	14,2	3.542,3	4,1
VESTUARIO HOMBRES	4.403,8	993,3	6,3	1.917,4	2,2
DESPACHO PLANTA 1ª	2.210,9	99,3	2,7	1.779,0	2,1
SALA REUNION ESQUINA	8.666,6	596,0	10,8	6.112,9	7,1
OFICINAS PLANTA 1ª	4.081,1	198,7	5,0	2.761,5	3,2

Para calcular el modelo de fancoil adecuado, primero se comprobará que las prestaciones frigoríficas de dicho fancoil complacen las necesidades creadas en la

instalación, ya que estas son superiores a las necesidades de calor, por lo que se presupone que si el fancoil sirve para frío también servirá para cubrir las necesidades de calor, no obstante tras la elección del modelo se comprobará que cubra las necesidades de calor.

De este proceso de selección se obtendrá el fancoil a instalar, el caudal de agua necesario para dar la potencia de proyecto, la pérdida de carga de la batería de agua y la velocidad del ventilador.

Los datos de partida para el cálculo de potencia frigorífica del fancoil sumados a las necesidades requeridas son, tal y como se ha detallado en el documento MEMORIA:

Temperatura interior bulbo seco: 23°C

Temperatura interior bulbo húmedo: 17°C

Temperatura de entrada de agua a la batería: 7°C

Incremento de temperatura del agua: 5°C

Los datos de partida para el cálculo de potencia calorífica del fancoil sumados a las necesidades requeridas son, tal y como se ha detallado en el documento MEMORIA:

Temperatura interior bulbo seco: 22°C

Temperatura de entrada de agua a la batería: 55°C

1.4.2. CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS TERMINALES A INSTALAR

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, lo primero que calcularemos serán las prestaciones frigoríficas del fancoil procediendo a la elección del más adecuado.

Para ello se dispone de unas tablas del fabricante en donde vienen reflejadas las capacidades frigoríficas dependiendo de la temperatura de entrada del agua a la batería, el incremento de temperatura del agua y la temperatura del aire interior del local.

Al final de la tabla tenemos los factores de corrección que hay que aplicar dependiendo de la velocidad del ventilador, y de la batería si es a dos o cuatro tubos.

TABLAS DE FANCOIL TIPO CASSETTE (CAPACIDADES FRIGORÍFICAS):

Capacidades frigoríficas, batería de dos tubos (con el ventilador a alta velocidad)

Temperatura de entrada del agua °C	Diferencia de temp. de agua, K	Temperatura del aire, °C		42GW 004		42GW 008		42GW 010		42GW 012		42GW 016		42GW 020	
		bh	bs	Total	Sensible										
5	3	15	21	2,23	2,09	3,61	2,92	4,23	3,46	5,17	4,17	7,12	5,50	9,44	7,40
5	5	15	21	1,64	1,64	2,52	2,38	2,97	2,83	4,00	3,54	5,53	4,72	7,33	6,37
5	7	15	21	1,08	1,08	1,71	1,71	2,00	2,00	2,92	2,91	4,06	3,97	5,38	5,32
5	9	15	21	0,70	0,70	1,14	1,14	1,23	1,23	2,07	2,07	3,08	3,08	4,02	4,02
7	3	15	21	1,83	1,83	2,77	2,52	3,26	3,00	4,10	3,63	5,51	4,73	7,34	6,40
7	5	15	21	1,29	1,29	1,95	1,95	2,34	2,34	3,06	3,05	4,09	4,00	5,45	5,39
7	7	15	21	0,73	0,73	1,23	1,23	1,42	1,42	2,22	2,22	3,10	3,10	4,15	4,15
7	9	15	21	0,52	0,52	0,84	0,84	0,90	0,90	1,58	1,58	2,29	2,29	2,86	2,86
9	3	15	21	1,47	1,47	2,14	2,14	2,54	2,54	3,11	3,10	4,04	4,00	5,43	5,43
9	5	15	21	0,93	0,93	1,43	1,43	1,68	1,68	2,37	2,37	3,16	3,16	4,23	4,23
9	7	15	21	0,50	0,50	0,81	0,81	0,88	0,88	1,51	1,51	2,22	2,22	2,91	2,91
9	9	15	21	0,36	0,36	0,56	0,56	0,59	0,59	1,11	1,11	1,47	1,47	1,86	1,86
11	3	15	21	1,11	1,11	1,65	1,65	1,95	1,95	2,44	2,44	3,16	3,16	4,25	4,25
11	5	15	21	0,57	0,57	0,92	0,92	1,07	1,07	1,66	1,66	2,25	2,25	3,01	3,01
13	3	15	21	0,74	0,74	1,13	1,13	1,34	1,34	1,76	1,76	2,27	2,27	1,24	1,24
5	3	17	23	3,11	2,39	4,73	3,31	5,53	3,91	6,86	4,76	9,34	6,27	12,39	8,41
5	5	17	23	2,05	1,94	3,52	2,76	4,13	3,27	5,28	4,06	7,52	5,44	9,98	7,33
5	7	17	23	1,47	1,47	2,28	2,17	2,71	2,60	3,99	3,41	5,74	4,64	7,59	6,25
5	9	17	23	0,91	0,91	1,56	1,56	1,80	1,80	2,81	2,79	4,11	3,89	5,42	5,22
7	3	17	23	2,40	2,09	3,82	2,90	4,46	3,43	5,51	4,15	7,56	5,45	9,99	7,33
7	5	17	23	1,67	1,67	2,66	2,38	3,12	2,83	4,19	3,53	5,80	4,68	7,69	6,31
7	7	17	23	1,12	1,12	1,76	1,75	2,06	2,06	2,96	2,90	4,19	3,94	5,53	5,30
7	9	17	23	0,70	0,70	1,14	1,14	1,26	1,26	2,11	2,11	3,08	3,08	4,07	4,07
9	3	17	23	1,84	1,84	2,79	2,53	3,28	3,00	4,14	3,63	5,54	4,71	7,36	6,38
9	5	17	23	1,32	1,32	1,99	1,99	2,38	2,38	3,07	3,05	4,10	4,01	5,46	5,40
9	7	17	23	0,77	0,77	1,27	1,27	1,47	1,47	2,28	2,28	3,12	3,12	4,18	4,18
9	9	17	23	0,53	0,53	0,84	0,84	0,90	0,90	1,58	1,58	2,28	2,28	2,87	2,87
11	3	17	23	1,49	1,49	2,15	2,15	2,55	2,55	3,12	3,11	4,02	4,00	5,42	5,42
11	5	17	23	0,96	0,96	1,46	1,46	1,74	1,74	2,41	2,41	3,16	3,16	4,24	4,24
11	7	17	23	0,50	0,50	0,81	0,81	0,90	0,90	1,55	1,55	2,22	2,22	2,94	2,94
11	9	17	23	0,18	0,18	0,27	0,27	0,29	0,29	1,11	1,11	1,46	1,46	1,86	1,86
13	3	17	23	1,13	1,13	1,66	1,66	1,96	1,96	2,45	2,45	3,15	3,15	4,25	4,25
13	5	17	23	0,60	0,60	0,95	0,95	1,10	1,10	1,70	1,70	2,26	2,26	3,03	3,03
13	7	17	23	0,33	0,33	0,52	0,52	0,56	0,56	1,02	1,02	1,39	1,39	1,78	1,78
13	9	17	23	0,18	0,18	0,27	0,27	0,29	0,29	1,11	1,11	1,46	1,46	1,86	1,86
5	3	19	25	4,05	2,67	6,04	3,73	7,07	4,40	8,67	5,33	11,73	7,04	15,64	9,47
5	5	19	25	2,93	2,22	4,75	3,16	5,58	3,75	7,20	4,69	9,93	6,23	13,19	8,36
5	7	19	25	1,85	1,78	3,36	2,58	3,92	3,06	5,33	3,91	7,89	5,36	10,45	7,21
5	9	19	25	1,30	1,30	2,12	2,01	2,46	2,36	3,96	3,27	5,94	4,55	7,82	6,11
7	3	19	25	3,32	2,38	5,05	3,29	5,89	3,89	7,32	4,73	9,95	6,23	13,19	8,36
7	5	19	25	2,13	1,92	3,76	2,75	4,40	3,26	5,69	4,05	8,01	5,40	10,63	7,28
7	7	19	25	1,51	1,51	2,38	2,17	2,87	2,61	4,22	3,41	6,07	4,60	8,02	6,20
7	9	19	25	0,97	0,97	1,61	1,60	1,87	1,87	2,90	2,77	4,28	3,85	5,62	5,19
9	3	19	25	2,57	2,08	4,04	2,87	4,72	3,40	5,88	4,13	8,04	5,41	10,62	7,27
9	5	19	25	1,70	1,70	2,80	2,36	3,28	2,80	4,39	3,51	6,14	4,64	8,13	6,26
9	7	19	25	1,17	1,17	1,81	1,79	2,13	2,11	3,13	2,90	4,38	3,90	5,76	5,25
9	9	19	25	0,70	0,70	1,15	1,15	1,31	1,31	2,18	2,18	3,09	3,09	4,12	4,12
11	3	19	25	1,88	1,81	3,08	2,48	3,58	2,94	4,44	3,56	6,10	4,63	8,07	6,25
11	5	19	25	1,35	1,35	2,06	2,00	2,43	2,37	3,28	2,99	4,40	3,92	5,83	5,30
11	7	19	25	0,82	0,82	1,31	1,31	1,52	1,52	2,34	2,34	3,14	3,14	4,21	4,21
11	9	19	25	0,53	0,53	0,84	0,84	0,90	0,90	1,58	1,58	2,27	2,27	2,89	2,89
13	3	19	25	1,50	1,50	2,19	2,11	2,58	2,51	3,30	3,03	4,33	3,91	5,75	5,30
13	5	19	25	0,99	0,99	1,49	1,49	1,79	1,79	2,44	2,44	3,16	3,16	4,25	4,25
13	7	19	25	0,50	0,50	0,83	0,83	0,95	0,95	1,61	1,61	2,22	2,22	2,97	2,97
13	9	19	25	0,36	0,36	0,56	0,56	0,59	0,59	1,11	1,11	1,46	1,46	1,85	1,85
5	3	19	27	4,03	3,05	6,03	4,18	7,06	4,95	8,63	5,97	11,66	7,82	15,52	10,52
5	5	19	27	2,91	2,60	4,87	3,67	5,72	4,35	7,16	5,32	9,92	7,03	13,18	9,47
5	7	19	27	2,22	2,22	3,63	3,13	4,25	3,71	5,74	4,67	8,14	6,25	10,79	8,43
5	9	19	27	1,69	1,69	2,62	2,57	3,08	3,03	4,53	4,05	6,45	5,50	8,52	7,41
7	3	19	27	3,31	2,76	5,09	3,77	5,95	4,46	7,29	5,37	9,89	7,01	13,13	9,44
7	5	19	27	2,40	2,35	4,00	3,28	4,70	3,90	5,90	4,76	8,30	6,27	11,00	8,47
7	7	19	27	1,89	1,89	2,91	2,79	3,45	3,33	4,73	4,17	6,51	5,53	8,62	7,47
7	9	19	27	1,36	1,36	2,14	2,14	2,51	2,51	3,63	3,61	5,00	4,83	6,62	6,48
9	3	19	27	2,61	2,50	4,18	3,37	4,89	4,00	5,90	4,79	8,08	6,24	10,71	8,41
9	5	19	27	2,07	2,07	3,14	2,92	3,68	3,46	4,84	4,25	6,51	5,55	8,64	7,50
9	7	19	27	1,55	1,55	2,34	2,34	2,81	2,81	3,73	3,69	5,01	4,85	6,68	6,55
9	9	19	27	1,02	1,02	1,66	1,66	1,93	1,93	2,96	2,96	4,01	4,01	5,37	5,37
11	3	19	27	2,21	2,21	3,28	3,00	3,85	3,57	4,79	4,27	6,38	5,51	8,46	7,46
11	5	19	27	1,72	1,72	2,55	2,54	3,02	3,01	3,80	3,75	4,97	4,86	6,65	6,57
11	7	19	27	1,21	1,21	1,85	1,85	2,18	2,18	3,08	3,08	4,04	4,04	5,42	5,42
11	9	19	27	0,71	0,71	1,19	1,19	1,37	1,37	2,25	2,25	3,10	3,10	4,16	4,16
13	3	19	27	1,86	1,86	2,64	2,64	3,12	3,12	3,77	3,77	4,83	4,81	6,53	6,53
13	5	19	27	1,37	1,37	2,07	2,07	2,44	2,44	3,14	3,14	4,04	4,04	5,44	5,44
13	7	19	27	0,86	0,86	1,35	1,35	1,57	1,57	2,39	2,39	3,15	3,15	4,22	4,22
13	9	19	27	0,53	0,53	0,84	0,84	0,90	0,90	1,59	1,59	2,26	2,26	2,91	2,91

Condiciones Eurovent

Temperatura de entrada del agua °C	Diferencia de temp. de agua, K	Temperatura del aire, °C		42GW 004		42GW 008		42GW 010		42GW 012		42GW 016		42GW 020	
		bh	bs	Total	Sensible										
5	3	21	29	5,04	3,33	7,42	4,59	8,70	5,43	10,55	6,52	14,18	8,57	18,91	11,52
5	5	21	29	3,97	2,91	6,17	4,05	7,19	4,79	9,13	5,91	12,50	7,81	16,54	10,46
5	7	21	29	2,66	2,42	4,82	3,49	5,64	4,14	7,36	5,18	10,49	6,95	13,94	9,37
5	9	21	29	2,07	2,07	3,44	2,95	4,12	3,54	5,82	4,53	8,53	6,16	11,29	8,30
7	3	21	29	4,31	3,04	6,42	4,15	7,51	4,92	9,21	5,93	12,43	7,77	16,53	10,45
7	5	21	29	3,19	2,61	5,21	3,65	6,08	4,33	7,72	5,32	10,61	7,00	14,03	9,40
7	7	21	29	2,22	2,19	3,88	3,12	4,54	3,70	6,01	4,64	8,61	6,19	11,42	8,35
7	9	21	29	1,74	1,74	2,72	2,60	3,21	3,08	4,78	4,05	6,80	5,45	8,98	7,35
9	3	21	29	3,54	2,74	5,41	3,74	6,32	4,43	7,78	5,34	10,55	6,97	14,00	9,38
9	5	21	29	2,49	2,36	4,23	3,26	4,96	3,88	6,22	4,73	8,67	6,21	11,50	8,39
9	7	21	29	1,93	1,93	3,04	2,77	3,56	3,29	4,96	4,15	6,86	5,48	9,07	7,41
9	9	21	29	1,41	1,41	2,19	2,18	2,57	2,57	3,72	3,57	5,16	4,80	6,83	6,46
11	3	21	29	2,74	2,45	4,40	3,34	5,13	3,96	6,26	4,74	8,57	6,17	11,36	8,34
11	5	21	29	2,09	2,09	3,29	2,91	3,86	3,45	5,05	4,22	6,82	5,48	9,08	7,43
11	7	21	29	1,59	1,59	2,40	2,38	2,86	2,84	3,87	3,66	5,16	4,80	6,86	6,51
11	9	21	29	1,07	1,07	1,71	1,71	2,00	2,00	3,02	3,02	4,02	4,02	5,40	5,40
13	3	21	29	2,21	2,21	3,44	2,96	4,02	3,52	4,97	4,22	6,68	5,45	8,86	7,37
13	5	21	29	1,74	1,74	2,59	2,54	3,05	3,01	3,93	3,71	5,11	4,80	6,81	6,52
13	7	21	29	1,24	1,24	1,89	1,89	2,24	2,24	3,12	3,12	4,04	4,04	5,43	5,43
13	9	21	29	0,72	0,72	1,23	1,23	1,42	1,42	2,32	2,32	3,12	3,12	4,20	4,20
5	3	23	31	6,12	3,61	8,92	5,00	10,48	5,91	12,59	7,07	16,86	9,31	22,53	12,50
5	5	23	31	5,01	3,17	7,61	4,44	8,88	5,24	11,17	6,46	15,22	8,57	20,19	11,46
5	7	23	31	3,80	2,73	6,24	3,89	7,32	4,62	9,59	5,82	13,29	7,74	17,64	10,39
5	9	23	31	2,55	2,33	4,74	3,32	5,53	3,94	7,54	5,03	11,10	6,87	14,71	9,24
7	3	23	31	5,38	3,31	7,92	4,57	9,29	5,40	11,25	6,48	15,12	8,52	20,16	11,44
7	5	23	31	4,26	2,90	6,59	4,03	7,67	4,75	9,77	5,88	13,36	7,77	17,67	10,40
7	7	23	31	2,96	2,45	5,21	3,50	6,09	4,15	8,02	5,21	11,26	6,93	14,95	9,33
7	9	23	31	2,06	2,05	3,75	2,96	4,39	3,52	6,13	4,51	9,09	6,11	12,03	8,24
9	3	23	31	4,60	3,02	6,86	4,13	8,02	4,89	9,83	5,90	13,26	7,72	17,64	10,38
9	5	23	31	3,47	2,62	5,56	3,63	6,45	4,29	8,26	5,29	11,35	6,96	14,97	9,33
9	7	23	31	2,34	2,22	4,17	3,12	4,88	3,70	6,41	4,62	9,20	6,15	12,20	8,31
9	9	23	31	1,79	1,79	2,83	2,60	3,39	3,12	5,04	4,04	7,18	5,40	9,48	7,29
11	3	23	31	3,79	2,73	5,75	3,70	6,71	4,39	8,31	5,31	11,27	6,92	14,94	9,32
11	5	23	31	2,58	2,32	4,50	3,24	5,24	3,84	6,65	4,71	9,25	6,17	12,21	8,31
11	7	23	31	1,96	1,96	3,21	2,77	3,76	3,29	5,20	4,13	7,23	5,43	9,56	7,34
11	9	23	31	1,46	1,46	2,26	2,23	2,65	2,62	3,93	3,56	5,40	4,74	7,10	6,40
13	3	23	31	2,93	2,44	4,66	3,30	5,44	3,92	6,69	4,72	9,14	6,13	12,08	8,26
13	5	23	31	2,11	2,11	3,46	2,87	4,06	3,41	5,27	4,18	7,20	5,43	9,55	7,35
13	7	23	31	1,62	1,62	2,48	2,41	2,94	2,87	4,06	3,64	5,41	4,75	7,14	6,44
13	9	23	31	1,12	1,12	1,76	1,76	2,06	2,06	3,08	3,07	4,06	4,03	5,42	5,41
5	3	25	33	7,29	3,87	10,52	5,40	12,38	6,38	14,78	7,60	19,72	10,03	26,40	13,46
5	5	25	33	6,14	3,43	9,22	4,84	10,77	5,70	13,36	7,00	18,11	9,30	24,07	12,43
5	7	25	33	5,02	3,04	7,83	4,30	9,10	5,06	11,85	6,39	16,30	8,53	21,55	11,39
5	9	25	33	3,61	2,57	6,26	3,72	7,32	4,41	9,98	5,68	14,11	7,66	18,74	10,29
7	3	25	33	6,54	3,58	9,53	4,97	11,19	5,87	13,44	7,02	18,00	9,25	24,04	12,41
7	5	25	33	5,38	3,16	8,16	4,42	9,51	5,21	11,95	6,42	16,26	8,51	21,56	11,39
7	7	25	33	4,18	2,76	6,74	3,89	7,85	4,60	10,36	5,82	14,28	7,72	18,87	10,33
7	9	25	33	2,72	2,30	5,17	3,34	6,03	3,96	8,28	5,08	11,95	6,85	15,83	9,22
9	3	25	33	5,75	3,29	8,47	4,54	9,93	5,36	12,02	6,44	16,15	8,46	21,53	11,36
9	5	25	33	4,57	2,89	7,05	4,01	8,20	4,72	10,45	5,85	14,28	7,72	18,88	10,33
9	7	25	33	3,28	2,47	5,61	3,49	6,57	4,14	8,72	5,22	12,10	6,90	16,01	9,28
9	9	25	33	2,19	2,08	4,08	2,97	4,76	3,53	6,57	4,50	9,75	6,08	12,89	8,20
11	3	25	33	4,92	3,00	7,34	4,11	8,58	4,86	10,50	5,86	14,18	7,67	18,84	10,31
11	5	25	33	3,74	2,61	5,93	3,60	6,89	4,26	8,86	5,27	12,15	6,92	16,01	9,27
11	7	25	33	2,46	2,24	4,46	3,10	5,21	3,68	6,87	4,60	9,84	6,11	13,04	8,25
11	9	25	33	1,84	1,84	3,03	2,61	3,62	3,13	5,30	4,02	7,62	5,36	10,07	7,25
13	3	25	33	4,05	2,71	6,14	3,68	7,16	4,35	8,89	5,27	12,05	6,88	15,97	9,25
13	5	25	33	2,83	2,33	4,81	3,22	5,56	3,81	7,14	4,68	9,89	6,13	12,99	8,23
13	7	25	33	1,99	1,99	3,36	2,74	3,94	3,26	5,45	4,10	7,66	5,38	10,13	7,28
13	9	25	33	1,51	1,51	2,32	2,24	2,74	2,66	4,14	3,55	5,66	4,69	7,47	6,35

Capacidades frigoríficas, batería de cuatro tubos

Para obtener las capacidades frigoríficas para baterías de cuatro tubos, multiplicar los valores de la tabla anterior para las baterías de dos tubos por los siguientes factores de corrección:

42GW	Factor de corrección
004	0,79
008	0,85
010	0,84
020	0,89

Factores de corrección

42GW	Capacidad	Velocidad del ventilador		
		Alta	Media	Baja
004	Total	1	0,76	0,65
	Sensible	1	0,73	0,62
008	Total	1	0,71	0,48
	Sensible	1	0,71	0,47
010	Total	1	0,75	0,61
	Sensible	1	0,73	0,58
012	Total	1	0,76	0,57
	Sensible	1	0,75	0,57
016	Total	1	0,74	0,49
	Sensible	1	0,73	0,47
020	Total	1	0,74	0,42
	Sensible	1	0,73	0,40

Factores de corrección para distintas velocidades del ventilador, modo de refrigeración

Unidad de dos tubos con presión estática de 50 Pa a velocidad del ventilador media y sin impulsión a cada velocidad

42DWC	Capacidad	Velocidad del ventilador			
		Super alta	Alta	Media	Baja
07	Total	1,06	1,03	1	0,92
	Sensible	1,07	1,03	1	0,92
09	Total	1,18	1,13	1	0,86
	Sensible	1,20	1,14	1	0,85
12	Total	1,12	1,08	1	0,90
	Sensible	1,14	1,09	1	0,88
16	Total	1,06	1,02	1	0,93
	Sensible	1,07	1,01	1	0,94
42DWD					
09	Total	1,17	1,08	1	0,87
	Sensible	1,21	1,12	1	0,85
16	Total	1,07	1,04	1	0,93
	Sensible	1,08	1,05	1	0,92

Con los datos de partida dados, para elegir los fancoils de cassette, deberíamos ir a la línea:

Temperatura de entrada del agua °C	Diferencia de temp. de agua, K	Temperatura del aire, °C		42GW 004		42GW 008		42GW 010		42GW 012		42GW 016		42GW 020	
		bh	bs	Total	Sensible										
7	5	17	23	1,67	1,67	2,66	2,38	3,12	2,83	4,19	3,53	5,80	4,68	7,69	6,31

Para escoger el fancoil que debería colocarse en el servicio médico, tomamos el dato de la tabla de necesidades frigoríficas que nos da 2,4 KW.

Escogemos el 42GW 010 que nos da 3,12 KW y le aplicamos los factores de corrección por ser un fancoil a cuatro tubos y velocidad del ventilador.

$$\text{Prestación frigorífica 42GW 010} = 3,12 * 0,84 * 1 = 2,62 \text{ KW}$$

Como la prestación del fancoil es superior a las necesidades de la instalación (2,62KW>2,4KW), se escoge el fancoil 42GW 010 con velocidad alta.

Una vez calculados todos los fancoils para que cubran las necesidades frigoríficas se comprueba que también cubren las necesidades caloríficas, para ello se procede de la misma manera con las tablas adjuntas a continuación:

TABLAS DE FANCOIL TIPO CASSETTE (CAPACIDADES CALORÍFICAS):

 Capacidades caloríficas, batería de cuatro tubos
 (con el ventilador a alta velocidad)

Caudal de agua		Diferencia de temp. disponible K	42GW 004	42GW 008	42GW 010	42GW 020
l/h	l/s					
68	0,02	20	0,39	-	-	-
80	0,02	20	0,41	-	-	-
150	0,04	20	0,50	1,01	1,10	2,58
200	0,06	20	0,53	1,10	1,21	3,07
250	0,07	20	0,55	1,17	1,29	3,44
300	0,08	20	0,57	1,21	1,35	3,73
400	0,11	20	0,59	1,28	1,43	4,18
600	0,17	20	0,62	1,35	1,52	4,75
800	0,22	20	0,63	1,39	1,58	5,09
1000	0,28	20	0,64	1,41	1,61	5,31
2000	0,56	20	0,66	1,47	1,68	5,82
3000	0,83	20	0,67	1,49	1,71	6,00
4000	1,11	20	0,67	1,50	1,73	6,10
200	0,06	30	0,81	1,68	1,85	4,60
250	0,07	30	0,84	1,77	1,96	5,14
300	0,08	30	0,86	1,84	2,05	5,58
400	0,11	30	0,90	1,93	2,17	6,27
600	0,17	30	0,93	2,03	2,30	7,13
800	0,22	30	0,95	2,09	2,38	7,64
1000	0,28	30	0,96	2,13	2,43	7,97
2000	0,56	30	0,99	2,21	2,54	8,73
3000	0,83	30	1,00	2,24	2,58	9,01
4000	1,11	30	1,00	2,26	2,60	9,16
250	0,07	40	1,13	2,38	2,64	6,84
300	0,08	40	1,16	2,47	2,75	7,42
400	0,11	40	1,20	2,59	2,91	8,35
600	0,17	40	1,25	2,73	3,09	9,50
800	0,22	40	1,27	2,80	3,19	10,2
1000	0,28	40	1,29	2,85	3,25	10,6
2000	0,56	40	1,32	2,96	3,39	11,6
3000	0,83	40	1,33	2,99	3,44	12,0
4000	1,11	40	1,34	3,01	3,47	12,2
300	0,08	50	1,46	3,11	3,47	9,27
400	0,11	50	1,51	3,26	3,66	10,4
600	0,17	50	1,57	3,43	3,88	11,9
800	0,22	50	1,60	3,52	4,00	12,7
1000	0,28	50	1,62	3,58	4,08	13,3
2000	0,56	50	1,66	3,70	4,25	14,6
3000	0,83	50	1,67	3,75	4,31	15,0
4000	1,11	50	1,68	3,77	4,34	15,3
350	0,10	60	1,83	3,91	4,37	12,0
400	0,11	60	1,85	3,99	4,48	12,6
600	0,17	60	1,92	4,20	4,75	14,4
800	0,22	60	1,96	4,32	4,91	15,5
1000	0,28	60	1,98	4,39	5,00	16,2
2000	0,56	60	2,03	4,55	5,22	17,7
3000	0,83	60	2,05	4,61	5,30	18,3
4000	1,11	60	2,06	4,64	5,34	18,6
400	0,11	70	2,17	4,68	5,26	14,7
600	0,17	70	2,25	4,92	5,57	16,8
800	0,22	70	2,29	5,05	5,74	18,1
1000	0,28	70	2,32	5,14	5,86	18,9
2000	0,56	70	2,38	5,32	6,10	20,7
3000	0,83	70	2,40	5,38	6,19	21,4
4000	1,11	70	2,41	5,42	6,24	21,7

Diferencia de temperatura disponible = temperatura de entrada del agua caliente – temperatura seca de entrada del aire
 Máxima temperatura del agua en funcionamiento 30°C, máx. presión en funcionamiento 14 bar

TABLAS DE FANCOIL DE CONDUCTOS (CAPACIDADES CALORÍFICAS):

 Capacidades caloríficas (kW),
 batería con 4 tubos
 (con velocidad alta)

Caudal de agua		ΔT K	42DWD 09	42DWD 16
l/h	l/s			
500	0,14	20	3,18	4,69
684	0,19	20	3,46	5,25
1000	0,28	20	3,77	5,9
1200	0,33	20	3,88	6,14
1500	0,42	20	4,03	6,47
1800	0,50	20	4,12	6,67
2000	0,56	20	4,18	6,8
500	0,14	30	4,83	7,13
684	0,19	30	5,26	7,99
1000	0,28	30	5,72	8,95
1200	0,33	30	5,88	9,31
1500	0,42	30	6,1	9,79
1800	0,50	30	6,23	10,1
2000	0,56	30	6,31	10,28
500	0,14	40	6,52	9,79
684	0,19	40	7,09	10,76
1000	0,28	40	7,69	12,05
1200	0,33	40	7,91	12,52
1500	0,42	40	8,19	13,15
1800	0,50	40	8,36	13,56
2000	0,56	40	8,47	13,8
500	0,14	50	8,11	11,94
684	0,19	50	8,82	13,57
1000	0,28	50	9,68	15,17
1200	0,33	50	9,95	15,77
1500	0,42	50	10,3	16,55
1800	0,50	50	10,51	17,05
2000	0,56	50	10,64	17,34
500	0,14	60	9,84	14,69
684	0,19	60	10,8	16,62
1000	0,28	60	11,69	18,33
1200	0,33	60	12,01	19,04
1500	0,42	60	12,42	19,97
1800	0,50	60	12,67	20,56
2000	0,56	60	12,82	20,91
500	0,14	70	11,58	17,04
684	0,19	70	12,55	19,05
1000	0,28	70	13,59	21,3
1200	0,33	70	13,96	22,13
1500	0,42	70	14,44	23,21
1800	0,50	70	14,73	23,9
2000	0,56	70	14,91	24,31

Leyenda
 ΔT - Diferencia de temperatura, K

Con los datos de partida dados, para elegir los fancoils de cassette, deberíamos ir a la serie de datos del apartado con diferencia de temperatura entre la entrada del aire y la entrada del agua de 30°C:

Caudal de agua		Diferencia de temp. disponible K	42GW 004	42GW 008	42GW 010	42GW 020
l/h	l/s					
200	0,06	30	0,81	1,68	1,85	4,60
250	0,07	30	0,84	1,77	1,96	5,14
300	0,08	30	0,86	1,84	2,05	5,53
400	0,11	30	0,90	1,93	2,17	6,27
600	0,17	30	0,93	2,03	2,30	7,13
800	0,22	30	0,95	2,09	2,38	7,61
1000	0,28	30	0,96	2,13	2,43	7,97
2000	0,56	30	0,99	2,21	2,54	8,73
3000	0,83	30	1,00	2,24	2,58	9,01
4000	1,11	30	1,00	2,26	2,60	9,13

Como ya hemos elegido el fancoil anteriormente comprobamos que cubre las necesidades caloríficas. Cogemos el ejemplo del servicio médico cuya demanda calorífica es de 2,2 KW y el modelo es un 42GW 010.

Caudal de agua		Diferencia de temp. disponible K	42GW 004	42GW 008	42GW 010	42GW 020
l/h	l/s					
200	0,06	30	0,81	1,68	1,85	4,60
250	0,07	30	0,84	1,77	1,96	5,14
300	0,08	30	0,86	1,84	2,05	5,58
400	0,11	30	0,90	1,93	2,17	6,27
600	0,17	30	0,93	2,03	2,30	7,13
800	0,22	30	0,95	2,09	2,38	7,64
1000	0,28	30	0,96	2,13	2,43	7,97
2000	0,56	30	0,99	2,21	2,54	8,73
3000	0,83	30	1,00	2,24	2,58	9,01
4000	1,11	30	1,00	2,26	2,60	9,16

Para que el 42GW 010 cubra la demanda de calor habrá que impulsar un caudal de agua por la batería de 600 l/h.

Para obtener los caudales de la batería de frío (l/h) se divide la potencia frigorífica de las prestaciones del fancoil (Kcal/h) entre el incremento de temperatura del agua a su entrada y salida de la batería (°C).

De esta manera, como ejemplo, en la batería de frío del fancoil del servicio médico tendremos un caudal de 450,8 l/h.

Con los caudales obtenidos y las tablas que se adjuntan a continuación se obtendría la pérdida de carga generada en la batería de agua.

TABLA PÉRDIDA DE CARGA PARA FANCOIL DE CASSETTE:

Pérdidas de carga

Batería de cuatro tubos

Sólo la batería (conexiones de agua y válvulas no incluidas)

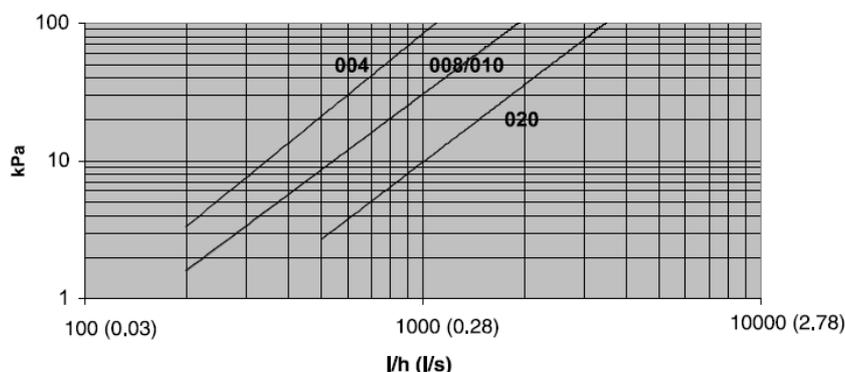
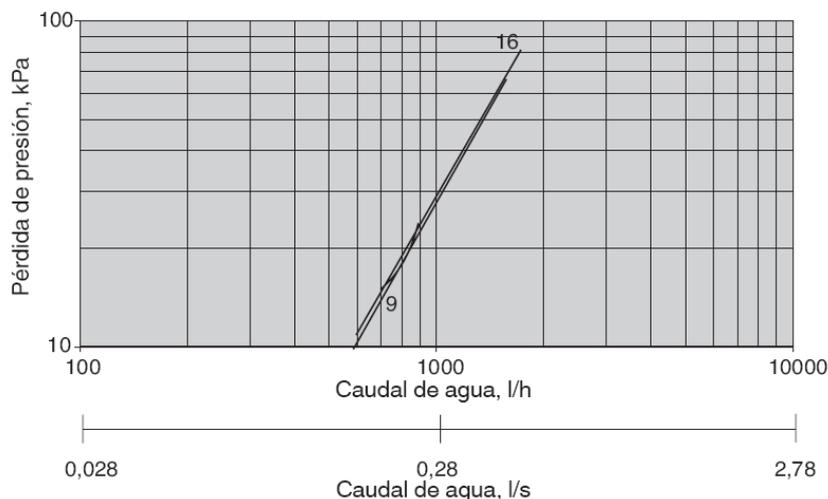


TABLA PÉRDIDA DE CARGA PARA FANCOIL DE CASSETTE:

Pérdidas de carga

Batería con 4 tubos



NOTA: El cálculo de los conductos de los fancoils de conductos está reflejado en el capítulo 3 de ventilación, apartado “Dimensionado de Conductos”.

1.4.3. RESULTADOS

A continuación se muestra la selección de fancoils por locales con los datos obtenidos de las tablas del apartado anterior:

Datos prestaciones refrigeración:

LOCAL	FANCOIL		PRESTACIONES EN REFRIGERACIÓN POR UNIDAD						DIFERENCIAS PRESTACIONES-NECESIDADES	
	MODELO	UDS.	TOTAL kcal/h	TOTAL kW	SENSIBLE kW	LATENTE kW	CAUDAL (l/h)	P.D.C. (KPa)	REFRIGERACIÓN kW	%
OFICINAS PLANTA BAJA	42DWD16	2,0	7.103,6	8,3	7,3	1,0	1.420,7	50,0	0,626	8%
COMEDOR	42DWD16	2,0	6.606,3	7,7	6,7	1,0	1.321,3	42,0	2,288	30%
HALL ENTRADA	42DWD09	1,0	4.644,0	5,4	5,1	0,3	928,8	26,0	-0,081	-2%
SERVICIO MÉDICO	42GWD010	1,0	2.253,9	2,6	2,4	0,2	450,8	7,5	0,183	7%
VESTUARIO MUJERES	42GWD020	2,0	5.885,9	6,8	5,6	1,2	1.177,2	12,0	-0,519	-8%
VESTUARIO HOMBRES	42GWD020	1,0	5.885,9	6,8	5,6	1,2	1.177,2	12,0	0,568	8%
DESPACHO PLANTA 1ª	42GWD010	1,0	2.253,9	2,6	2,4	0,2	450,8	7,5	-0,065	-2%
SALA REUNION ESQUINA	42GWD020	2,0	5.885,9	6,8	5,6	1,2	1.177,2	12,0	2,918	43%
OFICINAS PLANTA 1ª	42GWD010	2,0	2.253,9	2,6	2,4	0,2	450,8	7,5	0,265	10%

Como se puede observar hay tres locales cuyos fancoils seleccionados no cubren totalmente la demanda. Esto se debe a que el hecho de seleccionar el siguiente nivel de fancoil supone un aumento excesivo de la potencia y lo que es peor un aumento considerable en el presupuesto. Por lo tanto se busca una situación de compromiso que

equilibre la balanza económica con las prestaciones. Esta disminución de potencia, que como se puede observar es mínima, lo que provocará en situaciones de proyecto es que en vez de climatizar el local en 23°C sólo se alcanzará temperaturas de 24°C, temperatura totalmente confortable y dentro del rango marcado por el RITE.

Datos prestaciones calefacción:

LOCAL	FANCOIL		PRESTACIONES EN CALEFACCIÓN POR UNIDAD				DIFERENCIAS PRESTACIONES-NECESIDADES	
	MODELO	UDS.	TOTAL kcal/h	TOTAL KW	CAUDAL (l/h)	P.D.C. (KPa)	CALEFACCIÓN KW	%
OFICINAS PLANTA BAJA	42DWD16	2,0	6.871,4	8,0	687,1	14,0	6,354	80%
COMEDOR	42DWD16	2,0	6.871,4	8,0	687,1	14,0	9,857	123%
HALL ENTRADA	42DWD09	1,0	4.153,8	4,8	415,4	7,5	1,290	27%
SERVICIO MÉDICO	42GWD010	1,0	1.978,0	2,3	600,0	12,0	0,070	3%
VESTUARIO MUJERES	42GWD020	2,0	4.798,8	5,6	300,0	3,5	7,041	126%
VESTUARIO HOMBRES	42GWD020	1,0	3.956,0	4,6	200,0	0,8	2,370	52%
DESPACHO PLANTA 1ª	42GWD010	1,0	1.978,0	2,3	600,0	12,0	0,231	10%
SALA REUNION ESQUINA	42GWD020	2,0	3.956,0	4,6	200,0	0,8	2,092	45%
OFICINAS PLANTA 1ª	42GWD010	2,0	1.978,0	2,3	600,0	12,0	1,389	60%

1.5. CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Se denomina red de distribución a la red de tuberías que enlazan los elementos terminales (fancoils, climatizador...) con el generador de calor. Una vez elegidos los fancoils, hace falta llevar a ellos el fluido caloportador, de la forma más eficaz posible.

El dimensionado de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador a la temperatura media de funcionamiento, las características del material utilizado y el tipo de circuito.

La red general y colectores se montarán con tuberías de Acero Negro DIN 2440, unidas mediante accesorios y soldadura, y calorifugadas con coquilla de espesores de acuerdo al diámetro de tuberías.

Para la distribución de tuberías se adopta una instalación de circuito cerrado de tipo bitubular en acero negro a dos tubos, unidas mediante accesorios y soldadura, discurriendo calorifugadas por los falsos techos y por patinillos hasta la derivación a cada local. El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 para un aislamiento mínimo con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 kcal/ (h m °C).

En función de los caudales obtenidos y de las pérdidas de carga que serán inferiores a 400 Pa/m. en tramos rectos, se obtienen los diámetros de las tuberías a instalar

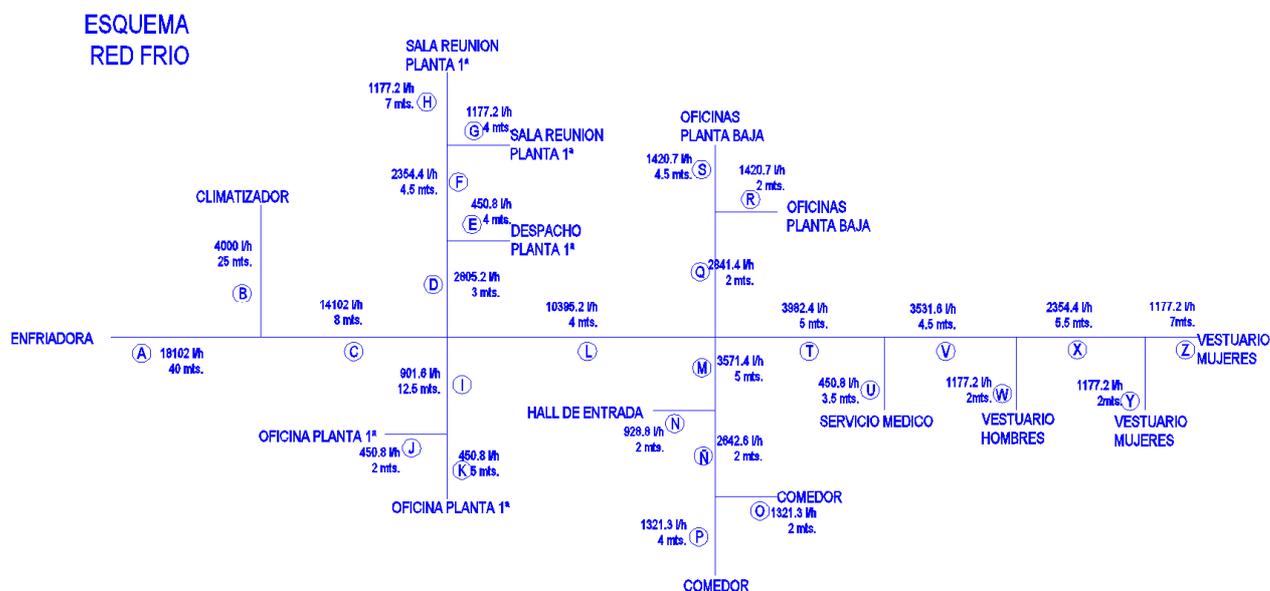
y las velocidades del agua en estas tuberías, que no serán superiores a 1,5 m/s. con el fin de mantener un nivel sonoro adecuado y una longevidad máxima de la instalación.

1.5.1. CÁLCULO DE LA RED DE TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN

Hay que tener claro cómo será la distribución final, es decir, la disposición de las tuberías con sus tramos rectos, codos, la disposición de los elementos terminales, tuberías de ida y retorno.

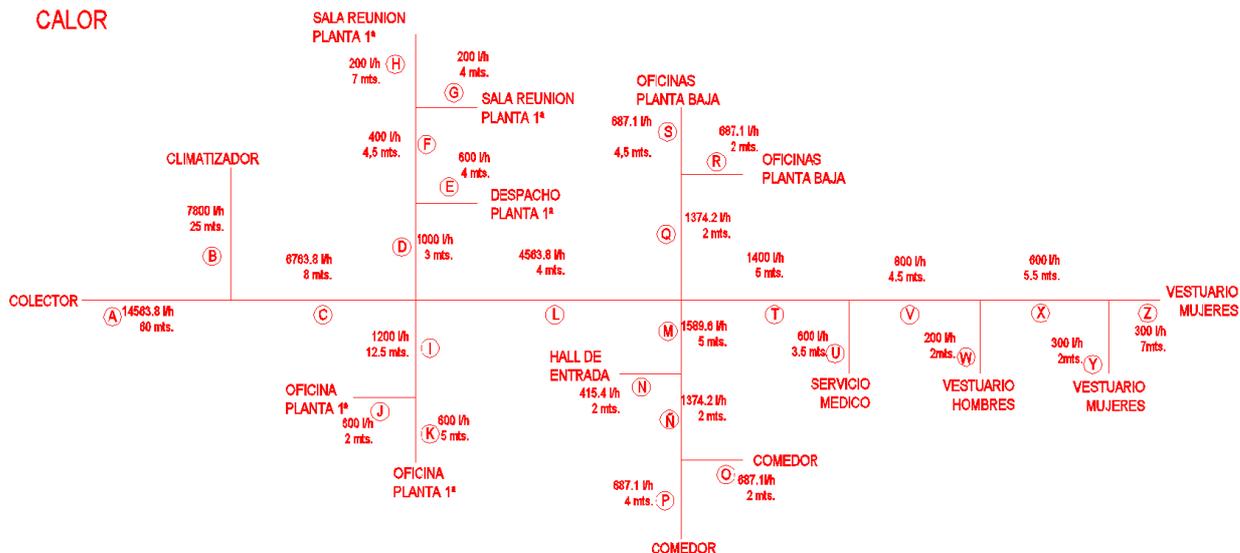
Como en este caso se trata de una instalación bitubo, se realiza un esquema con la distribución de tubería tanto de impulsión como de retorno hasta cada elemento terminal, en cada tramo se anota el caudal que pasa por la tubería y la longitud del tramo. Con estos datos se procederá a calcular el diámetro de tubería más conveniente:

DISTRIBUCIÓN CIRCUITO DE FRÍO



DISTRIBUCIÓN CIRCUITO DE CALOR

ESQUEMA RED
 CALOR



El método de cálculo manual para el dimensionado de la red general de distribución de calefacción se realizará de la siguiente manera:

Iniciamos el cálculo partiendo del caudal de cada elemento terminal obtenido en apartados anteriores, que se ha calculado en base a la carga térmica (Q) que transcurre por dicho tramo:

CAUDAL:

El dimensionado de las tuberías hay que realizarlo atendiendo a la cantidad de calor que es necesario transportar por medio de un caudal determinado de agua fría o caliente en cada uno de los tramos de la red de tubería.

La expresión que determina el caudal volumétrico es:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{\delta * C_p * \Delta t} * 1000$$

Donde:

\dot{Q} = Potencia que tiene que suministrar (Kcal/h).

δ = Densidad del agua (Kg/m³).

C_p = Calor específico del agua = 1 kcal / kg °C.

Δt = Salto térmico del agua entre la ida y el retorno. En nuestro caso, $\Delta t = 5$ °C para la red de agua fría.

Obtendremos el valor del caudal (\dot{m}) en l/h.

VELOCIDAD:

Conocidos el caudal y estimando la sección del tramo, obtendremos la velocidad de la ecuación siguiente ($v < 1,5$ m/s):

$$Q = V * S$$

Siendo:

Q = Caudal (m³/s).

V = velocidad (m/s).

S = Sección (m²).

PERDIDA DE CARGA POR METRO LINEAL:

El agua circula por las tuberías usualmente en régimen turbulento, de forma que en los tramos rectos el rozamiento y la consiguiente pérdida de presión que experimenta, es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad, a la longitud del tramo y a la rugosidad de las paredes del tubo, e inversamente proporcional al diámetro.

En la práctica, con la influencia de todos los factores anteriores se han elaborado gráficos y tablas para los distintos materiales, en donde para cada diámetro y caudal de agua que circula, indican las pérdidas de presión por rozamiento en mm.c.a por m.l. de tubería y velocidad.

Incluimos tabla 3.19. para el cálculo de pérdida de carga en tubería de acero negro:

TABLA 3.19 ROZAMIENTO DEL AGUA EN TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN

Agua a una temperatura media de 80 °C.
 Tuberías de hierro forjado negro o acero sin soldadura, negro, UNE19.040.
 El rozamiento se expresa en mm de columna de agua a 4 °C, o sea, en kg/m² por cada metro de tubería.

NOMINAL (PULGADAS)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
	INTERIOR (mm)	12,25	15,75	21,25	27	35,75	41,25	52,25	68	80,25	92,50	105
ROZAMIENTO (mm.c.a./m)	CAUDAL, EN LITROS/HORA VELOCIDAD, EN METROS/SEGUNDO											
1.1	30 0,072	62 0,089	140 0,114	280 0,139	800 0,165	870 0,181	1.300 0,218	3.400 0,257	5.100 0,279	7.700 0,317	11.000 0,340	15.000 0,370
1.2	32 0,075	66 0,084	150 0,120	290 0,142	890 0,173	910 0,189	1.800 0,227	3.500 0,303	5.500 0,330	8.000 0,358	11.000 0,388	15.000 0,421
1.3	34 0,080	69 0,089	160 0,127	310 0,150	960 0,182	980 0,199	1.900 0,239	3.700 0,282	5.800 0,319	8.400 0,348	12.000 0,374	16.000 0,409
1.4	36 0,084	72 0,103	170 0,132	320 0,155	980 0,187	1.000 0,205	1.900 0,247	3.800 0,282	6.000 0,329	8.700 0,360	12.000 0,388	17.000 0,421
1.5	37 0,088	76 0,108	170 0,137	330 0,162	1.000 0,199	1.000 0,215	2.000 0,258	4.000 0,304	6.200 0,341	9.000 0,372	12.000 0,401	17.000 0,438
1.6	38 0,091	78 0,112	180 0,141	340 0,165	1.000 0,201	1.100 0,221	2.100 0,264	4.100 0,314	6.400 0,352	9.300 0,388	13.000 0,415	18.000 0,449
1.7	40 0,094	81 0,116	190 0,146	380 0,173	1.100 0,210	1.100 0,230	2.100 0,273	4.300 0,327	6.700 0,366	9.800 0,400	13.000 0,432	18.000 0,465
1.8	41 0,097	84 0,120	190 0,150	370 0,179	1.100 0,215	1.100 0,236	2.300 0,282	4.400 0,335	6.900 0,377	10.000 0,410	14.000 0,440	19.000 0,480
1.9	42 0,100	88 0,125	200 0,154	380 0,183	1.200 0,222	1.200 0,242	2.300 0,290	4.500 0,341	7.000 0,385	10.000 0,420	14.000 0,450	19.000 0,490
2.0	44 0,104	90 0,128	200 0,158	390 0,189	1.200 0,229	1.200 0,250	2.300 0,299	4.600 0,338	7.300 0,400	10.000 0,434	15.000 0,467	20.000 0,505
2.2	46 0,109	95 0,135	210 0,167	410 0,199	1.300 0,241	1.300 0,263	2.400 0,314	4.800 0,371	7.800 0,420	11.000 0,459	15.000 0,491	21.000 0,535
2.4	48 0,115	98 0,140	220 0,175	430 0,210	1.400 0,253	1.400 0,279	2.600 0,339	5.100 0,391	8.000 0,440	11.000 0,480	16.000 0,518	22.000 0,560
2.6	51 0,121	100 0,147	230 0,183	450 0,219	1.500 0,265	1.500 0,292	2.700 0,344	5.300 0,400	8.400 0,450	11.000 0,500	17.000 0,540	23.000 0,592
2.8	53 0,126	110 0,153	240 0,191	470 0,229	1.600 0,276	1.600 0,302	2.800 0,358	5.500 0,415	8.700 0,470	11.000 0,520	18.000 0,560	24.000 0,607
3.0	56 0,132	110 0,160	250 0,200	490 0,237	1.700 0,287	1.700 0,314	2.900 0,370	5.700 0,440	9.000 0,495	11.000 0,540	19.000 0,590	25.000 0,639
3.3	58 0,139	120 0,167	270 0,209	510 0,249	1.800 0,300	1.800 0,330	3.000 0,388	6.000 0,460	9.500 0,520	12.000 0,567	19.000 0,609	26.000 0,660
3.6	62 0,146	120 0,176	280 0,220	540 0,260	1.900 0,316	1.900 0,346	3.200 0,409	6.300 0,485	9.800 0,540	12.000 0,590	20.000 0,640	27.000 0,690
4.0	66 0,155	130 0,187	290 0,231	570 0,277	2.000 0,336	2.000 0,368	3.300 0,430	6.500 0,495	10.000 0,576	12.000 0,626	21.000 0,679	29.000 0,730
4.5	70 0,166	140 0,200	320 0,249	610 0,298	2.100 0,358	2.100 0,390	3.600 0,459	7.100 0,543	11.000 0,600	13.000 0,665	22.000 0,718	31.000 0,778
5.0	75 0,177	140 0,212	320 0,263	640 0,311	2.200 0,378	2.200 0,413	3.800 0,484	7.500 0,577	11.000 0,645	13.000 0,700	24.000 0,760	32.000 0,822
5.5	79 0,187	150 0,223	350 0,275	680 0,330	2.300 0,400	2.300 0,438	4.000 0,508	7.900 0,604	12.000 0,680	14.000 0,740	25.000 0,798	34.000 0,865
6.0	83 0,198	160 0,235	370 0,287	700 0,341	2.400 0,418	2.400 0,456	4.200 0,538	8.100 0,620	13.000 0,710	15.000 0,778	26.000 0,837	35.000 0,909
6.5	87 0,204	170 0,246	380 0,300	740 0,360	2.500 0,438	2.500 0,478	4.300 0,558	8.300 0,640	13.000 0,740	16.000 0,808	27.000 0,870	37.000 0,944
7.0	91 0,214	180 0,258	400 0,313	780 0,371	2.600 0,462	2.600 0,498	4.500 0,580	8.500 0,660	14.000 0,770	17.000 0,840	29.000 0,903	39.000 0,960
7.5	94 0,221	190 0,265	410 0,324	790 0,384	2.700 0,470	2.700 0,511	4.700 0,600	8.700 0,712	14.000 0,798	17.000 0,870	29.000 0,937	40.000 1,01
8.0	97 0,230	190 0,275	430 0,336	820 0,400	2.800 0,486	2.800 0,529	4.800 0,620	8.900 0,738	15.000 0,824	18.000 0,900	30.000 0,970	41.000 1,05
9.0	100 0,245	200 0,292	450 0,350	880 0,425	2.900 0,518	2.900 0,562	5.000 0,680	9.200 0,782	16.000 0,818	19.000 0,956	32.000 1,02	43.000 1,10
10	110 0,280	220 0,310	490 0,381	950 0,450	3.000 0,546	3.000 0,598	5.300 0,700	9.500 0,828	17.000 0,925	20.000 1,00	34.000 1,08	46.000 1,17
11	120 0,274	230 0,325	510 0,400	980 0,474	3.100 0,578	3.100 0,630	5.500 0,738	9.700 0,865	18.000 0,978	21.000 1,05	35.000 1,14	48.000 1,24
12	120 0,287	240 0,342	540 0,420	1.000 0,490	3.200 0,608	3.200 0,658	6.000 0,798	10.000 0,905	19.000 1,01	22.000 1,10	37.000 1,19	51.000 1,29
13	130 0,299	250 0,354	560 0,440	1.100 0,517	3.300 0,639	3.300 0,698	6.300 0,805	12.000 0,950	20.000 1,08	24.000 1,15	39.000 1,24	53.000 1,35
14	130 0,311	260 0,370	580 0,458	1.100 0,540	3.400 0,655	3.400 0,711	6.500 0,838	13.000 0,988	21.000 1,10	26.000 1,20	40.000 1,29	55.000 1,40
15	140 0,325	270 0,385	610 0,475	1.100 0,567	3.500 0,680	3.500 0,740	6.800 0,888	13.000 1,01	21.000 1,14	26.000 1,25	42.000 1,36	57.000 1,48
16	140 0,333	280 0,400	630 0,490	1.200 0,577	3.600 0,702	3.600 0,766	7.000 0,900	14.000 1,05	21.000 1,17	27.000 1,28	43.000 1,38	59.000 1,50
17	150 0,347	290 0,415	650 0,508	1.200 0,598	3.700 0,727	3.700 0,798	7.300 0,935	14.000 1,09	22.000 1,22	28.000 1,35	46.000 1,45	61.000 1,55

DIAMETRO NOMINAL (PULGADAS)	CAUDAL, EN LITROS/HORA VELOCIDAD, EN METROS/SEGUNDO											
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1,1	17.000 0,385	19.000 0,390	21.000 0,405	24.000 0,419	27.000 0,430	30.000 0,439	45.000 0,482	63.000 0,522	83.000 0,558	109.000 0,602	138.000 0,638	174.000 0,675
1,2	18.000 0,400	19.000 0,409	22.000 0,422	25.000 0,437	29.000 0,450	31.000 0,460	47.000 0,503	66.000 0,547	87.000 0,591	114.000 0,631	144.000 0,664	181.000 0,708
1,3	18.000 0,418	20.000 0,430	23.000 0,440	26.000 0,453	30.000 0,466	33.000 0,481	49.000 0,531	67.000 0,560	91.000 0,621	120.000 0,662	152.000 0,700	191.000 0,740
1,4	19.000 0,435	21.000 0,443	24.000 0,459	27.000 0,473	31.000 0,487	34.000 0,499	51.000 0,549	72.000 0,600	94.000 0,640	124.000 0,683	156.000 0,721	196.000 0,762
1,5	20.000 0,450	22.000 0,460	25.000 0,475	28.000 0,492	32.000 0,508	35.000 0,520	53.000 0,570	74.000 0,620	99.000 0,671	129.000 0,715	164.000 0,758	208.000 0,800
1,6	20.000 0,465	23.000 0,479	26.000 0,490	29.000 0,504	33.000 0,521	36.000 0,535	54.000 0,588	77.000 0,640	101.000 0,685	133.000 0,733	169.000 0,779	211.000 0,820
1,7	21.000 0,480	22.000 0,490	27.000 0,508	30.000 0,525	34.000 0,539	37.000 0,550	56.000 0,610	79.000 0,663	104.000 0,710	137.000 0,760	174.000 0,801	219.000 0,850
1,8	22.000 0,488	24.000 0,507	28.000 0,524	31.000 0,540	35.000 0,556	39.000 0,570	58.000 0,630	82.000 0,680	107.000 0,730	141.000 0,778	178.000 0,821	224.000 0,868
1,9	22.000 0,510	25.000 0,520	28.000 0,540	32.000 0,558	36.000 0,572	39.000 0,580	60.000 0,643	84.000 0,700	110.000 0,751	145.000 0,802	184.000 0,850	232.000 0,900
2,0	23.000 0,522	26.000 0,537	30.000 0,558	33.000 0,571	37.000 0,586	41.000 0,600	61.000 0,660	86.000 0,720	113.000 0,770	148.000 0,820	188.000 0,867	237.000 0,918
2,2	24.000 0,550	27.000 0,564	31.000 0,581	35.000 0,600	39.000 0,619	43.000 0,635	65.000 0,700	91.000 0,760	119.000 0,810	156.000 0,860	197.000 0,910	248.000 0,962
2,4	25.000 0,578	28.000 0,592	32.000 0,611	36.000 0,631	41.000 0,648	45.000 0,660	68.000 0,730	96.000 0,797	124.000 0,845	163.000 0,900	206.000 0,952	260.000 1,01
2,6	26.000 0,599	29.000 0,618	34.000 0,640	38.000 0,660	43.000 0,680	47.000 0,691	71.000 0,763	100.000 0,830	131.000 0,890	170.000 0,942	217.000 1,00	273.000 1,06
2,8	27.000 0,623	31.000 0,642	36.000 0,665	39.000 0,683	45.000 0,705	49.000 0,722	74.000 0,798	103.000 0,862	135.000 0,920	176.000 0,978	223.000 1,03	281.000 1,09
3,0	28.000 0,650	32.000 0,668	37.000 0,690	41.000 0,710	47.000 0,732	51.000 0,750	76.000 0,822	107.000 0,896	141.000 0,958	185.000 1,02	234.000 1,08	291.000 1,13
3,3	30.000 0,685	33.000 0,700	39.000 0,730	43.000 0,750	49.000 0,771	54.000 0,790	81.000 0,870	113.000 0,940	147.000 1,00	194.000 1,07	245.000 1,13	307.000 1,19
3,6	31.000 0,711	35.000 0,731	40.000 0,760	45.000 0,782	51.000 0,806	56.000 0,823	83.000 0,902	118.000 0,960	154.000 1,05	203.000 1,12	254.000 1,17	322.000 1,25
4,0	33.000 0,752	37.000 0,780	43.000 0,802	48.000 0,828	54.000 0,853	59.000 0,873	89.000 0,960	124.000 1,03	162.000 1,10	213.000 1,18	267.000 1,23	338.000 1,31
4,5	35.000 0,800	39.000 0,823	45.000 0,856	51.000 0,880	58.000 0,908	63.000 0,923	94.000 1,01	132.000 1,10	172.000 1,17	226.000 1,25	286.000 1,32	358.000 1,39
5,0	37.000 0,850	42.000 0,870	48.000 0,908	54.000 0,939	61.000 0,962	67.000 0,980	99.000 1,07	139.000 1,16	182.000 1,24	239.000 1,32	304.000 1,40	382.000 1,48
5,5	40.000 0,898	44.000 0,920	50.000 0,950	57.000 0,980	64.000 1,00	69.000 1,02	104.000 1,12	145.000 1,21	191.000 1,30	250.000 1,38	317.000 1,46	397.000 1,54
6,0	41.000 0,935	46.000 0,960	53.000 1,00	59.000 1,02	67.000 1,05	73.000 1,07	109.000 1,18	152.000 1,27	200.000 1,36	262.000 1,45	332.000 1,53	415.000 1,61
6,5	43.000 0,977	49.000 1,00	55.000 1,03	61.000 1,06	69.000 1,09	75.000 1,11	114.000 1,23	160.000 1,33	208.000 1,42	273.000 1,51	347.000 1,60	436.000 1,69
7,0	45.000 1,01	49.000 1,03	57.000 1,07	64.000 1,11	72.000 1,14	79.000 1,16	119.000 1,26	166.000 1,38	217.000 1,48	284.000 1,57	362.000 1,67	451.000 1,75
7,5	48.000 1,05	51.000 1,07	59.000 1,11	66.000 1,15	75.000 1,18	81.000 1,20	122.000 1,32	170.000 1,42	225.000 1,54	295.000 1,63	373.000 1,72	467.000 1,81
8,0	47.000 1,07	53.000 1,11	61.000 1,15	68.000 1,18	78.000 1,22	85.000 1,25	127.000 1,37	177.000 1,48	235.000 1,60	308.000 1,69	388.000 1,79	487.000 1,89
9,0	51.000 1,15	58.000 1,18	66.000 1,22	73.000 1,26	83.000 1,30	90.000 1,32	134.000 1,45	188.000 1,57	247.000 1,68	322.000 1,78	410.000 1,89	516.000 2,00
10	54.000 1,22	60.000 1,25	69.000 1,30	77.000 1,34	87.000 1,37	95.000 1,40	143.000 1,55	199.000 1,66	260.000 1,77	340.000 1,88	434.000 2,00	547.000 2,12
11	57.000 1,29	63.000 1,31	72.000 1,36	81.000 1,40	92.000 1,44	100.000 1,47	150.000 1,62	210.000 1,75	275.000 1,89	362.000 2,00	460.000 2,12	578.000 2,24
12	59.000 1,34	65.000 1,37	75.000 1,42	84.000 1,46	96.000 1,51	105.000 1,54	157.000 1,70	218.000 1,82	287.000 1,95	378.000 2,09	479.000 2,21	601.000 2,33
13	62.000 1,41	69.000 1,44	80.000 1,50	89.000 1,54	100.000 1,58	109.000 1,61	164.000 1,77	229.000 1,91	300.000 2,04	384.000 2,18	488.000 2,30	624.000 2,42
14	64.000 1,45	71.000 1,49	82.000 1,54	91.000 1,57	103.000 1,62	113.000 1,66	170.000 1,84	236.000 1,97	312.000 2,12	407.000 2,25	518.000 2,39	647.000 2,51
15	66.000 1,50	74.000 1,55	85.000 1,60	95.000 1,65	108.000 1,70	118.000 1,74	177.000 1,91	246.000 2,05	323.000 2,20	423.000 2,34	538.000 2,48	673.000 2,61
16	68.000 1,55	76.000 1,60	88.000 1,65	98.000 1,70	111.000 1,75	122.000 1,79	182.000 1,97	254.000 2,12	334.000 2,27	436.000 2,41	553.000 2,55	694.000 2,68
17	71.000 1,61	79.000 1,66	91.000 1,71	102.000 1,76	115.000 1,81	126.000 1,85	188.000 2,03	264.000 2,20	345.000 2,35	452.000 2,50	575.000 2,65	722.000 2,80

NOMINAL (PULGADAS)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
INTERIOR (mm)	12,25	15,75	21,25	27	35,75	41,25	52,25	66	80,25	92,50	105	118
ROZAMIENTO (mm.c.a./m)	CAUDAL, EN LITROS/HORA											
	VELOCIDAD, EN METROS/SEGUNDO											
18	150 0,359	300 0,422	600 0,521	1.300 0,610	2.700 0,748	3.900 0,810	7.400 0,955	14.000 1,11	23.000 1,26	33.000 1,36	45.000 1,46	65.000 1,60
19	160 0,370	310 0,438	690 0,538	1.500 0,630	2.800 0,788	4.000 0,840	7.700 0,989	15.000 1,15	23.000 1,29	34.000 1,41	47.000 1,51	65.000 1,61
20	160 0,380	320 0,450	700 0,550	1.300 0,648	2.900 0,782	4.100 0,862	7.600 1,00	15.000 1,19	24.000 1,32	35.000 1,44	48.000 1,55	68.000 1,68
22	170 0,389	330 0,474	740 0,580	1.400 0,688	3.000 0,828	4.300 0,900	8.200 1,05	16.000 1,24	25.000 1,39	36.000 1,51	50.000 1,62	69.000 1,75
24	170 0,417	350 0,485	770 0,606	1.500 0,719	3.100 0,870	4.500 0,940	8.600 1,10	17.000 1,30	26.000 1,45	38.000 1,59	53.000 1,71	73.000 1,85
26	180 0,434	360 0,519	810 0,632	1.500 0,742	3.300 0,905	4.700 0,983	9.000 1,15	18.000 1,35	27.000 1,51	40.000 1,65	55.000 1,78	76.000 1,92
28	180 0,452	360 0,536	840 0,660	1.600 0,770	3.400 0,940	4.900 1,02	9.300 1,19	18.000 1,40	28.000 1,57	41.000 1,71	56.000 1,86	78.000 2,01
30	200 0,470	390 0,560	870 0,686	1.800 0,802	3.500 0,983	5.100 1,09	9.700 1,26	19.000 1,46	30.000 1,64	43.000 1,79	60.000 1,92	82.000 2,09
33	210 0,492	410 0,590	920 0,718	1.900 0,840	3.700 1,02	5.300 1,10	10.000 1,30	20.000 1,53	31.000 1,71	45.000 1,89	62.000 2,00	85.000 2,18
36	220 0,517	430 0,620	960 0,751	1.900 0,880	3.900 1,07	5.600 1,16	11.000 1,36	21.000 1,61	33.000 1,89	47.000 1,99	66.000 2,11	90.000 2,29
40	230 0,546	460 0,650	1.000 0,792	1.900 0,930	4.100 1,13	5.900 1,23	11.000 1,45	22.000 1,70	35.000 1,99	50.000 2,08	69.000 2,22	95.000 2,42
45	250 0,580	480 0,699	1.100 0,841	2.000 0,991	4.400 1,21	6.200 1,30	12.000 1,53	23.000 1,80	37.000 2,01	52.000 2,20	74.000 2,36	100.000 2,55
50	260 0,614	510 0,730	1.100 0,898	2.100 1,04	4.600 1,27	6.600 1,38	13.000 1,62	25.000 1,91	39.000 2,13	55.000 2,31	80.000 2,50	106.000 2,70
55	270 0,642	540 0,770	1.200 0,935	2.300 1,10	4.900 1,35	7.000 1,48	13.000 1,70	26.000 2,00	41.000 2,24	58.000 2,44	82.000 2,62	112.000 2,85
60	280 0,680	570 0,816	1.200 0,980	2.400 1,15	5.100 1,41	7.300 1,62	14.000 1,77	27.000 2,10	43.000 2,34	61.000 2,64	85.000 2,74	114.000 2,89
65	300 0,702	590 0,840	1.300 1,02	2.500 1,20	5.300 1,47	7.700 1,60	14.000 1,86	29.000 2,20	45.000 2,45	65.000 2,68	90.000 2,89	122.000 3,11
70	310 0,735	620 0,880	1.400 1,07	2.600 1,25	5.500 1,52	7.900 1,65	15.000 1,94	30.000 2,28	48.000 2,54	67.000 2,76	93.000 2,96	127.000 3,24
75	320 0,780	640 0,910	1.400 1,11	2.700 1,26	5.700 1,59	8.200 1,71	16.000 2,00	31.000 2,35	49.000 2,64	69.000 2,86	97.000 3,10	132.000 3,35
80	330 0,783	680 0,940	1.500 1,14	2.700 1,33	5.900 1,64	8.500 1,77	16.000 2,08	32.000 2,42	49.000 2,71	72.000 2,88	100.000 3,20	137.000 3,48
90	350 0,839	700 1,00	1.500 1,21	2.900 1,40	6.300 1,75	9.000 1,88	17.000 2,20	34.000 2,59	53.000 2,90	76.000 3,14	105.000 3,39	145.000 3,68
100	370 0,883	740 1,05	1.600 1,27	3.100 1,49	6.700 1,85	9.600 2,00	18.000 2,32	36.000 2,72	56.000 3,05	80.000 3,32	112.000 3,59	153.000 3,89
110	359 0,930	790 1,12	1.700 1,34	3.200 1,57	7.000 1,85	10.000 2,10	19.000 2,46	36.000 2,88	58.000 3,21	85.000 3,50	116.000 3,78	
120	410 0,970	820 1,17	1.800 1,42	3.400 1,65	7.300 2,03	11.000 2,20	20.000 2,56	38.000 3,00	61.000 3,37	88.000 3,64	123.000 3,94	
130	420 1,00	850 1,21	1.900 1,48	3.500 1,72	7.500 2,13	11.000 2,30	21.000 2,60	41.000 3,18	64.000 3,51	92.000 3,82		
140	440 1,05	880 1,26	2.000 1,54	3.700 1,79	8.000 2,21	12.000 2,38	22.000 2,78	42.000 3,25	66.000 3,65			
150	440 1,08	910 1,30	2.000 1,69	3.800 1,86	8.300 2,30	12.000 2,48	23.000 2,80	44.000 3,40	69.000 3,80			
160	480 1,13	950 1,35	2.100 1,64	3.900 1,91	8.600 2,38	12.000 2,55	25.000 2,89	46.000 3,50	71.000 3,91			
170	480 1,16	980 1,40	2.200 1,70	4.100 1,98	8.900 2,47	13.000 2,65	24.000 3,10	47.000 3,62				
180	500 1,18	1.000 1,44	2.200 1,75	4.200 2,02	9.100 2,51	13.000 2,70	25.000 3,18	48.000 3,71				
190	520 1,22	1.000 1,48	2.200 1,80	4.200 2,10	9.100 2,60	13.000 2,80	25.000 3,27	50.000 3,82				
200	530 1,26	1.100 1,58	2.400 1,86	4.400 2,15	9.700 2,68	14.000 2,88	26.000 3,36	51.000 3,90				
220	560 1,32	1.100 1,60	2.500 1,95	4.700 2,26	10.000 2,80	14.000 3,01	27.000 3,51					
240	580 1,40	1.200 1,68	2.600 2,03	4.900 2,36	11.000 2,95	15.000 3,15	28.000 3,70					
260	620 1,46	1.200 1,75	2.700 2,16	5.100 2,48	11.000 3,08	16.000 3,30	30.000 3,84					
280	640 1,52	1.300 1,82	2.800 2,20	5.300 2,94	12.000 3,20	16.000 3,41						

NOMINAL (PULGADAS)	-	5	-	-	-	6	7	8	9	10	11	12
	INTERIOR (mm)	125	130	137	143	150	155	161	206	228	253	277
ROZAMIENTO (mm.c.a./m)	CAUDAL, EN LITROS/HORA VELOCIDAD, EN METROS/SEGUNDO											
	18	73.000 1.65	81.000 1.79	93.000 1.75	105.000 1.61	118.000 1.66	128.000 1.99	184.000 2.09	268.000 2.24	354.000 2.41	463.000 2.66	500.000 2.71
19	75.000 1.70	84.000 1.75	96.000 1.80	107.000 1.86	121.000 1.91	132.000 1.95	189.000 2.15	217.000 2.31	366.000 2.48	478.000 2.64	607.000 2.80	758.000 2.94
20	77.000 1.75	86.000 1.80	98.000 1.85	110.000 1.91	125.000 1.96	130.000 2.00	204.000 2.20	284.000 2.37	375.000 2.55	480.000 2.71	625.000 2.88	779.000 3.02
22	81.000 1.83	90.000 1.88	103.000 1.95	116.000 2.01	131.000 2.06	143.000 2.10	214.000 2.31	300.000 2.50	394.000 2.68	512.000 2.83	651.000 3.00	817.000 3.17
24	84.000 1.91	94.000 1.97	108.000 2.03	121.000 2.08	137.000 2.15	150.000 2.21	224.000 2.42	312.000 2.60	411.000 2.80	536.000 2.98	683.000 3.15	854.000 3.31
26	88.000 2.00	98.000 2.05	112.000 2.11	125.000 2.17	142.000 2.24	166.000 2.30	234.000 2.53	325.000 2.71	426.000 2.90	561.000 3.10	712.000 3.28	890.000 3.45
28	92.000 2.08	102.000 2.13	117.000 2.20	134.000 2.27	148.000 2.33	162.000 2.39	244.000 2.63	338.000 2.82	444.000 3.02	581.000 3.21	738.000 3.40	923.000 3.58
30	95.000 2.16	106.000 2.22	121.000 2.29	135.000 2.34	154.000 2.42	170.000 2.50	255.000 2.75	353.000 2.94	460.000 3.13	601.000 3.32	761.000 3.51	954.000 3.70
33	99.000 2.25	111.000 2.33	127.000 2.39	142.000 2.46	161.000 2.53	177.000 2.60	266.000 2.87	368.000 3.07	482.000 3.26	630.000 3.48	798.000 3.67	983.000 3.85
36	106.000 2.35	118.000 2.43	133.000 2.50	149.000 2.57	168.000 2.65	185.000 2.78	278.000 3.00	386.000 3.22	503.000 3.42	659.000 3.64	835.000 3.85	
40	110.000 2.50	124.000 2.55	140.000 2.63	156.000 2.70	179.000 2.81	197.000 2.90	298.000 3.19	408.000 3.40	532.000 3.62	687.000 3.85		
45	117.000 2.65	130.000 2.73	148.000 2.80	167.000 2.89	188.000 2.96	208.000 3.07	312.000 3.37	433.000 3.61	566.000 3.85			
50	124.000 2.80	139.000 2.90	158.000 2.95	175.000 3.02	198.000 3.12	221.000 3.25	331.000 3.58	458.000 3.82				
55	130.000 2.95	145.000 3.04	164.000 3.10	184.000 3.19	209.000 3.29	280.000 3.40	348.000 3.74					
60	136.000 3.09	153.000 3.20	172.000 3.25	193.000 3.34	217.000 3.42	240.000 3.54	361.000 3.90					
65	142.000 3.21	159.000 3.32	180.000 3.40	202.000 3.50	229.000 3.60	253.000 3.72						
70	147.000 3.33	165.000 3.43	186.000 3.50	208.000 3.60	236.000 3.71	261.000 3.83						
75	153.000 3.45	172.000 3.60	193.000 3.63	218.000 3.73	245.000 3.85							
80	158.000 3.57	177.000 3.70	198.000 3.74	224.000 3.88								
90	166.000 3.75	186.000 3.90										
100												
110												
120												
130												
140												
150												
160												
170												
180												
190												
200												
220												
240												
260												
280												

De la tabla 3.90 obtendremos la “pérdida de carga unitaria que genera nuestro tramo por metro lineal”. La pérdida lineal del tramo se calcula con la siguiente ecuación:

$$\Delta P_{LINEAL} = \Delta P_{UNITARIO} * L$$

Siendo:

- ΔP_{LINEAL} = Pérdida de carga lineal del tramo (mm.c.a.)

- $\Delta P_{UNITARIO}$ = Perdida de carga por metro lineal tabla 3.9 (mm.c.a./m)

- L = Longitud del tramo (m).

PERDIDAS SECUNDARIAS:

Para completar el cálculo necesitamos conocer las caídas de presión en codos, curvas, estrechamientos y válvulas, denominadas pérdidas secundarias, que dependen de las características del elemento y de la velocidad del agua. Son difíciles de precisar, pero para los usos normales puede utilizarse la tabla 3.20 donde se expresan los valores en m.l. de tubería recta equivalente:

TABLA 3.20 PÉRDIDAS POR ROZAMIENTO EN ACCESORIOS Y VÁLVULAS (LONGITUD EQUIVALENTE EN m DE TUBERÍA)								
DIÁMETRO EN PULGADAS	CODO 90°	"T"	REDUCCIÓN	VÁLVULA BOLA	VÁLVULA COMPUERTA	VÁLVULA RETENCIÓN	VÁLVULA ESFÉRICA	RADIADOR CON VÁLVULA
3/8	0,40	1,50	0,20	1,10	0,14	1,40	3	5
1/2	0,50	1,70	0,30	1,35	0,18	1,70	4	6
3/4	0,60	1,80	0,50	1,75	0,21	2,30	5	7
1	0,80	1,90	0,65	2,30	0,26	2,85	7	8
1¼	1,00	2,40	0,85	2,90	0,36	3,70	9	9
1½	1,30	3,00	1,00	3,50	0,44	4,70	11	10
2	1,70	4,00	1,30	4,50	0,55	5,75	15	11
2½	1,90	4,50	2,00	5,50	0,70	6,90	18	12
3	2,00	5,50	2,30	6,70	0,80	8,40	24	13
4	2,20	7,30	3,00	8,80	1,10	11,10	36	14
5	2,90	9,00	4,00	10,80	1,50	12,80	42	15
6	4,00	11,00	5,00	13,10	1,70	15,40	50	16

(Ejemplo, un codo a 90° en 3/8" equivale a 0,4 m de tubería recta del mismo diámetro.)

PERDIDA DE CARGA TOTAL:

$$\Delta P_{TOTAL} = \Delta P_{UNITARIO} * (L_{LINEAL} + \sum L_{EQUIVALENTE})$$

Vamos a desarrollar los cálculos para el tramo de distribución general en planta primera, realizándose de la misma manera para el resto de tramos: (Resultado del resto de los tramos en el apartado 2.5.3.).

1.5.2. DIMENSIONADO DE LOS TRAMOS

Para el dimensionado de los tramos de tubería se detalla a continuación las soluciones obtenidas, en base a los cálculos explicados anteriormente y de la nomenclatura facilitada para cada tramo en los esquemas de frío y calor.

DIMENSIONADO RED DE FRÍO

TRAMO	CAUDAL	LONGITUD TUBERÍA (IMP+RET)	Ø TUBERÍA	VELOCIDAD TUBERÍA	ZONA	TIPO ELEMENTO TERMINAL	PDC TRAMO	PDC ACUMULADO
	(l/h)	ml.	"	m/sg			m.c.a.	m.c.a.
A	18102	80	3	0,98		ENFRIADORA	6,44	6,44
B	4000	50	1 1/2	0,81	CLIM. AIRE PRIMARIO	CLIM.	8,64	15,08
C	14102	16	2 1/2	1,05			0,67	7,11
I	901,6	25	1	0,43			0,37	7,47
J	450,8	4	3/4	0,34	OFICINA	FAN. CASSETTE	1,22	8,69
K	450,8	10	3/4	0,34	OFICINA	FAN. CASSETTE	1,28	8,76
D	2805,2	6	1 1/4	0,77			0,30	7,41
E	450,8	8	3/4	0,34	DESPACHO PLANTA 1ª	FAN. CASSETTE	1,26	8,67
F	2354,4	9	1 1/4	0,64			0,27	7,68
G	1177,2	8	1	0,56	SALA REUNION	FAN. CASSETTE	3,85	11,52
H	1177,2	14	1	0,56	SALA REUNION	FAN. CASSETTE	3,84	11,52
L	10395,2	8	2 1/2	0,77			0,36	7,47
M	3571,4	10	1 1/2	0,72			0,32	7,79
N	928,8	4	1 1/4	0,25	HALL ENTRADA	FAN. CONDUCTOS	3,21	11,00
Ñ	2642,6	4	2	0,33			0,04	7,83
P	1321,3	4	1 1/4	0,36	COMEDOR	FAN. CONDUCTOS	5,43	13,26
O	1321,3	8	1 1/4	0,36	COMEDOR	FAN. CONDUCTOS	5,46	13,29
Q	2841,4	4	2	0,36			0,05	7,51
R	1420,7	4	1 1/4	0,39	OF. PLTA. BAJA	FAN. CONDUCTOS	6,43	13,94
S	1420,7	9	1 1/4	0,39	OF. PLTA. BAJA	FAN. CONDUCTOS	6,46	13,98
T	3982,4	10	2 1/2	0,30			0,04	7,51
U	450,8	7	3/4	0,34	SERVICIO MEDICO	FAN. CASSETTE	1,05	8,56
V	3531,6	9	1 1/2	0,71			0,29	7,80
W	1177,2	4	2 1/2	0,09	VESTUARIO HOMBRES	FAN. CASSETTE	2,14	9,94

X	2354,4	11	1 1/4	0,64			0,31	8,11
Z	1177,2	14	1	0,56	VESTUARIO MUJERES	FAN. CASSETTE	2,49	10,60
Y	1177,2	4	1	0,56	VESTUARIO MUJERES	FAN. CASSETTE	2,28	10,39
MAXIMA PERDIDA DE CARGA:								15,08m.c.a.
MAXIMA PERDIDA DE CARGA CON FACTOR DE SEGURIDAD (10%):								16,59m.c.a.

DIMENSIONADO RED DE CALOR

(Desde el colector hasta los elementos terminales)

TRAMO	CAUDAL	LONGITUD TUBERÍA (IMP+RET)	Ø TUBERÍA	VELOCIDAD TUBERÍA	ZONA	TIPO ELEMENTO TERMINAL	PDC TRAMO	PDC ACUMULADO
	(l/h)	ml.	"	m/sg			m.c.a.	m.c.a.
A	14563,8	20	3	0,79		COLECTOR	1,23	1,23
B	7800	50	2 1/2	0,58	CLIM. AIRE PRIMARIO	CLIM.	8,44	9,67
C	6763,8	16	2 1/2	0,50			0,17	1,39
I	1200	25	1	0,57			0,54	1,94
J	600	4	3/4	0,45	OFICINA PLANTA 1ª	FAN. CASSETTE	2,84	4,78
K	600	10	3/4	0,45	OFICINA PLANTA 1ª	FAN. CASSETTE	2,94	4,88
D	1000	6	1 1/4	0,27			0,04	1,43
E	600	8	3/4	0,45	DESPACHO PLANTA 1ª	FAN. CASSETTE	2,90	4,34
F	400	9	1 1/4	0,11			0,01	1,44
G	200	8	1	0,09	SALA REUNION	FAN. CASSETTE	0,25	1,69
H	200	14	1	0,09	SALA REUNION	FAN. CASSETTE	0,25	1,69
L	4563,8	8	2 1/2	0,34			0,12	1,52
M	1789,6	10	1 1/2	0,36			0,08	1,59
N	415,4	4	1 1/4	0,11	HALL ENTRADA	FAN. CONDUCTOS	1,44	3,03
Ñ	1374,2	4	2	0,17			0,01	1,60
P	687,1	4	1 1/4	0,19	COMEDOR	FAN. CONDUCTOS	3,28	4,88
O	687,1	8	1 1/4	0,19	COMEDOR	FAN. CONDUCTOS	3,29	4,89
Q	1374,2	4	2	0,17			0,01	1,53
R	687,1	4	1 1/4	0,19	OF. PLTA. BAJA	FAN. CONDUCTOS	3,28	4,81
S	687,1	9	1 1/4	0,19	OF. PLTA. BAJA	FAN. CONDUCTOS	3,29	4,82
T	1400	10	2 1/2	0,10			0,00	1,52
U	600	7	3/4	0,45	SERVICIO MEDICO	FAN. CASSETTE	2,89	4,41
V	800	9	1 1/2	0,16			0,02	1,54
W	200	4	2 1/2	0,01	VESTUARIO HOMBRES	FAN. CASSETTE	0,24	1,78

X	600	11	1 1/4	0,16			0,02	1,56
Z	300	14	1	0,14	VESTUARIO MUJERES	FAN. CASSETTE	0,73	2,29
Y	300	4	1	0,14	VESTUARIO MUJERES	FAN. CASSETTE	0,72	2,27
							MAXIMA PERDIDA DE CARGA:	9,67m.c.a.
							MAXIMA PERDIDA DE CARGA CON FACTOR DE SEGURIDAD (10%):	10,64m.c.a.

(Desde la caldera hasta el colector)

TRAMO	CAUDAL	LONGITUD TUBERÍA (IMP.+RET)	Ø TUBERÍA	VELOCIDAD TUBERÍA	ZONA	TIPO ELEMENTO TERMINAL	PDC TRAMO	PDC ACUMULADO
	(l/h)	ml.	"	m/sg			m.c.a.	m.c.a.
A	10750	60	2	1,35	COLECTOR-CALDERA	CALDERA	5,38	5,38
							MAXIMA PERDIDA DE CARGA:	5,38m.c.a.
							MAXIMA PERDIDA DE CARGA CON FACTOR DE SEGURIDAD (10%):	5,92m.c.a.

1.6. CÁLCULO DE LAS CENTRALES DE PRODUCCIÓN

CÁLCULO DE LA ENFRIADORA

Para el cálculo de la potencia necesaria que tiene que suministrar la enfriadora, se debe hallar la potencia necesaria para vencer todas las cargas térmicas internas y externas a la instalación.

Este cálculo viene reflejado en el apartado 1.2 y sus resultados en el apartado 1.3 de este capítulo. Así pues la potencia resultante para vencer las cargas térmicas sensibles y latentes generadas por la ventilación y por el resto de cargas internas y externas, es de 93,3 KW.

Para cubrir esta demanda se proyecta una enfriadora marca CARRIER, modelo 30RA-100-B.



- ❑ MARCA: CARRIER
- ❑ MODELO: 30RA-100-B
- ❑ POTENCIA FRIGORÍFICA: 97 kW CON AGUA A 7/12°C Y AMBIENTE EXTERIOR A 35°C
- ❑ TIPO DE COMPRESOR: HERMÉTICO DE SCROLL
- ❑ REFRIGERANTE: R407C
- ❑ NÚMERO DE COMPRESORES: 4
- ❑ NÚMERO DE CIRCUITOS: 2
- ❑ N° DE ETAPAS DE POTENCIA: 4
- ❑ POTENCIA SONORA: 89 dB(A)
- ❑ PRESIÓN SONORA: 57 dB(A) A 10 METROS DE DISTANCIA Y UN FACTOR DE DIRECCIONALIDAD DE 2
- ❑ CONSUMO: 38,3 kW
- ❑ DIMENSIONES: 2.325X2.200X6.105 MM. (ALTOXANCHOXLARGO)
- ❑ PESO NETO: 5.278 kg

Como se puede observar, esta enfriadora da una potencia de 97 KW con agua 7/12°C y 35°C aire exterior; mirando en tablas para temperatura exterior de 30°C y 7/12°C de temperaturas del agua esta enfriadora nos da una potencia de 103 KW. El cálculo de los 93,3 KW necesarios para cubrir la demanda de la instalación está basado en las condiciones de proyecto, que son 33,7°C y agua a 7/12°C, por lo que esta enfriadora cubre perfectamente las necesidades de la instalación.

CÁLCULO DE LA CALDERA

Para calcular la potencia total que tiene que suministrar la caldera, se debe hallar la potencia necesaria de calefacción y la necesaria de ACS, ya que la caldera debe suministrar ambas potencias.

La potencia de calefacción será la necesaria para cubrir las cargas térmicas internas y externas calculadas en el apartado 1.2 y cuyos resultados aparecen en el apartado 1.3 de este capítulo.

$$P_{\text{CALEFACCIÓN}} = 79,1 \text{ KW.}$$

A esto hay que sumarle la potencia calorífica necesaria para la producción de ACS. Aunque el ACS tenga apoyo solar, se dimensionará la caldera para satisfacer el 100% de la demanda.

$$P_{\text{ACS}} = 17,3 \text{ KW.}$$

El cálculo de la potencia de ACS viene desarrollado en el APARTADO 2, “Instalación de ACS y Solar”, de esta memoria.

POTENCIA TOTAL CALEFACCION Y ACS:

$$P_{\text{TOTAL}} = 79,1 + 16,4 = 95,5 \text{ KW}$$

Para cubrir la demanda se proyecta instalar 1 caldera de la marca HOVAL, modelo ULTRAGAS 125 para ACS y Calefacción.

Caldera HOVAL ULTRAGAS 112 KW (80/60°C)

Si consideramos unas pérdidas de distribución del 4% -4,48 KW. (No pueden ser superiores por normativa según RITE IT 1.2.4.2.1.1.).

Total de potencia disponible 107,52 KW.



La caldera utilizará como combustible el gas natural y será mixta para calefacción y producción de A.C.S.

Para la producción de la Energía Térmica demandada se proyecta una caldera cuyas principales ventajas son:

Máxima eficiencia energética gracias a la tecnología de condensación. La Hoval UltraGas® alcanza la máxima eficiencia energética gracias a la más moderna tecnología de condensación. Esto significa: menos consumo, bajos costes de explotación y menos emisiones nocivas. Mediante los intercambiadores tubulares aluFer® se consigue un rendimiento de hasta el 109%.

Tecnología limpia del quemador Ultraclean. Con el quemador modulante integrado, la caldera Hoval UltraGas® adapta con gran precisión sus necesidades y potencia según la demanda de calor automática y continuamente. Esto mejora la combustión, reduce la emisión de CO₂ y asegura una utilización óptima de la energía.

Con un **alto contenido en agua** se reducen costes. El gran contenido de agua de la caldera garantiza una optimización en los periodos de funcionamiento con una reducción en el número de arranques y por tanto, en la energía consumida. Las pequeñas pérdidas de carga permiten la instalación de una bomba pequeña y eficiente.

Muy silenciosa. La caldera Hoval UltraGas® es muy silenciosa. La combinación de velocidad variable del ventilador y el aislamiento acústico asegura una emisión mínima de ruidos.

Sus características generales son:

- ❑ MARCA: HOVAL
- ❑ MODELO: ULTRAGAS 125
- ❑ POTENCIA NOMINAL CON GAS NATURAL Y AGUA A 80/60°: 25-112 KW
- ❑ POTENCIA NOMINAL CON GAS NATURAL Y AGUA A 40/30°: 28-123 KW
- ❑ PRESIÓN MAX./MIN.: 5/1 BAR
- ❑ TEMPERATURA MAX. SERVICIO 90 °C
- ❑ CONTENIDO EN AGUA 206 L
- ❑ RENDIMIENTO 40/30°: 109,6 %
- ❑ RENDIMIENTO 75/60°: 107,1 %
- ❑ PÉRDIDAS DE MANTENIMIENTO A 70°: 480 W
- ❑ EMISIONES:
 - OXIDOS DE NITRÓGENO 26 MG/KWH
 - MONÓXIDO DE CARBONO 3 MG/KWH
- ❑ DIMENSIONES: 1825 X 820 X 1334 MM. (ALTOXANCHOXLARGO)
- ❑ PESO: 383KG

Se ha dimensionado la caldera incrementando un 10% la potencia de cálculo de calefacción con objeto de vencer inercias térmicas y reducir el tiempo necesario para alcanzar la temperatura de régimen.

Se ha estudiado la variación de la demanda en relación a las horas del día y el mes del año de manera que se ha calculado la demanda máxima simultánea.

El diseño de la regulación del sistema permitirá que cuando la demanda de calor baja, las calderas y las bombas de recirculación se desconecten de manera que se consiga un ahorro efectivo de energía.

1.6.1. CHIMENEA

Para el cálculo de la chimenea se utiliza el programa de cálculo facilitado por el fabricante de chimeneas DINAK.

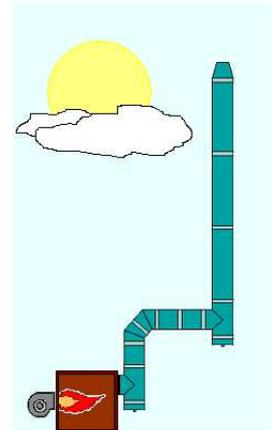
Mediante este programa se calcula el diámetro necesario para tener un tiro óptimo que se adapte a las características de la caldera.

A continuación se adjuntan los cálculos:

CÁLCULO SEGÚN EN 13384-1, CHIMENEA EN SOBREPRESIÓN

DATOS DEL APARATO

Combustible:	Gas Natural	
Tipo de aparato:	Caldera presurizada	
En régimen de condensación:	SI	
Condiciones de trabajo:	Modulante	
	Nominal	Mínimo
Potencia:	kW 123	28
Rendimiento:	% 109,6	109
Tª de humos:	°C 45	30
Sobrepresión máxima:	Pa 100	100
Caudal:	g/s 39,72	12,25




DATOS DE SITUACIÓN

Provincia: Funes

Altitud: m 235

Tª máxima: °C 20

Tª mínima a la salida de la chimenea: °C 0



Zona: Interior

Presión opuesta a la salida: NO


DATOS DEL TRAMO HORIZONTAL (CONDUCTO DE UNIÓN)

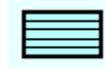
Longitud total (m):	2
Recorrido:	2 m en sala de calderas
Altura total (m):	1
Gama:	 DINAK DW
Sobrepresión admis. (Pa):	40


DATOS DEL TRAMO VERTICAL

Longitud total (m):	11
Recorrido:	11 m en sala de calderas
Altura total (m):	11
Gama:	 DINAK DW
Sobrepresión admis. (Pa):	40
Conexión:	Te de 90º: 1
Tipo de salida:	Sombbrero antiviento
Zeta total de los elementos:	1,8


DATOS DEL SUMINISTRO DE AIRE PARA LA COMBUSTIÓN

Ventilación sala de calderas: Ventilada



Pérdida de carga (Pa): 3

CÁLCULOS Y COMPROBACIONES

REQUISITOS DE PRESIÓN

	S_E	1,2	
		Nominal	Mínimo
+ Pérdida de carga en la vertical:	P_R	24,45	2,63 Pa
+ Presión del viento:	P_L	0	0 Pa
- Tiro teórico en la base de la vertical:	P_H	8,51	3,13 Pa
<hr/>			
Sobrepresión existente en la base de la vertical:	P_{ZO}	15,95	-0,5 Pa
+ Sobrepresión máxima del aparato de calefacción:	P_{wo}	100	100 Pa
- Pérdida de carga en el tramo horizontal:	P_{FV}	1,59	-0,07 Pa
- Pérdida de carga en el suministro de aire:	P_B	0	0 Pa
<hr/>			
Sobrepresión máxima alcanzable en la base de la vertical:	P_{ZOe}	98,41	100,07 Pa
Sobrepresión admisible en el tramo horizontal	$P_{ZV \text{ excess}}$	40	Pa
Sobrepresión admisible en la vertical:	$P_{Z \text{ excess}}$	40	Pa

Primer requisito de presión:	P_{ZO}	\leq	P_{ZOe}	Cumple
A potencia nominal:	15,95	<	98,41	SI
A potencia mínima:	-0,5	<	100,07	SI
Segundo requisito de presión:	P_{ZO}	\leq	$P_{Z\ excess}$	Cumple
A potencia nominal:	15,95	<	40	SI
A potencia mínima:	-0,5	<	40	SI
Tercer requisito de presión:	$P_{ZO} + P_{FV}$	\leq	$P_{ZV\ excess}$	Cumple
A potencia nominal:	17,54	<	40	SI
A potencia mínima:	-0,57	<	40	SI
Sobrepresión de la instalación:			$P_{ZO} + P_{FV}$	
A potencia nominal:			17,54	Pa
A potencia mínima:			-0,57	Pa

REQUISITOS DE TEMPERATURA

		Nominal	Mínimo
Tª de la pared interior en la salida de la chimenea:	T_{iob}	37,7	20,4 °C
Tª límite de la pared interior de la chimenea:	T_g	0	0 °C

Primer requisito de temperatura:	T_{iob}	\geq	T_g	Cumple
A potencia nominal:	37,7	>	0	SI
A potencia mínima:	20,4	>	0	SI

DIMENSIONAMIENTO

TRAMO HORIZONTAL (CONDUCTO DE UNIÓN)

Gama:		DINAK JUNTA
<i>Diámetro interior:</i>	mm	150
<i>Diámetro exterior:</i>	mm	210
<i>Designación EN 1856-1:</i>		T160 N1 W V2 O(00)

		Nom	Min
<i>Velocidad media de los humos:</i>	m/s	3,2	0,9
<i>Tª media de los humos:</i>	°C	45	30
<i>Tª media de la pared exterior:</i>	°C	18	16

TRAMO VERTICAL

Gama:		DINAK JUNTA
<i>Diámetro interior:</i>	mm	150
<i>Diámetro exterior:</i>	mm	210
<i>Designación EN 1856-1:</i>		T160 N1 W V2 O(00)

		Nom	Min
<i>Velocidad media de los humos:</i>	m/s	3,2	0,9
<i>Tª media de los humos:</i>	°C	42	27
<i>Tª media de la pared exterior:</i>	°C	18	16

SALIDA DE LA CHIMENEA

		Nom	Min
<i>Velocidad de los humos:</i>	m/ s	3,2	0,9
<i>Tª de los humos:</i>	°C	40	25
<i>Tª de la pared exterior:</i>	°C	17	16

Se trata de una chimenea modular de acero inoxidable de doble pared y aislamiento intermedio en todo su perímetro, formada por tramos rectos de 0,95 m., de diámetro interior 150 mm., que conducirá los gases de combustión desde la sala de calderas hasta su extracción en cubierta. La pared interior será de acero inoxidable AISI 316 para protegerse de las condensaciones, la pared exterior será de acero inoxidable AISI 304.

La chimenea se compone de los siguientes elementos:

- Adaptador a caldera. Ø150 mm.
- Codo 45°. Ø150 mm.
- Modulo extensible (de 0,55 a 0,9 m). Ø150 mm.
- TE 135°. Ø150 mm.
- Colector de hollín. Ø150 mm.
- Módulos rectos de 0,95 m. – Ø150 mm-. Longitud total 10 m.
- Modulo final cónico. Ø150 mm.
- Elementos de unión y anclaje:
 - Abrazadera unión tubo: 1 cada metro. Ø150 mm.
 - Abrazadera a pared: 1 cada 3 metros. Ø150 mm.
 - Soporte mural de carga. Ø150 mm.

1.7. VASO DE EXPANSIÓN EN EL CIRCUITO DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

El depósito de expansión tiene como fin, absorber las dilataciones del agua del circuito. Se colocará un vaso de expansión que evite las variaciones de presión que provocarían esfuerzos en la instalación.

CÁLCULO VASO DE EXPANSIÓN CIRCUITO CALEFACCIÓN

Se debe calcular el contenido de agua de todo el sistema de calefacción lleno. El volumen total de la instalación será:

$$V_t = V. \text{ Caldera} + V. \text{ Tuberías} + V. \text{ Baterías fancoils/climatizador}$$

- Contenido de agua en la Caldera: 206 l.
- Contenido de agua en las tuberías de distribución: 712,5 l.
- Contenido de agua en los Fancoils/Climatizador: 65,6 l.

$$V_t = 206 + 712,5 + 65,6 = 984,1 \text{ l.}$$

El incremento de volumen por dilatación se calculará según ecuación:

$$V_u = V_t * f_d$$

Siendo:

V_u = Volumen o capacidad útil.

V_t = Volumen de agua de la instalación.

f_d = factor de dilatación del agua según T^a media del agua (80 °C) = 0,0296

$$V_u = 984,1 * 0,0296 = 29,13 \text{ litros}$$

Volumen de los Vasos de Expansión

Responde a la ecuación:

$$V_{ex.} = \frac{V_u}{\eta}$$

Siendo:

V_u = Volumen o capacidad útil.

η = coeficiente de utilización

$$\eta = \frac{P_f - P_i}{P_f}$$

Presión atmosférica: 1 bar (1m.c.a. = 0,1 bar)

Presión inicial absoluta : $1 + 1 + 1,2 = 3,2$ bar

Presión final absoluta: $1 + \text{tarado} = 1+4 = 5$ bar

Coefficiente de utilización, η :

$$\eta = \frac{P_f - P_i}{P_f} = \frac{5 - 3,2}{5} = 0,36$$

$$V_{ex.} = \frac{V_u}{\eta} = \frac{29,13}{0,36} = 80,9 \text{ l.}$$

Se adopta un vaso de expansión cerrado de membrana de 100 litros de la marca SEDICAL, modelo NG-100/6.

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION NG - 100/6

Datos generales

Tipo de aplicación : Circuitos cerrados
 Tipo de vaso : Sin transferencia de masa
 Modelo de vaso : N - 100/6
 Temperatura de llenado : 10.0 °C

Volumen de agua

El volumen de la instalación : Es conocido
 Nº de tramos a calcular : 1
 Volumen de la instalación : 984.1 litros

Datos de cálculo

Concentración de etilenglicol : 0.0 %
 Presión estática : 12.0 m
 Presión mínima - tª mínima : 2.2 bar
 Presión máxima - tª máxima : 4.0 bar
 Presión de la válvula de seguridad : 5.0 bar

Tramos

Volumen	Tª mínima	Tª máxima
984 l	10 °C	80 °C

Modelo seleccionado

Vaso de expansión principal : 1 x NG - 100/6
 Sistema de transferencia de masa : Sin transferencia

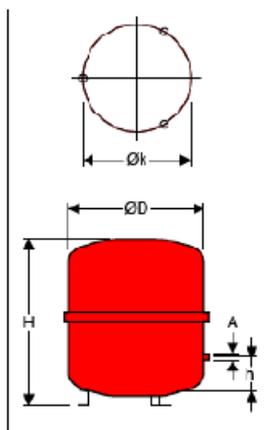
Datos técnicos del conjunto

Presión máxima de trabajo : 6 bar
 Pres. vaso sin conectar al circuito : 2.0 bar
 Cap. de acumulación necesaria : 83.7 litros
 Expansión total de la instalación : 20.3 litros
 Volumen de agua en el vaso a
 - temperatura mínima : 6.3 litros
 - temperatura de llenado : 6.3 litros

Dimensiones del vaso NG - 100/6

Anchura (D) : 480.0 mm
 Altura (H) : 670.0 mm
 Diámetro de conexiones (A) : R 1"
 Medida h : 175.0 mm
 Medida k : 370.0 mm
 Pesc : 11.2 kg

Croquis del vaso NG - 100/6



Características del tipo Thermopress N

- Para sistemas cerrados de calefacción y climatización.
- Conexiones roscadas.
- Membrana no recambiable.
- Temp. máxima del vaso: 70°C.
- Temp. máxima de la instalación: 120°C.
- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Color rojo.
- Presión inicial : 1.5 bar

 CÁLCULO VASO DE EXPANSIÓN CIRCUITO REFRIGERACIÓN

Se debe calcular el contenido de agua de todo el sistema de refrigeración lleno. El volumen total de la instalación será:

$V_t = V. \text{ enfriadora} + V. \text{ Tuberías} + V. \text{ depósitos de inercia} + V. \text{ Baterías fancoils/climatizador}$

- Contenido de agua en la Caldera:	8,2 l.
- Contenido de agua en las tuberías de distribución:	770,5 l.
-Contenido depósitos de inercia	3000 l.
- Contenido de agua en los Fancoils/Climatizador:	68,5 l.

$$V_t = 8,2 + 770,5 + 3000 + 68,5 = 3847,2 \text{ l.}$$

El incremento de volumen por dilatación se calculará según ecuación:

$$V_u = V_t * f_d$$

Siendo:

$V_u = \text{Volumen o capacidad útil.}$

$V_t = \text{Volumen de agua de la instalación.}$

$f_d = \text{factor de dilatación del agua según } T^a \text{ media del agua (10 } ^\circ\text{C)} = 0,00075$

$$V_u = 3847,2 * 0,00075 = 2,8854 \text{ litros}$$

Volumen de los Vasos de Expansión

Responde a la ecuación:

$$V_{ex.} = \frac{V_u}{\eta}$$

Siendo:

V_u = Volumen o capacidad útil.

η = coeficiente de utilización

$$\eta = \frac{P_f - P_i}{P_f}$$

Presión atmosférica: 1 bar (1m.c.a. = 0,1 bar)

Presión inicial absoluta : 1 + 1 + 1,1 = 3,1 bar

Presión final absoluta: 1 + tarado = 1+3 =4 bar

Coeficiente de utilización, η :

$$\eta = \frac{P_f - P_i}{P_f} = \frac{4 - 3,1}{4} = 0,23$$

$$V_{ex.} = \frac{V_u}{\eta} = \frac{2,89}{0,23} = 12,6 \text{ l.}$$

Se adopta un vaso de expansión cerrado de membrana de 18 litros de la marca SEDICAL, modelo NG-18/6.

 SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION NG - 18/6

Datos generales

Tipo de aplicación	: Circuitos cerrados
Tipo de vaso	: Sin transferencia de masa
Modelo de vaso	: N - 18/6
Temperatura de llenado	: 10.0 °C

Datos de cálculo

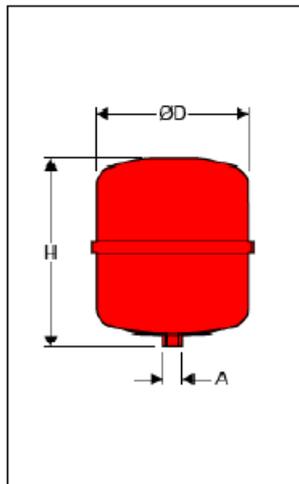
Concentración de etilenglicol	: 0.0 %
Presión estática	: 10.0 m
Presión mínima - tª mínima	: 2.1 bar
Presión máxima - tª máxima	: 3.0 bar
Presión de la válvula de seguridad	: 4.0 bar

Modelo seleccionado

Vaso de expansión principal	: 1 x NG - 18/6
Sistema de transferencia de masa	: Sin transferencia

Datos técnicos del conjunto

Presión máxima de trabajo	: 3 bar
Pres. vaso sin conectar al circuito	: 1.9 bar
Cap. de acumulación necesaria	: 15.4 litros
Expansión total de la instalación	: 3.2 litros
Volumen de agua en el vaso a	
- temperatura mínima	: 1.2 litros
- temperatura de llenado	: 2.1 litros

Croquis del vaso NG - 18/6**Volumen de agua**

El volumen de la instalación	: Es conocido
Nº de tramos a calcular	: 1
Volumen de la instalación	: 3847.2 litros

Tramos

Volumen	Tª mínima	Tª máxima
3847 l	6 °C	15 °C

Dimensiones del vaso NG - 18/6

Anchura (D)	: 280.0 mm
Altura (H)	: 345.0 mm
Diámetro de conexiones (A)	: R 3/4"
Peso	: 2.6 kg

Características del tipo Thermopress N

- Para sistemas cerrados de calefacción y climatización.
- Conexiones roscadas.
- Membrana no recambiable.
- Temp. máxima del vaso: 70°C.
- Temp. máxima de la instalación: 120°C.
- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Color rojo.
- Presión inicial : 1.5 bar

1.8. CÁLCULO DEPÓSITO DE INERCIA CIRCUITO DE FRÍO

La función principal de los depósitos de inercia en los circuitos con enfriadora o bomba de calor consiste en evitar continuos y repetitivos arranques del compresor. Estos arranques además de disminuir la eficiencia energética de la instalación reducen la vida útil de los compresores.

Para calcular los depósitos de inercia se estima el volumen de agua necesario para mantener la instalación en funcionamiento, sin falta de la enfriadora, durante 5 a 10 minutos.

Por lo tanto:

$$V_{\text{inercia}} = \frac{10 * Q}{60 * \Delta T * C_e}$$

Donde,

V_{inercia} : Volumen de inercia (l.)

Q: Potencia enfriadora (Wh)

ΔT : Incremento de la temperatura (7/12°C)

C_e : Calor específico del agua: 1,16 $\frac{\text{Wh}}{\text{°C l}}$

$$V_{\text{inercia}} = \frac{10 * 97000}{60 * 5 * 1.16} = 2787,4 \text{ l.}$$

Se eligen dos depósitos de 1500 l. cada uno de la marca LAPESA, modelo MV2500IB.

1.9. CÁLCULO DE LAS BOMBAS DE CIRCULACIÓN

Para solventar las pérdidas de carga producidas en el circuito (resultado de las pérdidas debidas a la longitud de las tuberías en los tramos rectos y las pérdidas debidas a los diferentes elementos componentes de la instalación, como por ejemplo, codos y caldera), es necesario colocar una bomba que nos impulse el fluido por la instalación.

Del apartado 1.5.2. Dimensionado de los tramos (pág. 32), obtenemos los datos necesarios para el dimensionado de las bombas del circuito de frío y calor.

BOMBA CIRCULACIÓN PRIMARIO CALDERA

Se colocará una bomba doble que impulsará un caudal de 10,75 m³/h y tendrá que vencer una pérdida de carga de 5,92 m.c.a.

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 50/150.1-0.37/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

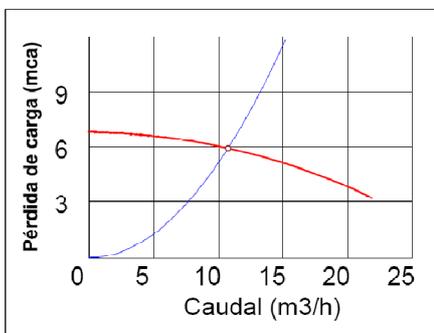
Datos requeridos

Uso	: CALEFACCIÓN
Fluido	: AGUA
Rotor	: SECO
Tipo	: DOBLE
Caudal	: 10.8 m ³ /h
Pérdida de carga	: 5.9 mca
Temperatura de trabajo	: 85.0 °C
Posición	:

Datos obtenidos Bomba

Modelo	: SDM 50/150.1-0.37/K
Rodete	: Ø 142
Caudal	: 10.8 m ³ /h
Pérdida de carga	: 5.9 mca
NPSH requerido	: 1.8 m
Nivel sonoro	: 41 dB(A)
Construcción	: In-line

Gráfica de la bomba

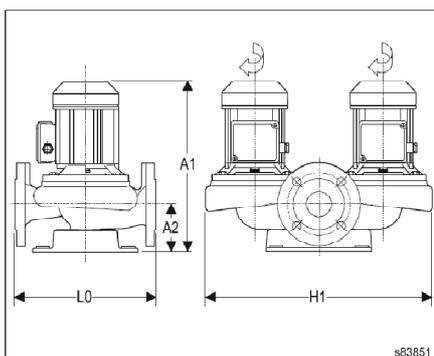


Motor

Velocidad	: 1450 rpm
Potencia Nominal (Pn)	: 0.37 kW
Protección	: IP 54
Clase de aislamiento	: F
Consumo máx. 3x400 V	: 1.1 A
Consumo máx. 3x230 V	: 2.0 A
Potencia del eje (P2)	: 0.26 kW
Potencia consumida (P1)	: 0.36 kW
Rendimiento motor	: 72.00 %
Rendimiento bomba	: 67.81 %
Rendimiento global	: 48.82 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos



Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg
280.0	465.0	408.0	93.0	58.0

Características técnicas

Cuerpo de la bomba	: GG 20
Eje	: AISI 329
Cierre mecánico	: Carbón / Carb. silicio
Juntas	: EPDM
Impulsor	: GG 20
Conexiones	: Bridas: ISO 7005 DN 1: 50 mm DN 2: 50 mm
Presión de trabajo	: 10 bar.
Temperaturas	: Máx +120°C / Mín -15°C : Máx ACS + 80°C

Se colocará una bomba, marca **SEDICAL**, modelo **SDM 50/150.1-0.37/K**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

BOMBA CIRCULACIÓN CIRCUITO SECUNDARIO CALOR

Se colocará una bomba doble que impulsará un caudal de 14,56 m³/h y tendrá que vencer una pérdida de carga de 10,64 m.c.a.

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 65/190.1-0.75/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

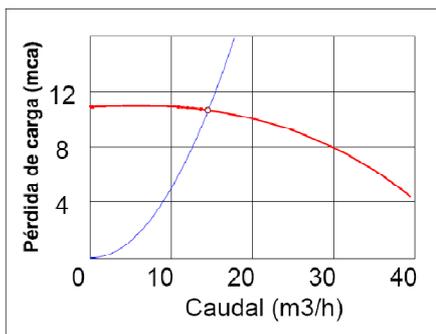
Datos requeridos

Uso	: CALEFACCIÓN
Fluido	: AGUA
Rotor	: SECO
Tipo	: DOBLE
Caudal	: 14.6 m ³ /h
Pérdida de carga	: 10.6 mca
Temperatura de trabajo	: 90.0 °C
Posición	:

Datos obtenidos Bomba

Modelo	: SDM 65/190.1-0.75/K
Rodete	: Ø 182
Caudal	: 14.6 m ³ /h
Pérdida de carga	: 10.6 mca
NPSH requerido	: 2.0 m
Nivel sonoro	: 48 dB(A)
Construcción	: In-line

Gráfica de la bomba

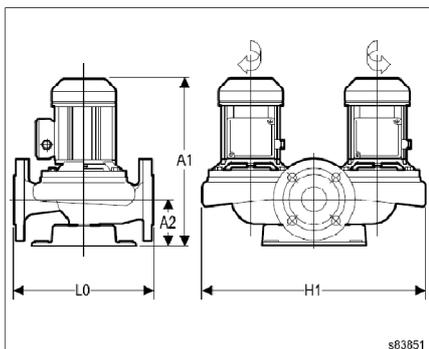


Motor

Velocidad	: 1450 rpm
Potencia Nominal (Pn)	: 0.75 kW
Protección	: IP 54
Clase de aislamiento	: F
Consumo máx. 3x400 V	: 2.0 A
Consumo máx. 3x230 V	: 3.5 A
Potencia del eje (P2)	: 0.73 kW
Potencia consumida (P1)	: 0.94 kW
Rendimiento motor	: 78.00 %
Rendimiento bomba	: 57.68 %
Rendimiento global	: 44.99 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos



Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg
348.0	605.0	495.0	125.0	92.0

Características técnicas

Cuerpo de la bomba	: GG 20
Eje	: AISI 329
Cierre mecánico	: Carbón / Carb. silicio
Juntas	: EPDM
Impulsor	: GG 20
Conexiones	: Bridas: ISO 7005 DN 1: 65 mm DN 2: 65 mm
Presión de trabajo	: 10 bar.
Temperaturas	: Máx +120°C / Mín -15°C Máx ACS + 80°C

Se colocará una bomba, marca **SEDICAL**, modelo **SDM 65/190.1-0.75/K**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

BOMBA CIRCULACIÓN CIRCUITO FRÍO

Se colocará una bomba doble que impulsará un caudal de 18,1 m³/h y tendrá que vencer una pérdida de carga de 16,59 m.c.a.

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 80/270.1-2.2/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

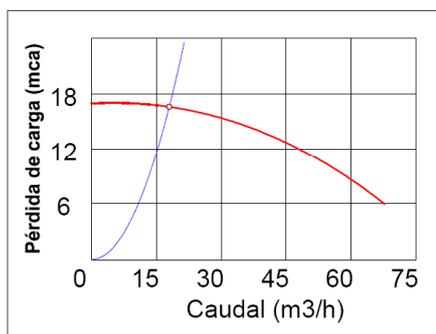
Datos requeridos

Uso	: CLIMATIZACIÓN
Fluido	: AGUA
Rotor	: SECO
Tipo	: DOBLE
Caudal	: 18.0 m ³ /h
Pérdida de carga	: 16.6 mca
Temperatura de trabajo	: 7.0 °C
Posición	:

Datos obtenidos Bomba

Modelo	: SDM 80/270.1-2.2/K
Rodete	: Ø 225
Caudal	: 18.0 m ³ /h
Pérdida de carga	: 16.6 mca
NPSH requerido	: 5.1 m
Nivel sonoro	: 52 dB(A)
Construcción	: In-line

Gráfica de la bomba

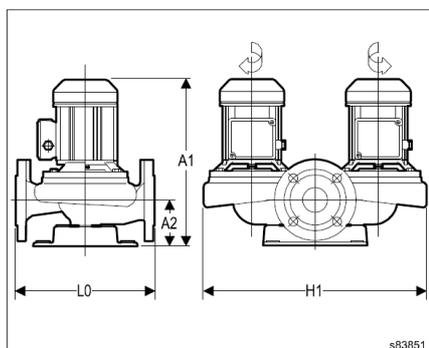


Motor

Velocidad	: 1450 rpm
Potencia Nominal (Pn)	: 2.20 kW
Protección	: IP 54
Clase de aislamiento	: F
Consumo máx. 3x400 V	: 5.1 A
Consumo máx. 3x230 V	: 8.8 A
Potencia del eje (P2)	: 1.74 kW
Potencia consumida (P1)	: 2.14 kW
Rendimiento motor	: 81.00 %
Rendimiento bomba	: 46.84 %
Rendimiento global	: 37.94 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos



Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg
490.0	735.0	620.0	145.0	191.0

Características técnicas

Cuerpo de la bomba	: GG 20
Eje	: AISI 329
Cierre mecánico	: Carbón / Carb. silicio
Juntas	: EPDM
Impulsor	: GG 20
Conexiones	: Bridas: ISO 7005 DN 1: 80 mm DN 2: 80 mm
Presión de trabajo	: 10 bar.
Temperaturas	: Máx +120°C / Mín -15°C Máx ACS + 80°C

Se colocará una bomba, marca **SEDICAL**, modelo **SDM 80/270.1-2.2/K**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

Todas las bombas se escogen con revoluciones bajas para evitar ruidos y vibraciones excesivos.

2. INSTALACIÓN DE ACS – SOLAR

2.1. INSTALACIÓN ACS

El objeto del presente apartado es analizar y dimensionar la instalación de producción centralizada de Agua Caliente Sanitaria (ACS), desde los puntos de vista de la eficiencia energética y del cumplimiento reglamentario.

2.1.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE ACS

En este apartado se calculará la demanda energética en base a la acumulación estimada y número de usuarios. Primero procederemos a calcular el consumo diario según el CTE DB-HE4. Y finalmente calcularemos la demanda energética dependiendo del volumen de acumulación elegido.

CÁLCULO CONSUMO:

De la tabla 3.1 del Código Técnico de la Edificación en su documento HE4 “Ahorro de energía: contribución solar mínima” calcularemos la demanda.

Tabla 3.1. Demanda de referencia a 60°C (1)

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

(1) Los litros de ACS/día a 60°C de la tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 “Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética”.

Para el cálculo se ha utilizado la ecuación (3.2) con los valores de $T_i = 12^\circ\text{C}$ (constante) y $T = 45^\circ\text{C}$.

El criterio para escoger la demanda va a ser una fábrica, ya que los servicios principales para ACS son las duchas y lavabos de los vestuarios que existen para los empleados de la fábrica.

Los turnos de trabajo se dividen en tres al día, y hay 60 personas en cada turno.

Por lo tanto según la tabla 3.1 del CTE DB-HE4 habra que estimar 15 l./pers. al día.

$$\text{Consumo}_{60^{\circ}\text{C}} = 60 \text{ (pers.)} * 3 \text{ (turnos)} * 15 \text{ (l./per.día)} = 2700 \text{ l./día}$$

CÁLCULO POTENCIA CALDERA CON ACUMULACIÓN

La producción de ACS está determinada por el binomio “potencia/capacidad de la acumulación”. Se denominan sistemas de acumulación a aquellos cuyo volumen cubre la hora punta, mientras que la denominación semiacumulación se reserva para capacidades de acumulación que sólo cubren unos minutos punta.

La energía útil que proporcione el sistema debe ser capaz de cubrir la demanda en la punta que es:

$$E_{hp} \text{ (Wh)} = Q_{punta} \text{ (l)} * (T_{ACS} - T_{AFCH}) (^{\circ}\text{C}) * 1,16 \frac{\text{Wh}}{\text{l}^{\circ}\text{C}}$$

Donde:

T_{ACS} = Temperatura de utilización del ACS.

T_{AFCH} = Temperatura del agua de la red.

La energía proporcionada por el sistema es la suma de la que aporta la producción (intercambiador) más la almacenada en los depósitos de acumulación.

La energía que aporta la producción referida a 1 hora, resulta:

$$E_{producción} \text{ (Wh)} = P_{calderas} \text{ (W)} * 1\text{h} * \eta_{prdACS}$$

Donde:

$P_{calderas}$ (W) = Potencia Útil de las calderas.

η_{prdACS} = Rendimiento del sistema de producción de ACS, incluye las pérdidas por intercambio, acumulación, distribución y recirculación.

La energía acumulada en los depósitos, que puede ser utilizada durante la punta de consumo es:

$$E_{\text{acum. (Wh)}} = V_{\text{acum. (l)}} * (T_{\text{acum.}} - T_{\text{AFCH}})(^{\circ}\text{C}) * 1,16 \frac{\text{Wh}}{\text{l}^{\circ}\text{C}} * F_{\text{uso acum.}}$$

Donde:

$V_{\text{acum.}}$ = Volumen total de los depósitos (acumulación o interacumuladores).

$T_{\text{acum.}}$ = Temperatura de acumulación del agua, puede ser igual o superior a la de uso (T_{ACS}).

$F_{\text{uso acum.}}$ = Es el factor de uso del volumen acumulado, depende de la geometría (esbeltez) y del número de depósitos de acumulación, ya que en el interior de los mismos existe una zona de mezcla entre las aguas fría y caliente, en la cual la temperatura resulta inferior a la de uso, por lo que dicho volumen no puede ser utilizado.

$$F_{\text{uso acum.}} = 0,63 + 0,14 \cdot H/D$$

(H y D: altura y diámetro del depósito, respectivamente).

Si existen varios depósitos conectados hidráulicamente en serie, el factor de uso se aplicará a uno solo, los demás contribuirán con su volumen total; si la conexión es en paralelo afecta a todos.

Para dimensionar la instalación de producción de ACS debe considerarse que la energía aportada (producción más acumulación) ha de igualar a la consumida en la punta; por ello si los volúmenes de acumulación son menores las potencias deberán ser mayores (sistemas de semiacumulación, o semiinstantáneos) y si los volúmenes de acumulación son mayores las potencias podrán ser inferiores (sistemas de acumulación).

La potencia a instalar resulta:

$$P_{\text{calderas}} = \left[Q_{\text{punta}} * (T_{\text{ACS}} - T_{\text{AFCH}}) - V_{\text{acum.}} * (T_{\text{acum.}} - T_{\text{AFCH}}) * F_{\text{uso acum.}} \right] * 1,16 \frac{\text{Wh}}{\text{l}^{\circ}\text{C}} / \eta_{\text{prdACS}}$$

Se tiene una ecuación con tres incógnitas: el caudal durante la punta, el volumen de acumulación y la potencia a instalar; la potencia será mayor cuanto mayor sea el consumo en punta y cuanto menor sea el volumen de acumulación.

El problema fundamental es conocer el caudal punta, tanto en valor como en duración de la misma, para lo cual no existen datos oficiales publicados ni normas establecidas.

Hay algunos métodos de cálculo que determinan la punta y la duración de la misma, pero todos son métodos empíricos, basados en estimaciones.

Hipótesis conservadoras, que conllevan sistemas que no presentan problemas de funcionamiento, son tomar como consumo en la hora punta el 50% del consumo medio diario en edificios como viviendas y hoteles, mientras que en polideportivos el consumo presenta más puntas, por lo que se puede considerar que en la hora punta se tiene un consumo del 30% del medio diario.

En nuestro caso como hay tres turnos, se estimará que el consumo punta corresponde a un tercio del consumo total.

$$\text{Por lo tanto } Q_{\text{punta}} = Q_{\text{total}} * 1/3 = 2700 \text{ l.} * 1/3 = 900 \text{ l.}$$

Este consumo no se dará todos los días, sino en la hora punta del año, y evidentemente la instalación debe ser capaz de hacer frente a la misma.

Los sistemas con acumuladores (semiacumulación o acumulación) se dimensionan con la pareja de valores acumulación/potencia.

La capacidad de acumulación elegida para nuestra instalación es de un 80% del consumo punta $900 * 0,8 \sim 750 \text{ l.}$

Se toma un depósito de 750 l, de 850 mm de diámetro y 1.740 mm de altura.

$$F_{\text{uso acum.}} = 0,63 + 0,14 \cdot 1740/850 = 0,917 \text{ (91,7 \%)}$$

η_{prdACS} : Estimado del 75%.

Para simplificar el cálculo de la potencia necesaria en calderas se supone que la temperatura de uso es de 60 °C; los resultados apenas van a variar, ya que si se toma otra temperatura en primer lugar se debe modificar el consumo, pero las necesidades de energía son idénticas.

Como temperatura de acumulación se toma 60 °C.

$$P_{calderas} = [Q_{punta} * (T_{ACS} - T_{AFCH}) - V_{acum.} * (T_{acum.} - T_{AFCH}) * F_{uso acum.}] * \frac{1,16 \frac{Wh}{T^{\circ}C}}{\eta_{prdACS}} = [900 * (60 - 10) - 750 * (60 - 10) * 0,917] * \frac{1,16}{0,75}$$

$$P_{calderas} = 16414 W = 16,4 KW$$

Para el dimensionado de la caldera, destinaremos 16,4 KW de la producción de la misma para el consumo de ACS. (NOTA: Cálculo de la caldera en el apartado 1.6. de este documento.)

2.1.2. INTERCAMBIADOR CIRCUITO ACS

Para la transmisión de energía de calderas al circuito de ACS se adopta un sistema de preparación por medio de un intercambiador de placas de acero inoxidable, Marca SEDICAL, Md. UFP-32 / 6 H - C - PN10, para una potencia de 17 KW. y un caudal en el secundario de 294.7 l/h. Sus características generales son:

SEDICAL - INTERCAMBIADOR DE PLACAS UFP-32 / 6 H - C - PN10

Datos Generales		Caliente	Frio
Fluido		Acua	Acua
Potencia de intercambio	kW	17.0	
Caudal	l/h	1494.9	294.7
Temperatura entrada	°C	75.0	10.0
Temperatura salida	°C	65.0	60.0
Perdida de carga	kPa	27.6	4.1
Propiedades termodinámicas		Caliente	Frio
Peso específico	kg/m³	978.06	993.72
Calor específico	kJ/kg×°K	4.19	4.18
Conductividad térmica	W/m×°K	0.66	0.62
Viscosidad media	mPa×s	0.43	0.72
Viscosidad pared	mPa×s	0.72	0.43
Datos técnicos del intercambiador			
Dif. temperatura logarítmica media	°C	30.79	
Numero de placas		6	
Agrupamiento		1 x 3 / 1 x 2	
Tipo / porcentaje		H	
Superficie de intercambio efectiva	m²	0.16	
Coeef. global de transmisión (sucio / limpio)	W/m²×°K	3286.8 / 4409.0	
Sobredimensionamiento	%	34.13	
Factor de ensuciamiento	m²×°K/kW	0.0774	
Presión de trabajo / prueba	bar	10.0 / 14.3	
Temperatura máxima de trabajo	°C	110	
Materiales, dimensiones y pesos			
Material del bastidor / tornillos		ST 52.3 / calidad 8.8	
Material de las placas / grosor	mm	AISI 316 / 0.5 mm	
Material de las juntas		Nitrilo HT (sin pegamento)	
Material de las conexiones circ. caliente		AISI 316	
Material de las conexiones circuito frio		AISI 316	
Diámetro de las conexiones		R 1 1/4 "	
Situación de las conexiones (Caliente / frio)		F1 - F4 / F3 - F2	
Tipo de bastidor		C - PN10	
Especificación pintura del bastidor		Según ISO12944 Categ. C2 RAL5010	
Largo, alto, ancho y peso del bastidor		227 mm/ 480 mm/ 194 mm/ 36 kg	

El agua caliente sanitaria se preparará a 60 °C y el sistema de calentamiento propuesto es capaz de elevar la temperatura del agua hasta 70 °C de forma periódica para su pasteurización y control de la legionelosis. (RITE - IT 1.1.4.3.1.).

2.1.3. CÁLCULO DE BOMBAS DE CIRCULACIÓN

Del mismo que se ha hecho en los apartados 1.5 y 1.9 se calculan las bombas de ACS:

BOMBA PRIMARIO ACS

Se colocará una bomba doble que impulsará un caudal de 1,5 m³/h y tendrá que vencer una pérdida de carga de 5,74 m.c.a.

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 40/145.1-0.20/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

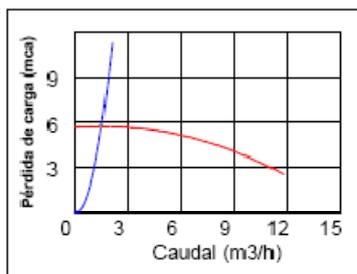
Datos requeridos

Uso	: A.C.S.
Fluido	: AGUA
Rotor	: SECO
Tipo	: DOBLE
Caudal	: 1.5 m ³ /h
Pérdida de carga	: 5.7 mca
Temperatura de trabajo	: 65.0 °C
Posición	:

Datos obtenidos Bomba

Modelo	: SDM 40/145.1-0.20/K
Rodete	: Ø 133
Caudal	: 1.5 m ³ /h
Pérdida de carga	: 5.7 mca
NPSH requerido	: 0.9 m
Nivel sonoro	: 38 dB(A)
Construcción	: In-line

Gráfica de la bomba

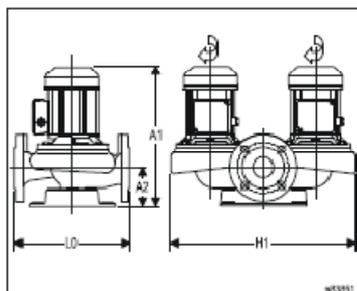


Motor

Velocidad	: 1450 rpm
Potencia Nominal (Pn)	: 0.20 kW
Protección	: IP 54
Clase de aislamiento	: F
Consumo máx. 3x400 V	: 0.7 A
Consumo máx. 3x230 V	: 1.1 A
Potencia del eje (P2)	: 0.07 kW
Potencia consumida (P1)	: 0.10 kW
Rendimiento motor	: 69.00 %
Rendimiento bomba	: 34.67 %
Rendimiento global	: 23.92 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos



Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg
250.0	465.0	406.0	116.0	38.0

Características técnicas

Cuerpo de la bomba	: GG 20
Eje	: AISI 329
Cierre mecánico	: Carbón / Carb. silicio
Juntas	: EPDM
Impulsor	: NORYL GFN 2
Conexiones	: Bridas: ISO 7005 : DN 1: 40 mm DN 2: 40 mm
Presión de trabajo	: 10 bar.
Temperaturas	: Máx +100°C / Mín -15°C : Máx ACS + 80°C

Se colocará una bomba doble, marca **SEDICAL**, modelo **SDM 40/145.1-0.20/K**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

BOMBA SECUNDARIO ACS

Se colocarán dos bombas simples que impulsarán un caudal de $0,3 \text{ m}^3/\text{h}$ y tendrán que vencer una pérdida de carga de $1,52 \text{ m.c.a.}$

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SA 20/2 - B

Descripción del producto

Bomba de circulación para ACS de rotor humedo, con una temperatura máxima de funcionamiento de 65°C , aunque se recomienda no sobrepasar los 60°C por los efectos negativos de la calcificación.

Calidad del agua: Doméstica potable, libre de sustancias abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

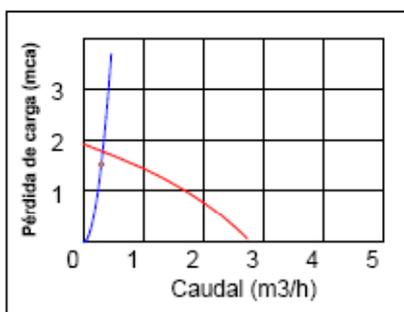
Datos requeridos

Uso : A.C.S.
 Fluido : AGUA
 Rotor : HUMEDO
 Tipo : SIMPLE
 Caudal : $0,3 \text{ m}^3/\text{h}$
 Pérdida de carga : $1,5 \text{ mca}$
 Temperatura de trabajo : $65,0^\circ\text{C}$
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SA 20/2 - B
 Caudal : $0,3 \text{ m}^3/\text{h}$
 Pérdida de carga : $1,8 \text{ mca}$
 Presión de aspiración : $1,8 \text{ Hmín (m)}$
 Nivel sonoro : 18 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

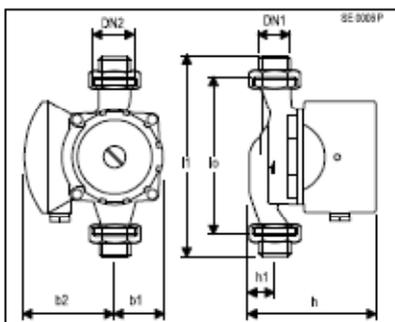


Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase..

Motor

Revoluciones : 2000 rpm
 Tensión de alimentación : Monofásica
 Potencia consumida (P1) : $0,04 \text{ kW}$
 Protección : IP 44
 Aislamiento : Clase F
 Intensidad : $0,20 \text{ A}$

Dimensiones y pesos



Características técnicas

Cuerpo de la bomba : Bronce
 Rodete : Polisulfón
 Eje : Cerámica
 Cojinetes : Cerámica
 Juntas : EPDM
 Conexiones DN1 : R 3/4 " M
 Conexiones DN2 : R 1 1/4 " H
 Presión de trabajo : 10 bar
 Temperaturas : Máx + 65°C / Mín + 2°C

l0 mm	l1 mm	b1 mm	b2 mm	h mm	h1 mm	PESO kg
120.0	172.0	46.0	85.0	127.0	25.0	2.4

Se colocarán dos bombas simples, marca **SEDICAL**, modelo **SA 20/2-B**, que se ajustan a las condiciones exigidas.

BOMBA RECIRCULACIÓN ACS

Se colocará una bomba simple que impulsará un caudal de 0,3 m³/h y tendrán que vencer una pérdida de carga de 1.86 m.c.a.

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SA 20/2 - B

Descripción del producto

Bomba de circulación para ACS de rotor humedo, con una temperatura máxima de funcionamiento de 65°C, aunque se recomienda no sobrepasar los 60°C por los efectos negativos de la calcificación.

Calidad del agua: Doméstica potable, libre de sustancias abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

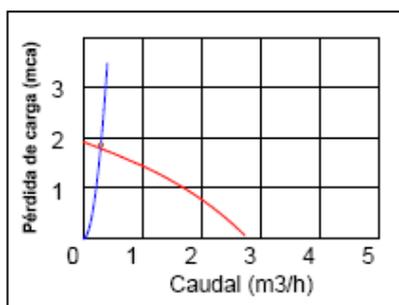
Datos requeridos

Uso : A.C.S.
 Fluido : AGUA
 Rotor : HÚMEDO
 Tipo : SIMPLE
 Caudal : 0.3 m3/h
 Pérdida de carga : 1.9 mca
 Temperatura de trabajo : 65.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SA 20/2 - B
 Caudal : 0.3 m3/h
 Pérdida de carga : 1.8 mca
 Presión de aspiración : 1.8 Hmín (m)
 Nivel sonoro : 18 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

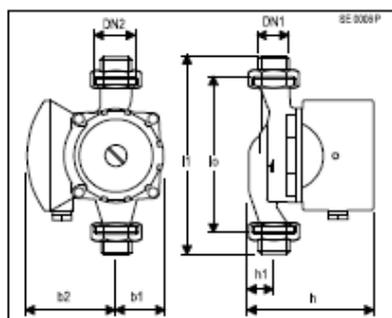


Motor

Revoluciones : 2000 rpm
 Tensión de alimentación : Monofásica
 Potencia consumida (P1) : 0.04 kW
 Protección : IP 44
 Aislamiento : Clase F
 Intensidad : 0.20 A

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos



Características técnicas

Cuerpo de la bomba : Bronce
 Rodete : Polisulfón
 Eje : Cerámica
 Cojinetes : Cerámica
 Juntas : EPDM
 Conexiones DN1 : R 3/4 " M
 Conexiones DN2 : R 1 1/4 " H
 Presión de trabajo : 10 bar
 Temperaturas : Máx + 65°C / Mín + 2°C

l0 mm	l1 mm	b1 mm	b2 mm	h mm	h1 mm	PESO kg
120.0	172.0	46.0	85.0	127.0	25.0	2.4

Se colocará una bomba simple, marca **SEDICAL**, modelo **SA 20/2-B**, que se ajustan a las condiciones exigidas.

2.2. INSTALACIÓN SOLAR

2.2.1. CÁLCULO CONTRIBUCIÓN SOLAR TÉRMICA

Se va a realizar el estudio de la contribución solar según el método F-Chart, método recomendado por el IDAE en su pliego de condiciones técnicas.

Valoración de las cargas caloríficas para el calentamiento de agua destinada a la producción de ACS.

Valoración de la radiación solar incidente en la superficie inclinada del captador o captadores.

Cálculo del parámetro Y.

Cálculo del parámetro X.

Determinación de la gráfica f.

Valoración de la cobertura solar mensual.

Valoración de la cobertura solar anual.

CARGAS CALORÍFICAS PARA CALENTAMIENTO DE ACS:

La carga calorífica es la cantidad de calor que necesitamos mensualmente para calentar el agua destinada al consumo doméstico (demanda energética). Dicha carga será directamente proporcional al consumo volumétrico calculado anteriormente. Para ello se emplea la expresión:

$$Q_a = C_e * C * N * (T_{ac} - T_r)$$

Donde:

Q_a = Energía necesaria mensual para calentamiento de ACS (J).

C_e = Calor específico del agua = **4186 J / kg °C**.

C = Consumo diario de ACS = **2700 l/día**.

N = numero de día del mes.

T_{ac} = Temperatura del agua caliente de acumulación: **60 °C**.

T_r = Temperatura del agua de la red.

Se obtienen los siguientes valores:

MES	Tª MEDIA DE LA RED (Tr)	ENERGIA NECESARIA DIARIA (MJ) End	DIAS FUNCIONANDO: N	ENERGÍA NECESARIA MENSUAL (MJ) Qa
ENERO	7	599,0166	31	18569,5146
FEBRERO	8	587,7144	28	16456,0032
MARZO	9	576,4122	31	17868,7782
ABRIL	10	565,11	30	16953,3
MAYO	12	542,5056	31	16817,6736
JUNIO	15	508,599	30	15257,97
JULIO	17	485,9946	31	15065,8326
AGOSTO	17	485,9946	31	15065,8326
SEPTIEMBRE	16	497,2968	30	14918,904
OCTUBRE	13	531,2034	31	16467,3054
NOVIEMBRE	9	576,4122	30	17292,366
DICIEMBRE	7	599,0166	31	18569,5146
TOTAL			365	199302,9948

CALCULO DE LA RADIACION SOLAR INCIDENTE EN LA SUPERFICIE INCLINADA DE LOS CAPTADORES:

La energía en Mega Julios que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes en Navarra es la siguiente:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
RADIACION (MJ/m2)	5	7,4	12,3	15	17,1	19	21	18,2	16	10	6	4,5

Al tener nuestros colectores inclinados 45° respecto de la horizontal, debemos aplicar un Factor de Corrección K para superficies inclinadas que representa el cociente entre la energía total incidente en un día sobre una superficie orientada hacia el Ecuador e inclinada un determinado ángulo y otra horizontal. En nuestro caso, latitud es de 42,8°, por lo que nuestro factor de corrección será:

INCLINACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
45º	1,43	1,33	1,2	1,07	0,98	0,95	0,98	1,09	1,25	1,44	1,56	1,54

CALCULO DE Y:

El parámetro Y expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la carga calorífica total de calentamiento durante un mes.

$$Y = \frac{\text{Energía absorbida por el captador (E}_a\text{)}}{\text{Carga calorífica mensual (Q}_a\text{)}}$$

La energía absorbida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$\frac{E_a}{S_c} = F_r [\tau * \alpha] * R_1 * N$$

Siendo:

- S_c = Superficie útil de captadores instalada (m²).
- R_1 = Radiación útil media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área, en MJ/m².
- N = Número de días del mes.
- $F_r [\tau * \alpha]$ = Factor adimensional que viene dado por la siguiente expresión:

$$F_r [\tau \alpha] = F_r (\tau \alpha)_n [(\tau \alpha) / (\tau \alpha)_n] (F_r \tau / F_r)$$

Donde:

- $F_r (\tau \alpha)_n$ = Factor de eficiencia óptima del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador. En el caso de WAGNER & CO EURO C20 AR = 0,85.
- $(\tau \alpha) / (\tau \alpha)_n$ = Modificador del ángulo de incidencia. En general se toma como constante 0,96 para superficie transparente sencilla.
- $(F_r \tau / F_r)$ = Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0,95.

MES	RADIACION HORIZONTAL DIARIA (MJ/m2) R1	FACTOR INCLINACION (K)	RADIACION EFECTIVA MENSUAL (MJ/m2) Rem	Y/Sc (MJ/m2)	Y
ENERO	5	1,43	221,65	0,00925297	0,31089964
FEBRERO	7,4	1,33	275,576	0,01298168	0,43618434
MARZO	12,3	1,2	457,56	0,01985029	0,6669699
ABRIL	14,5	1,07	465,45	0,02128299	0,71510832
MAYO	17,1	0,98	519,498	0,02394593	0,80458328
JUNIO	18,9	0,95	538,65	0,02736678	0,91952375
JULIO	20,5	0,98	622,79	0,03204515	1,07671691
AGOSTO	18,2	1,09	614,978	0,03164319	1,06321105
SEPTIEMBRE	16,2	1,25	607,5	0,03156626	1,06062633
OCTUBRE	10,2	1,44	455,328	0,02143461	0,72020289
NOVIEMBRE	6	1,56	280,8	0,01258799	0,42295652
DICIEMBRE	4,5	1,54	214,83	0,00896826	0,3013335

CALCULO DE X:

El parámetro X expresa la relación entre las pérdidas de energía en los captadores para una determinada temperatura, y la energía necesaria durante un mes.

$$X = \frac{\text{Energía perdida por el captador (E}_p\text{)}}{\text{Energía necesaria mensual (Q}_a\text{)}}$$

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$\frac{E_p}{S_c} = F_r \cdot U_L \cdot (100 - T_a) \cdot \Delta T \cdot K_1 \cdot K_2$$

Donde:

- S_c = Superficie útil de captadores instalada (m²).

- $F_r \cdot U_L = F_r \cdot U_L \cdot (F_r / F_r)$

Donde:

- $F_r \cdot U_L = 3,37 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, es la pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador WAGNER & CO EURO C20 AR).

- (F_r / F_r) = Factor de corrección del conjunto captador intercambiador. Se recomienda tomar el valor 0,95.

CÁLCULOS

- T_a = Temperatura ambiente media mensual.

- ΔT = Periodo de tiempo considerado (segundos).

- K_1 = Factor de corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = [\text{kg acumulación}/(75 * S_c)^{-0,25}] = [(1500/75 * 28.8)^{-0,25}] = 1.09$$

- K_2 = Factor corrección para ACS, que relaciona la temperatura mínima de ACS, la del agua de la red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = \frac{11,6+1,18T_{ac}+3,86T_r-2,32T_a}{100-T_a}$$

Donde:

T_{ac} = Temperatura de ACS = 60 °C.

T_r = Temperatura del agua de red (°C)

T_a = Temperatura media mensual del ambiente (°C)

MES	Tª AMB	K1	K2	HORAS DE SOL	ΔT	Ep/Sc (MJ/m2)	X/Sc	X
ENE	7	1,09	1,00193548	9,3	1,038	337,520429	0,01817605	0,61071528
FEB	7	1,09	1,04344086	10,4	1,048	354,888621	0,02156591	0,72461445
MAR	11	1,09	1,0294382	11,7	1,306	417,554788	0,02336784	0,7851595
ABR	13	1,09	1,04413793	13,3	1,436	455,209765	0,02685081	0,90218707
MAY	16	1,09	1,09047619	14,4	1,607	513,678459	0,03054397	1,02627727
JUN	20	1,09	1,17375	15	1,62	530,836297	0,03479076	1,16896937
JUL	22	1,09	1,24333333	14,7	1,641	555,3551	0,03686189	1,23855959
AGO	23	1,09	1,22935065	13,7	1,529	505,07281	0,03352439	1,12641942
SEP	20	1,09	1,222	12,2	1,318	449,631374	0,03013836	1,01264906
OCT	15	1,09	1,15035294	10,7	1,194	407,412513	0,02474069	0,83128722
NOV	10	1,09	1,04377778	9,6	1,037	339,945516	0,0196587	0,66053248
DIC	8	1,09	0,9876087	9	1,004	318,336509	0,01714296	0,57600357

Para dimensionar la superficie útil total de colectores se sigue lo indicado en la en el Documento Básico HE 4 en su punto 2.1. Funes está dentro de la zona climática III por

lo tanto para un consumo diario de 2700 l. la contribución solar mínima deberá de ser del 50%.

La instalación se compone de 14 colectores de la marca WAGNER & CO Modelo EURO C20 AR con una superficie útil de 2,40 m², haciendo un total de 33,6 m² de área captadora.

Datos característicos captadores	Área colectores(m2)	
Nº captadores	14	33,6
Modelo captador	WAGNER SOLAR EURO C20-AR	
Área de captador (m2)	2,40	
a	0,85	
b(W/m2 K)	3,37	

Cumpliendo así lo especificado en el Documento Básico HE Ahorro de Energía Sección 4.

Se ha seguido un proceso iterativo para obtener una cobertura solar anual, de al menos un 50%, marcado por el CTE (DB-HE4, Contribución solar mínima), para la zona climática en la que nos encontramos. También se han tenido en cuenta la condición de no superar el 110% de la demanda de consumo y no más de tres meses seguidos el 100%. De este modo, se exponen únicamente los resultados finales de dicho proceso, que suponen la colocación de 12 colectores modelo EURO C20 AR, de la marca WAGNER & CO:

- Dimensiones: 2.151x1.215x110 (mm)
- Superficie bruta: 2,6 m²
- Superficie útil: 2,39 m²
- Peso: 48 Kg.
- Rendimiento: 85,4 %
- Producción normalizada: 546 kWh/m²a
- Conexión hidráulica: ½” rosca macho para junta plana.
- Contenido Agua: 1,2 l
- Factor de ganancia: 0,85

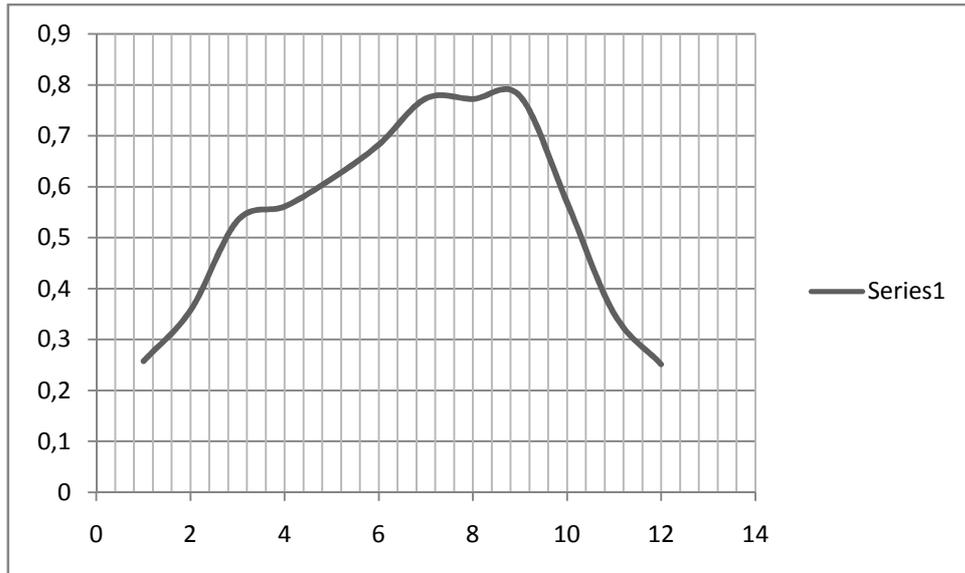
- Factor de pérdidas: 3,37
- Material asilamiento: Fibra de vidrio
- Inclinación superficie: 45°
- Orientación superficie: Sur
- Superficie total 14 colectores: 33,6 m2.

DETERMINACION DE LA GRAFICA f:

Una vez obtenido el valor óptimo de superficie captación solar, se calculan los parámetros X e Y, resultado de multiplicar X/Sc e Y/Sc por los 43 m2 (calculado en tablas anteriores), y se aplica la siguiente ecuación para calcular la fracción de carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar:

$$f = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3$$

MES	X	Y	f
ENERO	0,61071528	0,31089964	0,25785534
FEBRERO	0,72461445	0,43618434	0,35785018
MARZO	0,7851595	0,6669699	0,53377741
ABRIL	0,90218707	0,71510832	0,56124369
MAYO	1,02627727	0,80458328	0,6157005
JUNIO	1,16896937	0,91952375	0,68222905
JULIO	1,23855959	1,07671691	0,77300091
AGOSTO	1,12641942	1,06321105	0,7719987
SEPTIEMBRE	1,01264906	1,06062633	0,77745298
OCTUBRE	0,83128722	0,72020289	0,569251
NOVIEMBRE	0,66053248	0,42295652	0,35087117
DICIEMBRE	0,57600357	0,3013335	0,25157096



VALORACION DE LA COBERTURA SOLAR MENSUAL

Obtenidos los valores de f , el siguiente paso es evaluar la energía útil captada por los paneles solares mes a mes. Para ello basta con aplicar la siguiente relación:

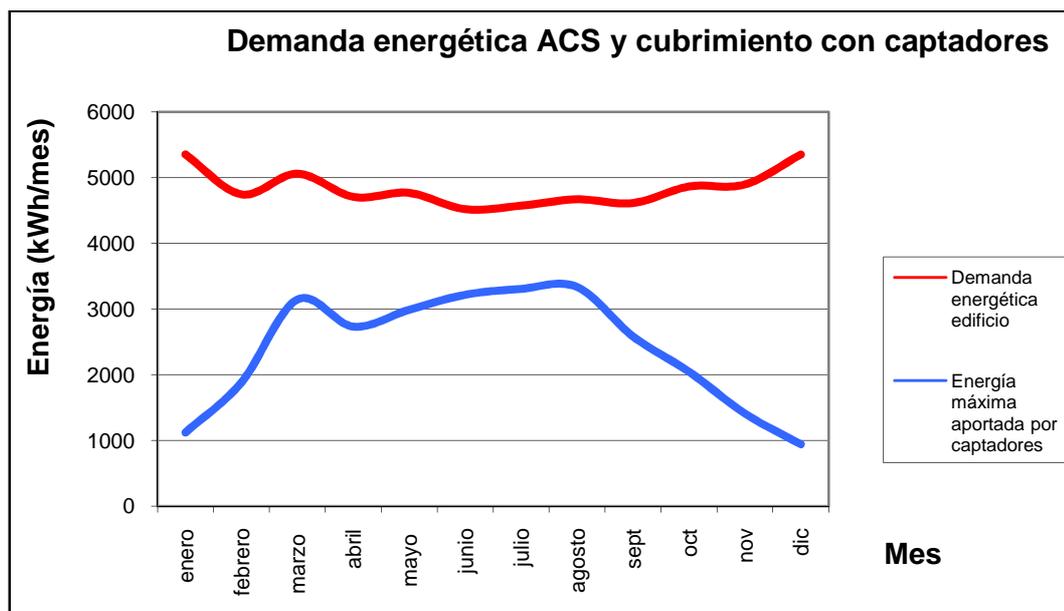
$$Q_u = f * Q_a$$

Donde:

- Q_u = Aporte solar mensual (MJ).
- f = Cobertura de necesidades.
- Q_a = Energía necesaria mensual para calentamiento de ACS (MJ).

A continuación se muestra el grado de cobertura de la instalación solar. Q_u será la demanda satisfecha por la energía solar. La diferencia entre Q_u y Q_a será satisfecha por el sistema tradicional.

MES	ENERGÍA NECESARIA MENSUAL (MJ) Q_a	f	APORTE SOLAR MENSUAL (MJ) Q_u
ENERO	18569,5146	0,25785534	4788,24845
FEBRERO	16456,0032	0,35785018	5888,78366
MARZO	17868,7782	0,53377741	9537,95023
ABRIL	16953,3	0,56124369	9514,93273
MAYO	16817,6736	0,6157005	10354,6501
JUNIO	15257,97	0,68222905	10409,4304
JULIO	15065,8326	0,77300091	11645,9024
AGOSTO	15065,8326	0,7719987	11630,8032
SEPTIEMBRE	14918,904	0,77745298	11598,7464
OCTUBRE	16467,3054	0,569251	9374,03009
NOVIEMBRE	17292,366	0,35087117	6067,39269
DICIEMBRE	18569,5146	0,25157096	4671,55062
TOTAL	199302,995		105482,421



VALORACION DE LA COBERTURA SOLAR ANUAL

Finalmente, la cobertura solar anual se obtendrá empleando todos los datos mensuales mediante la siguiente expresión:

$$\text{Cobertura solar anual} = \frac{\sum Q_u}{\sum Q_a} = \frac{105482,42}{199302,99}$$

Obteniéndose:

Cobertura solar anual = 52,93 %

De acuerdo a la normativa, la cobertura mínima exigida para esta instalación es de 50%, luego la instalación → CUMPLE.

2.2.2. CÁLCULO INTERCAMBIADOR SOLAR

La potencia mínima de diseño del intercambiador P (W) en función del área de captadores A (m²) cumplirá la condición, según DB HE-4 Punto 3.3.4.:

$$P \geq 500 * A$$

- A = Área de captación = 33,6 m².

- P = Potencia del intercambiador (W).

$$P \geq 500 \times 33,6$$

$$P \geq 16.800 \text{ W.}$$

SEDICAL - INTERCAMBIADOR DE PLACAS UFP-32 / 8 H - C - PN10

Datos Generales		Caliente	Frio
Fluido		Etilenglicol 40.0%	Agua
Potencia de intercambio	kW		20.0
Caudal	l/h	1457.3	1747.6
Temperatura entrada	°C	80.0	50.0
Temperatura salida	°C	67.0	60.0
Perdida de carga	kPa	29.7	25.0
Propiedades termodinámicas		Caliente	Frio
Peso específico	kg/m ³	1045.52	985.86
Calor específico	kJ/kg×°K	3.64	4.18
Conductividad térmica	W/m×°K	0.45	0.65
Viscosidad media	mPa×s	0.89	0.53
Viscosidad pared	mPa×s	1.37	0.41
Datos técnicos del intercambiador			
Dif. temperatura logarítmica media	°C	18.46	
Numero de placas		8	
Agrupamiento		1 x 3 / 1 x 4	
Tipo / porcentaje		H	
Superficie de intercambio efectiva	m ²	0.25	
Coef. global de transmisión (sucio / limpio)	W/m ² ×°K	4299.4 / 5317.0	
Sobredimensionamiento	%	23.66	
Factor de ensuciamiento	m ² ×°K/kW	0.0445	
Presión de trabajo / prueba	bar	10.0 / 14.3	
Temperatura máxima de trabajo	°C	110	
Materiales, dimensiones y pesos			
Material del bastidor / tornillos	mm	ST 52.3 / calidad 8.8	
Material de las placas / grosor		AISI 316 / 0.5 mm	
Material de las juntas		Nitrilo HT (sin pegamento)	
Material de las conexiones circ. caliente		AISI 316	
Material de las conexiones circuito frio		AISI 316	
Diámetro de las conexiones		R 1 1/4 "	
Situación de las conexiones (Caliente / frio)		F1 - F4 / F3 - F2	
Tipo de bastidor		C - PN10	
Especificación pintura del bastidor		Según ISO12944 Categ. C2 RAL5010	
Largo, alto, ancho y peso del bastidor		227 mm/ 480 mm/ 194 mm/ 36 kg	

Seleccionamos un intercambiador de placas de acero inoxidable, seleccionado para soportar temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación. Se proyecta un intercambiador marca SEDICAL, mod. UFP-32/8 H, con potencia y caudal suficiente en el primario.

2.2.3. CÁLCULO DEPÓSITO ACUMULACIÓN SOLAR

Para el cálculo del volumen de acumulación de A.C.S. proveniente de la energía solar se aplicamos normativa DB HE-4 Punto 3.3.3, en la que describe la siguiente ecuación:

$$50 < V/A < 180$$

Siendo:

- A = la suma de las áreas de los captadores (m²) = (33,6 m²).

- V = el volumen de acumulación total = (2.000 l).

Se proyecta un depósito de 2000 l. de acumulación, cumpliendo así las necesidades citadas.

$$50 < 2.000/33,6 < 180$$

$$50 < 59,52 < 180$$

Se colocará un depósito de 2000 litros, se **CUMPLE** la condición.

2.2.4. CÁLCULO VASO DE EXPANSIÓN SOLAR

EL VOLUMEN TOTAL DE LA INSTALACIÓN

$$V_t = V. \text{ Colectores} + V. \text{ Tuberías} + V. \text{ Intercambiador}$$

Donde:

- Contenido de agua en los colectores: 18,20 l.

- Contenido de agua en tuberías de distribución: 56,2 l.

- Contenido de agua en el intercambiador: 6 l.

$$V_t = 18,2 + 56,20 + 6 = \mathbf{80,4 l.}$$

El cálculo del vaso de expansión se realiza atendiendo a la siguiente expresión:

$$V_{ex} = (V_t * C_e + V_{min} + V_{vap}) * C_p$$

Siendo:

V_{ex} = Volumen total del vaso de expansión (l).

V_t = Contenido total del fluido de trabajo en el circuito (l).

C_e = Coeficiente de expansión o dilatación del fluido.= **0,043**

3l.
 V_{min} = Contenido mínimo del fluido de trabajo en el vaso de expansión (l) =

18,2l.
 V_{vap} = Contenido de fluido en el circuito que puede llegar a vaporizar (l). =

C_p = Coeficiente de presión.

$$C_p = \frac{P_{max} + (h * 0,1)}{[P_{max} + ((h * 0,1) + 1)] - [P_{min} + ((h * 0,1) + 1)]}$$

- Presión atmosférica: 1 bar (10 m.c.a. = 1 bar)

- Presión inicial absoluta : 1 + 1 + 0,6 = 2,6 bar

- Presión final absoluta: 1 + tarado = 1+3 =4 bar

- Altura = 6 m.

$$V_{ex} = (80,4 * 0,043 + 3 + 18,2) * 2,9 = \mathbf{71,5 l.}$$

Se adopta un vaso de expansión cerrado de membrana de 80 litros para una presión de trabajo de 4 bar, Marca SEDICAL, Md. NG 80/4.

2.2.5. CÁLCULO BOMBAS INSTALACIÓN SOLAR

Del mismo que se ha hecho en los apartados 1.5 y 1.9 se calculan las bombas de ACS:

BOMBA PRIMARIO SOLAR

Se colocarán dos bombas simples que impulsarán un caudal de 1,4 m³/h y tendrán que vencer una pérdida de carga de 5,38 m.c.a.

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SAM 30/6 T

Descripción del producto

Bomba de circulación para ACS de rotor seco, con una temperatura máxima de funcionamiento de 80°C, aunque se recomienda no sobrepasar los 60°C por los efectos negativos de la calcificación, salvo en cortos procesos. Bomba para instalaciones de calefacción o climatización, tanto domésticas como industriales, con temperaturas entre -15 y 120°C.

Calidad del agua: Doméstica potable, libre de sustancias abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

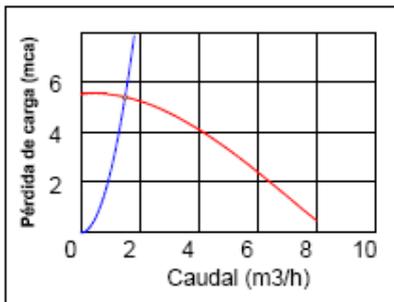
Datos requeridos

Uso : CALEFACCIÓN
 Fluido : 40% ET. GLICOL
 Rotor : SECO
 Tipo : SIMPLE
 Caudal : 1.5 m3/h
 Pérdida de carga : 5.4 mca
 Temperatura de trabajo : 100.0 °C
 Posición :

Datos obtenidos Bomba

Modelo : SAM 30/6 T
 Rodete : Ø 130
 Caudal : 1.5 m3/h
 Pérdida de carga : 5.4 mca
 NPSH requerido : 4.6 m
 Nivel sonoro : 43 dB(A)
 Construcción : In-line

Gráfica de la bomba

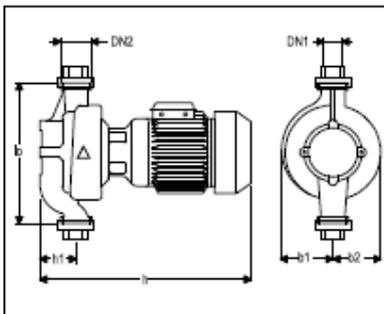


Motor

Velocidad : 1465 rpm
 Potencia Nominal (Pn) : 0.19 kW
 Protección : IP 44
 Clase de aislamiento : F
 Consumo máx. 3x400 V : 0.6 A
 Consumo máx. 3x230 V : 1.0 A
 Potencia del eje (P2) : 0.07 kW
 Potencia consumida (P1) : 0.16 kW
 Rendimiento motor : 47.00 %
 Rendimiento bomba : 30.62 %
 Rendimiento global : 14.39 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos



Características técnicas

Cuerpo de la bomba : Fundición gris
 Eje : Acero inoxidable
 Rodete : Termopolimero B
 Cierre mecánico : Cerámica / Carbono
 Juntas : EPDM
 Conexiones : DN 2 " M
 Presión de trabajo : 10 bar
 Temperaturas : Máx +120°C / Mín -15°C
 : Máx ACS + 80°C

Lo mm	b1 mm	b2 mm	h mm	h1 mm	PESO kg
250.0	88.0	88.0	362.0	63.0	15.4

Se colocarán dos bombas simples, marca **SEDICAL**, modelo **SAM 30/6 T**, que se ajustan a las condiciones exigidas.

BOMBA SECUNDARIO SOLAR

Se colocará una bomba doble que impulsará un caudal de 1,7 m³/h y tendrá que vencer una pérdida de carga de 3,6 m.c.a.

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SDM 40/145.1-0.20/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

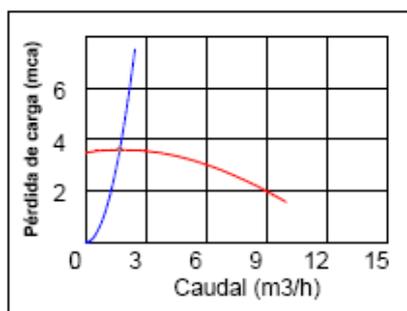
Datos requeridos

Uso	: CALEFACCIÓN
Fluido	: AGUA
Rotor	: SECO
Tipo	: DOBLE
Caudal	: 1.7 m ³ /h
Pérdida de carga	: 3.6 mca
Temperatura de trabajo	: 90.0 °C
Posición	:

Datos obtenidos Bomba

Modelo	: SDM 40/145.1-0.20/K
Rodete	: Ø 105
Caudal	: 1.7 m ³ /h
Pérdida de carga	: 3.6 mca
NPSH requerido	: 0.9 m
Nivel sonoro	: 38 dB(A)
Construcción	: In-line

Gráfica de la bomba

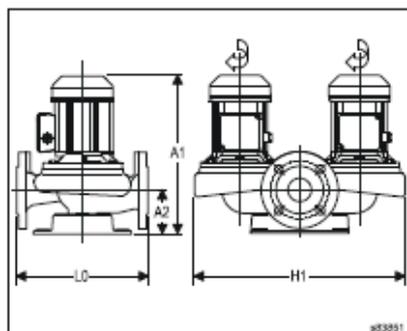


Motor

Velocidad	: 1450 rpm
Potencia Nominal (Pn)	: 0.20 kW
Protección	: IP 54
Clase de aislamiento	: F
Consumo máx. 3x400 V	: 0.7 A
Consumo máx. 3x230 V	: 1.1 A
Potencia del eje (P2)	: 0.04 kW
Potencia consumida (P1)	: 0.06 kW
Rendimiento motor	: 69.00 %
Rendimiento bomba	: 43.03 %
Rendimiento global	: 29.69 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos



Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg
250.0	465.0	406.0	116.0	38.0

Características técnicas

Cuerpo de la bomba	: GG 20
Eje	: AISI 329
Cierre mecánico	: Carbón / Carb. silicio
Juntas	: EPDM
Impulsor	: NORYL GFN 2
Conexiones	: Bridas: ISO 7005 : DN 1: 40 mm DN 2: 40 mm
Presión de trabajo	: 10 bar.
Temperaturas	: Máx +100°C / Mín -15°C : Máx ACS + 80°C

Se colocarán una bomba doble, marca **SEDICAL**, modelo **SDM 40/145.1-0.20/K**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

BOMBA ANTILEGIONELA SOLAR

Se colocará una bomba simple que impulsará un caudal de 1,5 m³/h y tendrá que vencer una pérdida de carga de 2,8 m.c.a. Esta bomba tiene la función de calentar el depósito solar hasta 70°C en cumplimiento de la normativa antilegionela. También tiene la función de transvasar el agua del depósito solar al de ACS cuando el depósito solar esté 5°C por encima del depósito de ACS. Evitando así paradas y arrancadas de la caldera en la época estival.

SEDICAL - HOJA TÉCNICA DE LA BOMBA SAM 25/125-0.05/K

Descripción del producto

En todos los sistemas de calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, agua, agua de condensados, agua glicolada hasta el 50%, otros medios sin aceites minerales o abrasivos.

Calidad del agua: Libre de sustancias sólidas abrasivas o no, cristalizadas o mezclas químicas y químicamente neutras.

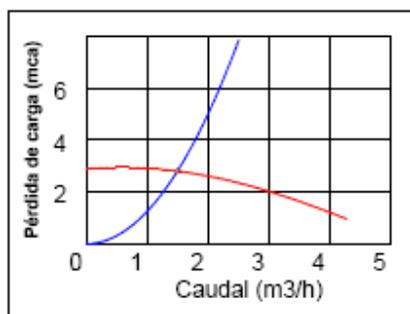
Datos requeridos

Uso	: CALEFACCIÓN
Fluido	: AGUA
Rotor	: SECO
Tipo	: SIMPLE
Caudal	: 1.5 m3/h
Pérdida de carga	: 2.8 mca
Temperatura de trabajo	: 90.0 °C
Posición	:

Datos obtenidos Bomba

Modelo	: SAM 25/125-0.05/K
Rodete	: Ø 96
Caudal	: 1.5 m3/h
Pérdida de carga	: 2.8 mca
NPSH requerido	: 1.5 m
Nivel sonoro	: 26 dB(A)
Construcción	: In-line

Gráfica de la bomba

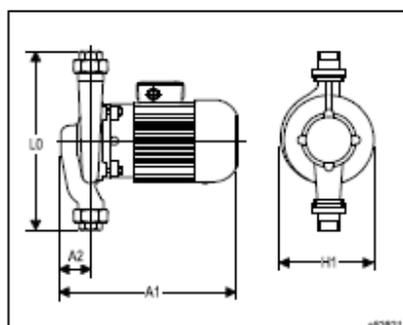


Motor

Velocidad	: 1450 rpm
Potencia Nominal (Pn)	: 0.05 kW
Protección	: IP 54
Clase de aislamiento	: F
Consumo máx. 3x400 V	: 0.2 A
Consumo máx. 3x230 V	: 0.4 A
Potencia del eje (P2)	: 0.03 kW
Potencia consumida (P1)	: 0.04 kW
Rendimiento motor	: 61.00 %
Rendimiento bomba	: 42.97 %
Rendimiento global	: 26.21 %

Los motores monofásicos, de consumo superior a 3 amperios y los motores trifásicos, tienen que ser protegidos exteriormente contra sobrecargas de intensidad, sobretensiones mínimas y caídas de fase.

Dimensiones y pesos



Características técnicas

Cuerpo de la bomba	: GG 20
Eje	: AISI 329
Cierre mecánico	: Carbón / Carb. silicio
Juntas	: EPDM
Impulsor	: NORYL GFN 2
Conexiones DN1	: R 1 "
Conexiones DN2	: R 1
Presión de trabajo	: 10 bar.
Temperaturas	: Máx +100°C / Mín -15°C : Máx ACS + 80°C

Lo mm	H1 mm	A1 mm	A2 mm	PESO kg
318.0	0.0	225.0	53.0	9.5

Se colocarán una bomba simple, marca **SEDICAL**, modelo **SA 20/2-B**, que se ajusta a las condiciones exigidas.

2.2.6. CÁLCULO AEROTERMO

Para el cálculo del aerotermo se parte de la premisa de que el día del año que mayor cantidad de radiación solar incide sobre el colector no hay demanda en la instalación. Por lo que tendremos un excedente de calor que habrá que disipar.

La radiación máxima por metro cuadrado sobre la superficie terrestre es de 1000 W/m².

La época del año cuya radiación es máxima en la latitud en la que estamos es en Julio, y a los 1000 W/m² habrá que multiplicarlo por un factor de corrección por inclinación del captador a 45° (0,98). Por lo tanto la radiación máxima que incide sobre nuestro campo de colectores orientación sur será de 32.928 W/m².

Sin embargo esta no es toda la energía que va a producir nuestro campo de colectores, ya que dichos colectores tienen un rendimiento que habrá que tener en cuenta. Dicho rendimiento se obtiene de calcular empíricamente las pérdidas del captador debidas a las pérdidas que se producen con el ambiente por convección y radiación.

El rendimiento de nuestro captador solar será:

$$\eta = a - \frac{b * (T_m - T_o)}{I} - \frac{c * (T_m - T_o)^2}{I}$$

Donde,

η = rendimiento del colector

a = coeficiente óptico (adimensional)

b = coeficiente de pérdidas (W/m²K)

c = coeficiente cuadrático (W/m²K²)

I = radiación solar máxima incidente sobre colector (W)

T_m = temperatura media del fluido caloportador en el colector (K)

T_o = temperatura ambiente (K)

Por lo tanto el rendimiento de nuestro colector (WAGNER & CO EURO C20 AR) será el siguiente, en base a los siguientes datos:

$$a = 0,85$$

$$b = 3,37 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$c = 0,0104 \text{ W/m}^2\text{K}^2$$

$$I = 1000 \text{ W}$$

$$T_m = \frac{(T_e + T_s)}{2} (\text{K}) = \frac{(82 + 95)}{2} = 88,5 \text{ K}$$

$$T_o = 33,7 \text{ K (Julio)}$$

$$\eta = 0,85 - \frac{3,37 * (88,5 - 33,7)}{1000} - \frac{0,0104 * (88,5 - 33,7)^2}{1000} = 0,634$$

Finalmente, para saber cuál es la potencia que deberá disipar nuestro aerotermostato en un día sin demanda en la época de máxima radiación, multiplicaremos la radiación máxima incidente sobre la superficie de colectores por el rendimiento del colector:

$$P_{aero} = I_{max} * S_c * \eta = (1000 * 0,98) \text{ W/m}^2 * 33,6 \text{ m}^2 * 0,634 = 20.876,4 \text{ W}$$

$$P_{aero} = 20,9 \text{ Kw}$$

3. VENTILACIÓN

Vamos a diseñar un sistema de ventilación para las oficinas, vestuarios, comedor y aseos. Para la realización de los cálculos se tendrá en cuenta la "IT 1.1.4.2 Exigencia de calidad del aire interior" del RITE y la UNE 13779.

3.1. CARACTERÍSTICAS Y EXIGENCIAS

Tal y como se indica en el documento MEMORIA, se toma como datos para el cálculo de caudales de aire exterior la siguiente tabla de referencia:

Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm^3/s por persona

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

Según su uso, se diferencian varios locales. Oficinas, comedores, vestuarios y aseos. A continuación se detallan la necesidades de cada uno de estos locales:

Oficinas

La calidad de aire interior se clasifica dentro de la categoría **IDA 2** (aire de buena calidad), que corresponde a un caudal mínimo de aporte de aire exterior de 12,5 dm³/s (43,4 m³/h). por persona.

Comedores y vestuarios

La calidad de aire interior se clasifica dentro de la categoría **IDA 3** (aire de calidad media), que corresponde a un caudal mínimo de aporte de aire exterior de 8 dm³/s (28,8 m³/h). por persona.

A continuación se muestran los caudales necesarios de cada local:

LOCAL	OCUPACION	RATIO UNE 13779	CAUDAL
	Nº Personas	m3/h Pers	m3/h
OFICINAS PLANTA BAJA	10,0	43,4	433,8
COMEDOR	30,0	28,8	864,0
HALL ENTRADA	0,0	43,4	0,0
SERVICIO MÉDICO	2,0	43,4	86,8
VESTUARIO MUJERES	60,0	28,8	1.728,0
VESTUARIO HOMBRES	20,0	28,8	576,0
DESPACHO PLANTA 1ª	2,0	43,4	86,8
SALA REUNION ESQUINA	12,0	43,4	520,6
OFICINAS PLANTA 1ª	4,0	43,4	173,5
CAUDAL RENOVACION			4.469,4

Aseos

Se realiza una extracción localizada a cada retrete en cumplimiento de la UNE 13779 de 20 m³/h.

Cuando la extracción no sea localizada el valor de aire extraído a aplicar será de 7,2 m³/h por m².

3.2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

La red de conductos se diseña para conseguir llevar un determinado caudal de aire a los puntos de impulsión deseados. Antes de entrar en el diseño de la red de conductos, vamos a introducir las propiedades físicas del aire, el concepto de diámetro equivalente y el cálculo de pérdidas de carga.

Propiedades físicas del aire

Obviamente las propiedades físicas del aire van a depender de la temperatura y de la presión. En el diseño de conductos, las propiedades más utilizadas son la densidad y la viscosidad. La densidad se puede aproximar como:

$$\rho = \frac{P_{\text{atm}}}{287 * T}$$

siendo:

P_{atm} = presión atmosférica (Pa)

T = la temperatura del aire (K)

ρ = la densidad del aire (kg/m³)

aunque, puede tomarse como aproximación una densidad del aire constante de 1,2 kg/m³.

En cuanto a la viscosidad del aire, se puede obtener mediante la expresión:

$$\mu = 1,724 * 10^{-5} \left(\frac{T}{273,16} \right)^{0,76}$$

donde μ (N·s/m²) y T (K).

El efecto de la presión en la determinación de las propiedades del aire sólo tiene efecto cuando la instalación se ubica a mucha altura sobre el nivel del mar.

Diámetro equivalente

Los conductos utilizados en la distribución del aire pueden ser circulares o rectangulares. Debido a que la mayoría de las tablas y expresiones se dan para conductos circulares, resulta muy útil el concepto de diámetro equivalente.

Para determinar el diámetro equivalente de un conducto rectangular puede utilizarse la expresión:

$$D_{eq} = 1,3 \frac{(H * W)^{0,625}}{(H + W)^{0,25}}$$

Donde,

D_{eq} = diámetro equivalente

H = altura del conducto

W = anchura del conducto

De todas formas, resulta de gran utilidad la tabla de diámetros equivalentes que se adjunta a continuación:

CONDUCTO (mm.)	150		200		250		300		350	
	S	φ	S	φ	S	φ	S	φ	S	φ
250	0.036	213	0.048	249		287				
300	0.042	231	0.057	272	0.071	302	0.087	333		
350	0.043	249	0.067	292	0.084	328	0.103	367	0.119	389
400	0.055	264	0.075	308	0.094	348	0.115	384	0.134	414
450	0.061	280	0.084	328	0.106	368	0.129	407	0.151	439
500	0.067	292	0.092	343	0.117	384	0.142	427	0.163	460
550	0.072	305	0.100	358	0.128	404	0.156	447	0.184	485
600	0.078	315	0.107	377	0.139	422	0.169	465	0.193	503
650	0.032	326	0.118	384	0.149	435	0.182	483	0.214	524
700	0.083	335	0.123	396	0.158	450	0.193	498	0.229	541
750	0.093	346	0.130	409	0.168	465	0.205	514	0.244	559
800	0.099	356	0.137	479	0.179	478	0.218	529	0.260	576
850	0.105	366	0.148	432	0.188	490	0.230	544	0.274	592
900	0.109	374	0.153	442	0.198	504	0.242	556	0.288	607
950	0.113	381	0.160	452	0.208	516	0.255	572	0.303	622
1000	0.113	389	0.167	463	0.216	526	0.267	585	0.318	637
1050	0.123	396	0.172	470	0.225	536	0.276	595	0.330	650
1100	0.128	404	0.130	480	0.233	546	0.288	607	0.343	662
1150	0.132	412	0.188	488	0.242	556	0.293	618	0.359	678
1200	0.137	419	0.193	498	0.250	567	0.310	630	0.373	691
1250			0.196	506	0.260	577	0.320	641	0.384	701
1300			0.205	574	0.270	587	0.330	657	0.398	714
1350			0.212	521	0.276	595	0.343	664	0.410	724
1400			0.218	531	0.286	605	0.354	674	0.422	734
1450			0.225	636	0.296	676	0.365	684	0.434	744
1500			0.237	544	0.303	622	0.376	694	0.448	756
1600			0.244	559	0.320	640	0.392	709	0.472	778
1700					0.336	656	0.415	729	0.497	798
1800					0.355	674	0.436	746	0.527	820
1900					0.380	696	0.454	762	0.543	834
2000					0.384	701	0.478	782	0.570	854
2100							0.502	800	0.594	876
2200							0.517	813	0.615	887
2300							0.535	828	0.640	905
2400							0.546	839	0.650	920
2500									0.685	937
2600									0.704	951
2700									0.731	966
2800									0.750	981
2900										
3000										
3100										
3200										
3300										
3400										
3500										
3600										

CONDUCTO (mm.)	400		450		500		550		600	
	S	φ	S	φ	S	φ	S	φ	S	φ
250										
300										
350										
400	0.154	445								
450	0.173	470	0.196	507						
500	0.192	496	0.216	526	0.242	556				
550	0.210	518	0.238	551	0.264	582	0.292	672		
600	0.229	541	0.257	574	0.288	607	0.316	638	0.346	666
650	0.246	561	0.278	597	0.310	630	0.341	664	0.373	692
700	0.265	582	0.301	620	0.333	655	0.363	689	0.401	716
750	0.283	602	0.320	640	0.360	677	0.392	717	0.433	745
800	0.301	620	0.341	667	0.381	698	0.418	734	0.457	765
850	0.318	637	0.360	678	0.404	779	0.443	756	0.485	788
900	0.336	656	0.378	696	0.424	736	0.467	775	0.517	813
950	0.352	671	0.398	774	0.448	757	0.494	798	0.542	834
1000	0.368	686	0.418	732	0.469	775	0.517	816	0.569	853
1050	0.384	707	0.436	741	0.492	793	0.540	834	0.597	874
1100	0.401	776	0.453	762	0.513	810	0.563	852	0.824	894
1150	0.416	729	0.472	777	0.534	825	0.686	869	0.652	914
1200	0.430	742	0.491	793	0.553	841	0.611	887	0.675	930
1250	0.448	757	0.510	808	0.573	856	0.633	903	0.702	949
1300	0.463	770	0.530	824	0.594	871	0.656	975	0.728	966
1350	0.478	782	0.546	836	0.614	896	0.879	935	0.755	984
1400	0.492	793	0.563	849	0.636	902	0.702	957	0.779	999
1450	0.507	806	0.580	862	0.654	975	0.724	965	0.798	1011
1500	0.523	879	0.802	876	0.673	927	0.747	983	0.822	1027
1600	0.548	841	0.636	902	0.714	956	0.790	1008	0.872	1057
1700	0.580	862	0.665	923	0.752	981	0.831	1034	0.923	1088
1800	0.810	885	0.697	946	0.786	1004	0.676	1063	0.961	1775
1900	0.632	900	0.735	971	0.824	1029	0.923	1088	0.998	1147
2000	0.670	925	0.766	991	0.853	1052	0.961	1113	1.063	1168
2100	0.698	946	0.792	1008	0.900	1075	0.993	1133	1.108	1192
2200	0.730	966	0.827	1030	0.934	1095	1.035	1152	1.155	1277
2300	0.753	982	0.368	1055	0.962	1113	1.081	1177	1.192	1237
2400	0.778	996	0.893	1070	0.999	1130	1.118	1200	1.226	1258
2500	0.787	7020	0.907	1080	1.045	1155	1.138	1210	1.285	1285
2600	0.324	1030	0.940	1705	1.072	1172	1.202	1240	1.350	1315
2700	0.852	1045	0.952	1179	1.110	1194	1.238	1267	1.368	1325
2800	0.880	7063	1.005	1735	1.138	1205	1.275	1278	1.396	1348
2900	0.906	1078	1.040	1158	1.165	1222	1.320	1303	1.460	1370
3000	0.925	1090	1.065	1168	1.210	1248	1.330	1308	1.497	1387
3100	0.940	1105	1.100	1785	1.233	1260	1.387	1331	1.535	1402
3200	0.953	1120	1.120	1197	1.277	1279	1.432	1353	1.580	1425
3300			1.156	1276	1.302	1292	1.460	1368	1.608	1486
3400			1.185	1237	1.334	1370	1.493	1380	1.655	1456
3500			1.220	1247	1.352	1321	1.525	1397	1.710	1478
3600			1.230	1252	1.397	1344	1.551	1414	1.738	1490

Pérdidas de carga

Dentro del conducto el fluido experimenta una pérdida de presión por rozamiento, denominándose ésta pérdida de carga. Estas pérdidas de carga se dividen en pérdidas en el conducto y pérdidas en singularidades.

- Pérdidas en conducto

Se produce una pérdida de carga por el paso del aire en el conducto, la cual suele expresarse por metro de longitud como:

$$\frac{\Delta P}{L} \text{ (Pa/m)} = f * \frac{\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}}{D_{eq} \text{ (m)}} * \frac{c^2 \text{ (m/s)}}{2}$$

Donde,

$$\frac{\Delta P}{L} = \text{Incremento de presión lineal.}$$

f = factor de fricción (adimensional) del material.

ρ = Densidad del aire.

D_{eq} = Diámetro equivalente.

c = velocidad del aire.

- Pérdidas en singularidades

Habitualmente estas pérdidas se miden de forma experimental y se determinan por expresiones del tipo:

$$\Delta P = K * \rho \text{ (kg/m}^3\text{)} * \frac{c^2 \text{ (m/s)}}{2}$$

Donde,

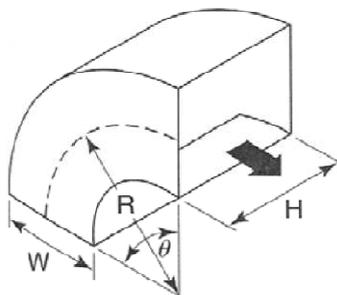
ρ = Densidad del aire.

c = velocidad del aire.

K = el factor de forma de la singularidad.

A continuación se adjuntan los factores de forma mas representativos en conductos de aire:

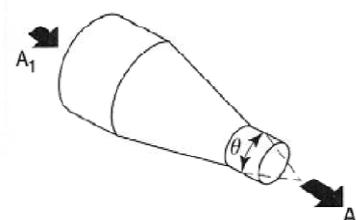
**TABLAS DE COEFICIENTES DE PÉRDIDA EN ACCESORIOS
 (CONDUCTOS DE AIRE)**



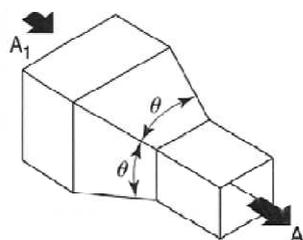
$\theta = 90^\circ$

r/W	H/W										
	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	6	8
0,5	1,5	1,40	1,30	1,20	1,10	1,10	0,98	0,92	0,89	0,85	0,83
0,75	0,57	0,52	0,48	0,44	0,40	0,39	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44
1	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,18	0,19	0,20	0,27	0,21
1,5	0,22	0,20	0,19	0,17	0,15	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
2	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15

Codo rectangular (radio suave)



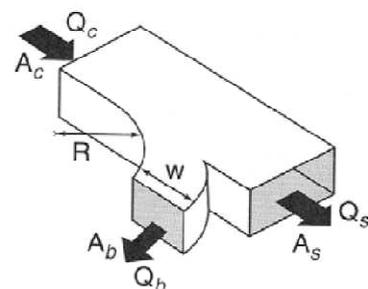
A ₁ /A	θ						
	10°	15°-40°	50°-60°	90°	120°	150°	180°
2	0.05	0.05	0.06	0.12	0.18	0.24	0.26
4	0.05	0.04	0.07	0.17	0.27	0.35	0.41
6	0.05	0.04	0.07	0.18	0.28	0.36	0.42
10	0.05	0.05	0.08	0.19	0.29	0.37	0.43



$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

(v_p = velocidad en la sección A)

Contracciones



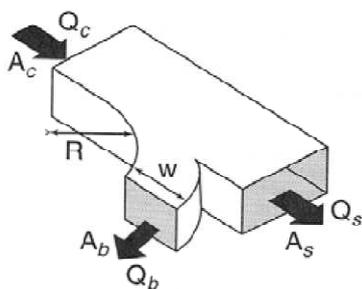
R/W = 10

(90°)

A _b /A _s	A _b /A _c	Q _b /Q _c								
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	
0,25	0,25	0,55	0,50	0,60	0,85	1,2	1,8	3,1	4,4	
0,35	0,25	0,35	0,35	0,50	0,80	1,3	2,0	2,8	3,8	
0,50	0,50	0,62	0,48	0,40	0,40	0,48	0,60	0,78	1,1	
0,67	0,50	0,52	0,40	0,32	0,30	0,34	0,44	0,62	0,92	
1,0	0,50	0,44	0,38	0,38	0,41	0,52	0,68	0,92	1,2	
1,0	1,0	0,67	0,55	0,46	0,37	0,32	0,29	0,29	0,30	
1,33	1,0	0,70	0,60	0,51	0,42	0,34	0,28	0,26	0,26	
2,0	1,0	0,60	0,52	0,43	0,33	0,24	0,17	0,15	0,17	

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

C en derivación



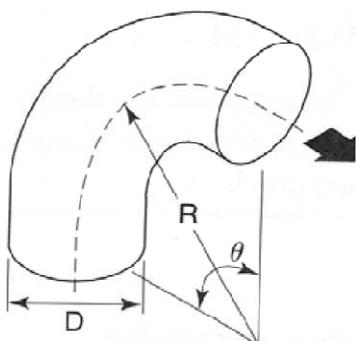
R/W = 10

(90°)

A_b/A_s	A_b/A_c	Q_b/Q_c							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0,25	0,25	-0,01	-0,03	-0,01	0,05	0,13	0,21	0,29	0,38
0,35	0,25	0,08	0	-0,02	-0,01	0,02	0,08	0,16	0,24
0,50	0,50	-0,03	-0,06	-0,05	0	0,06	0,12	0,19	0,27
0,67	0,50	0,04	-0,02	-0,04	-0,03	-0,01	0,04	0,12	0,23
1,0	0,50	0,72	0,48	0,28	0,13	0,05	0,04	0,09	0,18
1,0	1,0	-0,02	-0,04	-0,04	-0,01	0,06	0,13	0,22	0,30
1,33	1,0	0,10	0	0,01	-0,03	-0,01	0,03	0,10	0,20
2,0	1,0	0,62	0,38	0,23	0,13	0,08	0,05	0,06	0,10

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

C en conducto principal



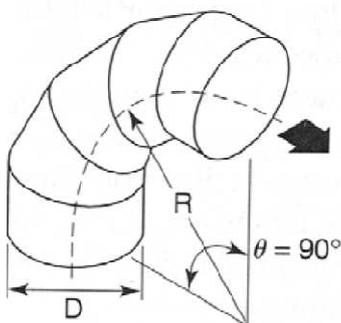
R/D	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
C₀	0,71	0,33	0,22	0,15	0,13	0,12

θ	0	20	30	45	60	75	90	110	130	150	180
K	0	0,31	0,45	0,60	0,70	0,85	1,0	1,13	1,20	1,28	1,40

$$C = C_0 K$$

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

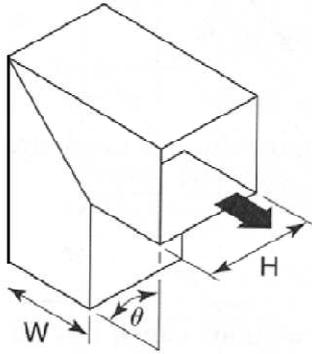
C en codo suave circular



Piezas	R/D				
	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
5	-	0,46	0,33	0,24	0,19
4	-	0,50	0,37	0,27	0,24
3	0,98	0,54	0,42	0,34	0,33

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

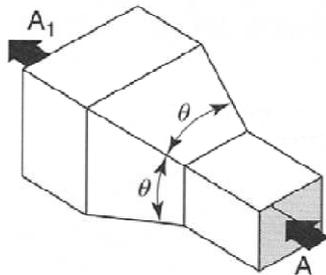
C en codo varias piezas



θ	H/W					
	0,5	0,75	1,0	2,0	3,0	4,0
20	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
30	0,17	0,17	0,16	0,15	0,13	0,13
45	0,37	0,36	0,34	0,31	0,28	0,27
60	0,59	0,57	0,55	0,52	0,46	0,43
75	0,87	0,84	0,81	0,77	0,67	0,63
90	1,30	1,20	1,20	1,10	0,98	0,92

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

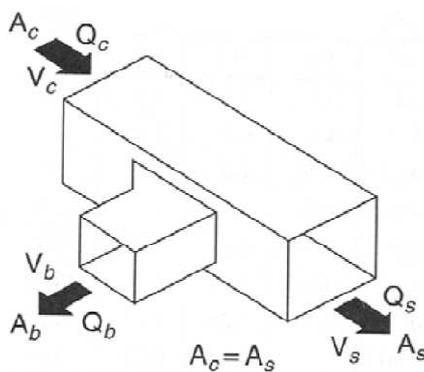
C en codo rectangular



A_1/A	θ					
	30	45	60	90	120	180
2	0,25	0,29	0,31	0,32	0,33	0,30
4	0,50	0,56	0,61	0,63	0,63	0,63
6	0,58	0,68	0,72	0,76	0,76	0,75
≥ 10	0,59	0,70	0,80	0,87	0,85	0,86

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

C en transición rectangular



V_b/V_c	Q_b/Q_c							
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0,2	0,91							
0,4	0,81	0,79						
0,6	0,77	0,72	0,70					
0,8	0,78	0,73	0,69	0,66				
1,0	0,78	0,98	0,85	0,79	0,74			
1,2	0,90	1,11	1,16	1,23	1,03	0,86		
1,4	1,19	1,22	1,26	1,29	1,54	1,25	0,92	
1,6	1,35	1,42	1,55	1,59	1,63	1,50	1,31	1,09

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

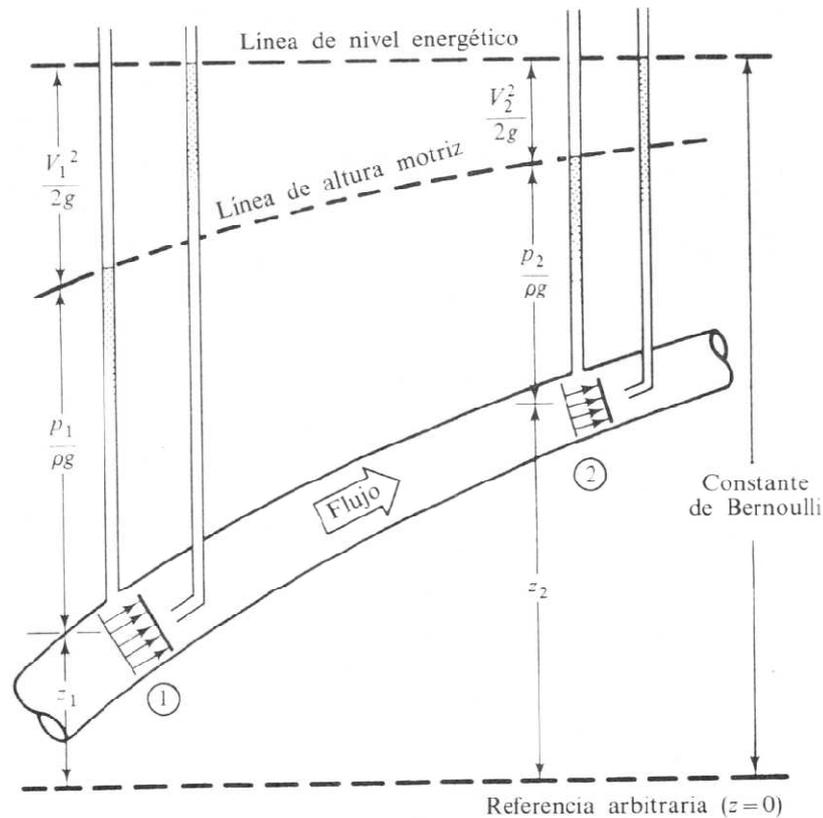
C en "T" (45°)

- Recuperación de presión estática

En una instalación de redes de conductos de aire, si avanzamos en el sentido del flujo, el caudal disminuye en cada derivación. Un menor caudal exige una menor sección, por lo que los conductos van estrechándose cada vez que aparece una derivación.

Esta disminución de caudal puede provocar en el tramo siguiente (principal) un cambio de velocidad. Estableciéndose la siguiente relación entre la sección 1 y 2 de la figura.

$$P_1 + \rho * \frac{c_1^2}{2} = P_2 + \rho * \frac{c_2^2}{2}$$



Despejando,

$$\Delta P = \rho * \frac{c_1^2 - c_2^2}{2}$$

A misma sección de conducto entre 1 y 2 y con una derivación después de 1 se desprende que $C_2 < C_1$ y $P_2 > P_1$, por lo tanto se ha producido un aumento de la presión estática a cambio de una disminución de la presión dinámica.

Debido a que sólo es posible recuperar un porcentaje de presión, entre el 50 y el 95%. A efectos de cálculo supondremos una recuperación del 75% y así se tiene que la recuperación estática en conductos tras una derivación se puede aproximar como:

$$\Delta P_{RE} = 0,75 * \rho * \frac{c_1^2 - c_2^2}{2}$$

Así pues, las **pérdidas totales** se obtienen según la expresión:

$$\Delta P_{TOTAL} = \sum \Delta P_{COND} + \sum \Delta P_{SING} - \sum \Delta P_{RE}$$

A esta fórmula habrá que sumarle la pérdida de carga generada por los elementos de difusión finales, las compuertas intermedias y rejillas exteriores, que da el fabricante en función del caudal.

3.3. DIMENSIONADO CONDUCTOS Y ELEMENTOS DE DIFUSIÓN.

RED DE CONDUCTOS DE AIRE EXTERIOR

Como elementos de difusión para la red de impulsión se escogen rejillas para la zona de vestuarios y sala médica, de la marca TROX, modelo AT. Para la zona de oficinas de planta primera, planta baja y comedor se eligen difusores lineales de la marca TROX, modelo VSD, que a la vez de aportar aire exterior servirán como tratamiento de la cristalera.



Difusor lineal



Rejilla

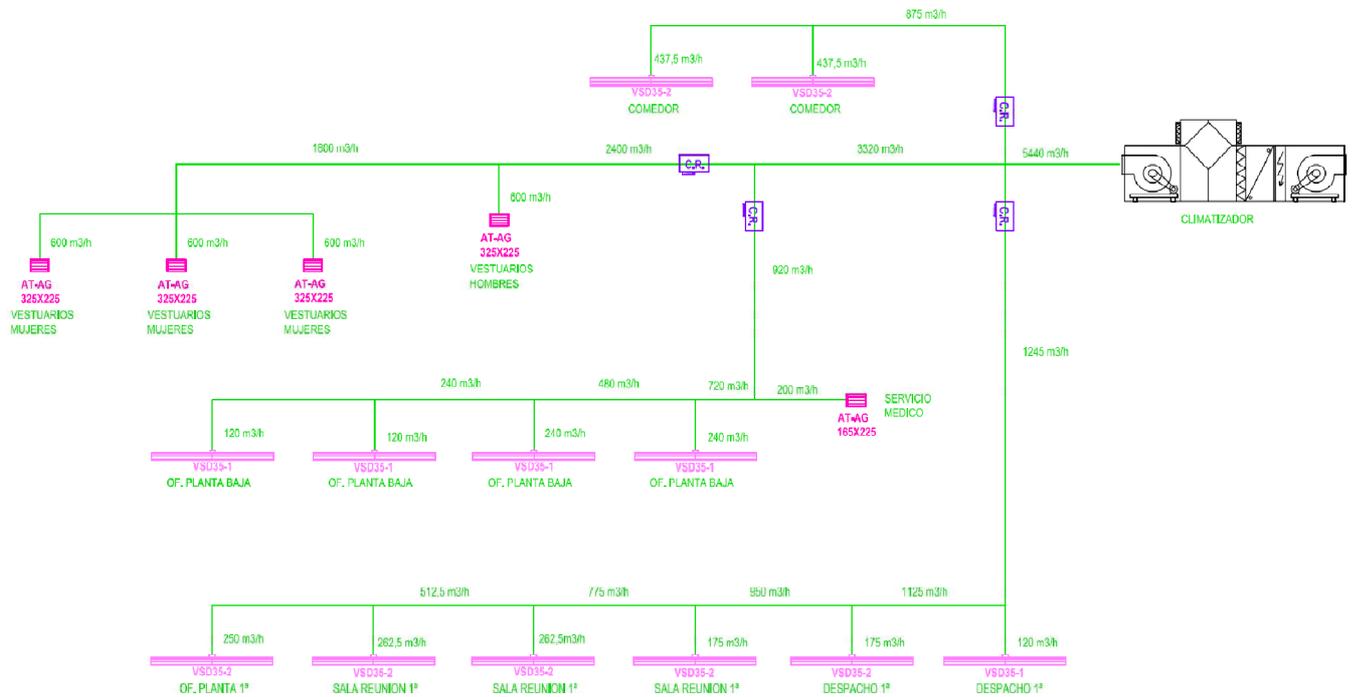
En la zona en la que se colocarán difusores lineales se aumentará el caudal para que el tratamiento de la cristalera sea más efectivo y para sobrepresionar ligeramente la zona de oficinas.

Para el retorno se colocaran rejillas de la marca TROX, modelo AT, en las extracciones localizadas en los aseos se colocaran bocas de extracción, marca TROX, modelo LVK.

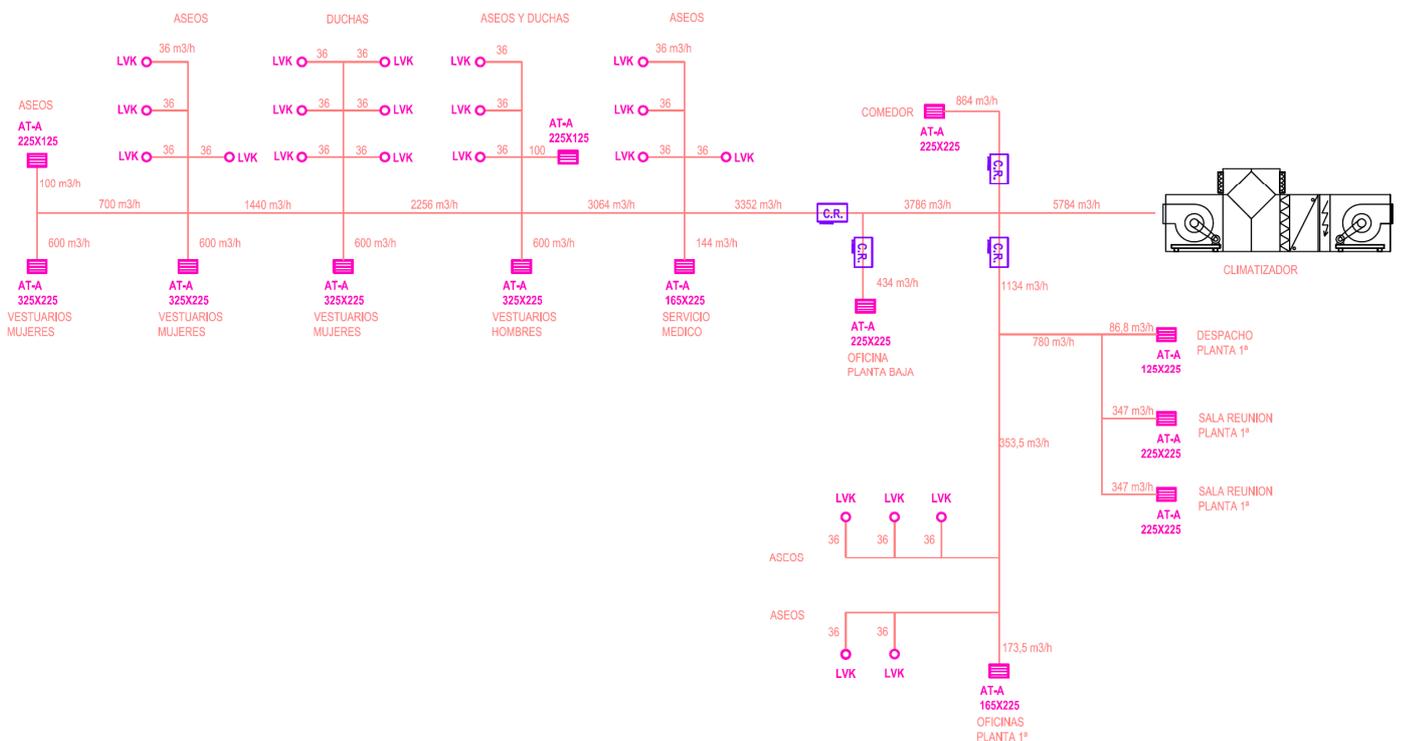
Tal y como se describe en la memoria se sectorizará la instalación en cuatro zona mediante compuertas de regulación de caudal de aire constante de la marca TROX, modelo EN. Estarán comandadas mediante la regulación centralizada con servomotores todo nada.

A continuación se adjuntan esquemas de la red de impulsión y retorno:

RED DE IMPULSIÓN



RED DE RETORNO



La red de conductos será de chapa galvanizada aislada en sus tramos de impulsión y retorno según normativa.

A continuación se muestra la tabla de cálculo de conductos en donde se aplican las formulas indicadas en el anterior apartado:

RED DE IMPULSION AIRE PRIMARIO

ZONA	TRAMO		Caudal (m3/h)	V (m/s)	A (cm)	H (cm)	L (m)	ΔP_{lin} (mm c.a.)	ΔP_{accid} (mm c.a.)	ΔP_{est} (mm c.a.)	ΔP_{comp}		ΔP_{tramo} (mm c.a.)	ΔP_{acum} (mm c.a.)	Ramal - Difusión			ΔP_{total} (mm c.a.)
											regulación	cortafuegos			tipo	caudal	ΔP	
Climatizador	0	1	5440	5,0	55	55	12,0	0,48	2,14	0,00			2,62	2,62				2,62
Despacho Planta 1ª	1	2	1245	4,6	30	25	8,5	0,72	1,30	1,63	5,00		8,64	11,26	Dif.	120	2,5	13,76
Despacho Planta 1ª	2	3	1125	5,0	25	25	3,0	0,33	0,61	1,91			2,85	14,12	Dif.	175	2,8	16,92
Sala Reunión Esquina	3	4	950	4,2	25	25	2,5	0,20	0,65	1,36			2,22	16,33	Dif.	175	2,8	19,13
Sala Reunión Esquina	4	5	775	4,3	25	20	3,5	0,34	0,45	1,42			2,21	18,54	Dif.	262,5	3,0	21,54
Sala Reunión Esquina	5	6	513	2,8	25	20	3,0	0,13	0,40	0,62			1,15	19,69	Dif.	262,5	3,0	22,69
Despacho Planta 1ª	6	7	250	3,1	15	15	11,0	0,93	0,00	0,73			1,65	21,34	Dif.	250	2,9	24,24
Comedor	1	8	875	3,9	25	25	26,0	1,77	1,85	1,16	5,00		9,78	12,40	Dif.	437,5	3,1	15,50
Comedor	8	9	438	1,9	25	25	4,0	0,07	0,09	0,29			0,45	12,85	Dif.	437,5	3,1	15,95
	1	10	3320	4,6	45	45	6,0	0,26	1,01	1,59			2,86	5,48				5,48
	10	11	920	4,1	25	25	6,0	0,45	1,23	-0,18	5,00		6,49	11,97				11,97
Servicio Médico	11	12	200	2,5	15	15	2,0	0,11	0,00	-0,49			-0,38	11,60	Rej	200	2,5	14,10
Oficinas Planta Baja	11	13	720	4,0	25	20	6,5	0,54	0,59	-0,03			1,10	13,07	Dif.	240	2,9	15,97
Oficinas Planta Baja	13	14	480	4,4	20	15	6,0	0,85	0,72	0,29			1,86	14,93	Dif.	240	2,9	17,83
Oficinas Planta Baja	14	15	240	3,0	15	15	4,0	0,31	0,32	-0,50			0,13	15,06	Dif.	120	2,5	17,56
Oficinas Planta Baja	15	16	120	1,5	15	15	3,0	0,06	0,00	-0,30			-0,24	14,82	Dif.	120	2,5	17,32
	10	17	2400	4,9	45	30	7,0	0,46	0,89	0,28	5,00	4,00	10,64	16,12				16,12
Vestuarios Hombres	17	18	600	3,3	25	20	6,0	0,35	0,14	-0,61			-0,12	16,00	Rej	600	3,0	19,00
	17	19	1800	5,0	40	25	13,0	1,07	1,83	0,05		4,00	6,96	23,07				23,07
Vestuarios Mujeres	19	20	600	4,2	20	20	2,0	0,21	0,00	-0,35			-0,14	22,93	Rej	600	3,0	25,93
Vestuarios Mujeres	19	21	600	4,2	20	20	5,0	0,52	0,21	-0,35			0,38	23,45	Rej	600	3,0	26,45
Vestuarios Mujeres	19	22	600	4,2	20	20	5,0	0,52	0,21	-0,35			0,38	23,45	Rej	600	3,0	26,45

Presión estática = 26,5 mm c.a. Presión total = 28 mm c.a.

RED DE RETORNO AIRE PRIMARIO

ZONA	TRAMO		Caudal (m3/h)	V (m/s)	A (cm)	H (cm)	L (m)	ΔP_{lin} (mm c.a.)	ΔP_{accid} (mm c.a.)	ΔP_{est} (mm c.a.)	ΔP_{comp}		ΔP_{tramo} (mm c.a.)	ΔP_{acum} (mm c.a.)	Ramal - Difusión			ΔP_{total} (mm c.a.)
											regulación	cortafuegos			tipo	caudal	ΔP	
Climatizador	0	1	5788	5,3	55	55	12,0	0,54	2,42	0,00			2,96	2,96				2,96
	1	2	1134	5,0	25	25	2,0	0,22	1,24	1,94	5,00		8,41	11,37				11,37
Despacho Planta 1ª	2	2"	781	5,4	20	20	2,0	0,34	0,72	2,25			3,31	14,69	Rej	86,8	1,5	16,19
Sala Reunión Esquina	2"	3	694	4,8	20	20	2,0	0,27	1,14	1,78			3,19	17,87	Rej	347	2,7	20,57
Sala Reunión Esquina	3	4	347	4,3	15	15	6,0	0,95	0,00	1,40			2,35	20,22	Rej	347	2,7	22,92
	2	5	354	4,4	15	15	6,0	0,98	0,47	1,46			2,90	14,28				14,28
Aseos Planta 1º	5	6	108	3,0	10	10	4,5	0,60	0,00	0,69			1,29	15,57	B.E.	108	1,9	17,47
	5	7	246	3,0	15	15	2,0	0,16	0,22	0,70			1,09	15,37				15,37
Aseos Planta 1º	7	8	72	2,0	10	10	4,5	0,28	0,00	0,31			0,58	15,95	B.E.	72	1,9	17,85
Oficinas Planta 1ª	7	9	174	2,1	15	15	8,0	0,33	0,11	0,35			0,80	16,16	Rej	173,5	2,2	18,36
Comedor	1	10	864	6,0	20	20	11,0	2,30	1,76	2,75	5,00		11,81	14,78	Rej	864	2,5	17,28
	1	11	3790	5,8	45	40	3,0	0,23	1,26	2,62			4,10	7,06				7,06
Oficinas Planta Baja	11	12	434	5,4	15	15	8,0	1,94	0,70	2,19	5,00		9,84	16,90	Rej	434	1,9	18,80
Servicio Médico	11	13	3356	5,2	45	40	5,0	0,30	1,31	2,05	5,00		8,66	15,73	Rej	144	1,8	17,53
Aseos Planta Baja	13	14	144	4,0	10	10	3,0	0,70	0,00	1,22			1,92	17,65	B.E.	144	1,9	19,55
Vestuarios Hombres	13	15	3068	5,4	45	35	6,0	0,43	1,07	2,24		3,00	6,74	22,47	Rej	600	2,0	24,47
Aseos/duchas Vest. Homb.	15	16	208	5,8	10	10	3,0	1,42	0,00	2,55			3,97	26,44	B.E.	208	1,9	28,34
Vestuarios Mujeres	15	17	2260	4,7	45	30	3,5	0,21	0,79	1,65		3,00	5,65	28,12	Rej	600	2,0	30,12
Duchas Vest. Mujeres	17	18	216	6,0	10	10	3,5	1,78	0,00	2,75			4,53	32,65	B.E.	216	1,9	34,55
Vestuarios Mujeres	17	19	1444	4,5	30	30	3,5	0,25	0,73	1,52			2,49	30,61	Rej	600	2,0	32,61
Aseos Vest. Mujeres	19	20	144	4,0	10	10	3,5	0,81	0,00	1,22			2,04	32,65	B.E.	144	1,9	34,55
Vestuarios Mujeres	19	21	700	4,9	20	20	3,5	0,49	0,58	1,81			2,87	33,49	Rej	600	2,0	35,49
Aseos Vest. Mujeres	21	22	100	2,8	10	10	1,0	0,12	0,00	0,59			0,71	34,19	Rej	100	1,4	35,59

Presión estática = 35,6 mm c.a. Presión total = 37,3 mm c.a.

RED DE CONDUCTOS DE FANCOILS ZONA OFICINAS

Como elementos de difusión para la red de impulsión se escogen difusores rotacionales de la marca TROX. La red de conductos será la misma para la zona de oficinas y comedor, y el modelo de difusor rotacional será el VDW 600-24. Cada sala tendrá dos fancoils. Los retornos serán a plenum y se colocarán rejillas de 600x600 para placa modular, de esta manera se favorecerá la presión disponible del ventilador del fancoil.

En la zona de Hall de entrada se colocará un único fancoil de conductos, y los difusores rotacionales que se colocarán serán TROX, modelo VDW 400-16. Y el retorno también será a plenum con rejillas de 600x600 para falso techo.

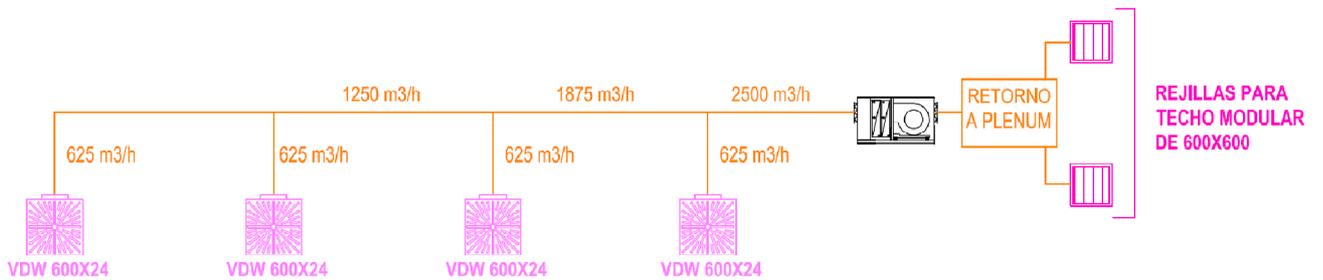


Difusor rotacional VDW

El conducto que se utilizará para estos tramos será Climaver Neto, ya que sus características de atenuación del sonido transmitido por el conducto son excelentes, aparte de hacer de aislante térmico.

Los siguientes esquemas muestran los difusores y los caudales en cada tramo de la red de conductos:

RED CONDUCTOS FANCOIL COMEDOR Y OFICINAS PLANTA BAJA



RED CONDUCTOS FANCOIL COMEDOR Y OFICINAS PLANTA BAJA



A continuación se muestra la tabla de cálculo de conductos en donde se aplican las formulas indicadas en el anterior apartado:

OFICINAS PLANTA BAJA

ZONA	TRAMO		Caudal (m3/h)	V (m/s)	A (cm)	H (cm)	L (m)	ΔP_{lin} (mm c.a.)	ΔP_{accid} (mm c.a.)	ΔP_{est} (mm c.a.)	ΔP_{comp}		ΔP_{tramo} (mm c.a.)	ΔP_{acum} (mm c.a.)	Ramal - Difusión			ΔP_{total} (mm c.a.)
											regulación	cortafuegos			tipo	caudal	ΔP	
OFICINAS PLANTA BAJA	0	1	2500	3,9	60	30	3,6	0,13	1,09	0,00			1,22	1,22	Dif.	625	1,8	3,02
	1	2	1875	3,5	50	30	2,5	0,08	0,15	0,92			1,15	2,37	Dif.	625	1,8	4,17
	2	3	1250	2,9	40	30	2,5	0,06	0,10	0,64			0,81	3,17	Dif.	625	1,8	4,97
	3	4	625	2,3	25	30	2,5	0,06	0,07	0,41			0,53	3,70	Dif.	625	1,8	5,50

Presión estática = 5,5 mm c.a. Presión total = 6,4 mm c.a.

COMEDOR

ZONA	TRAMO		Caudal (m3/h)	V (m/s)	A (cm)	H (cm)	L (m)	ΔP_{lin} (mm c.a.)	ΔP_{accid} (mm c.a.)	ΔP_{est} (mm c.a.)	ΔP_{comp}		ΔP_{tramo} (mm c.a.)	ΔP_{acum} (mm c.a.)	Ramal - Difusión			ΔP_{total} (mm c.a.)
											regulación	cortafuegos			tipo	caudal	ΔP	
OFICINAS PLANTA BAJA	0	1	2500	3,9	60	30	3,6	0,13	1,09	0,00			1,22	1,22	Dif.	625	1,8	3,02
	1	2	1875	3,5	50	30	2,5	0,08	0,15	0,92			1,15	2,37	Dif.	625	1,8	4,17
	2	3	1250	2,9	40	30	2,5	0,06	0,10	0,64			0,81	3,17	Dif.	625	1,8	4,97
	3	4	625	2,3	25	30	2,5	0,06	0,07	0,41			0,53	3,70	Dif.	625	1,8	5,50

Presión estática = 5,5 mm c.a. Presión total = 6,4 mm c.a.

HALL DE ENTRADA

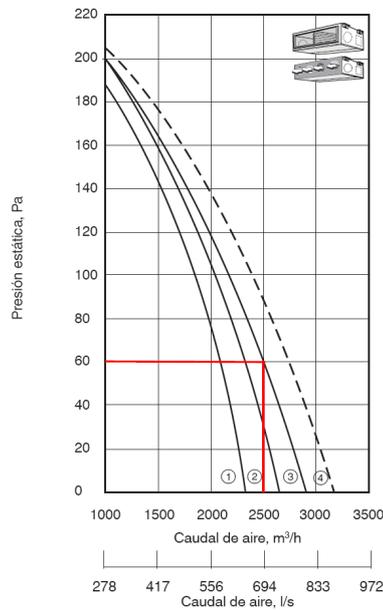
ZONA	TRAMO		Caudal (m3/h)	V (m/s)	A (cm)	H (cm)	L (m)	ΔP_{lin} (mm c.a.)	ΔP_{accid} (mm c.a.)	ΔP_{est} (mm c.a.)	ΔP_{comp}		ΔP_{tramo} (mm c.a.)	ΔP_{acum} (mm c.a.)	Ramal - Difusión			ΔP_{total} (mm c.a.)
											regulación	cortafuegos			tipo	caudal	ΔP	
OFICINAS PLANTA BAJA	0	1	1332	3,7	40	25	1,5	0,14	1,00	0,00			1,14	1,14	Dif.	333	2,2	3,34
	1	2	999	3,7	30	25	1,5	0,16	0,17	1,05			1,38	2,52	Dif.	333	2,2	4,72
	2	3	666	3,0	25	25	3,0	0,24	0,11	0,67			1,01	3,53	Dif.	333	2,2	5,73
	3	4	333	1,9	20	25	1,5	0,06	0,04	0,26			0,36	3,89	Dif.	333	2,2	6,09

Presión estática = 6,1 mm c.a. Presión total = 6,9 mm c.a.

A continuación comprobaremos que los ventiladores de los fancoils seleccionados en el apartado 1.4.3 tienen suficiente presión disponible:

FANCOIL OFICINAS Y COMEDOR

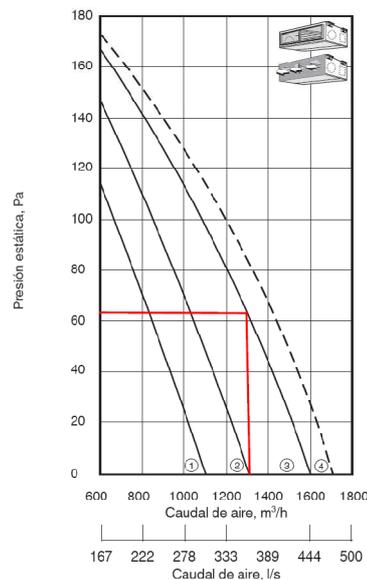
42DWC 16 – 42DWD 16



Como se puede observar en la gráfica anterior para un caudal 2500 m³/h tenemos una pérdida de carga de 60 Pa de presión estática, equivalente a 6 mmca. En nuestros cálculos nos da 5,5 mmca. por lo tanto el fancoil seleccionado es correcto.

FANCOIL HALL DE ENTRADA

42DWC 09 - 42DWD 09



Como se puede observar en la gráfica anterior para un caudal 1330 m³/h tenemos una pérdida de carga de 62 Pa. de presión estática, equivalente a 6,2 mmca. En nuestros cálculos nos da 6,1 mmca. por lo tanto el fancoil seleccionado es correcto.

3.4. SELECCIÓN DEL CLIMATIZADOR

Según dicta la norma IT. 1.2.4.5.2. del RITE, en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos es superior a 0,5 m³/s, se recuperará parte la energía del aire expulsado.

Tabla 2.4.5.1 Eficiencia de la recuperación

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m ³ /s)									
	> 0,5...1,5		> 1,5...3,0		> 3,0...6,0		> 6,0...12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000...4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000...6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

En nuestro caso, el caudal de aire expulsado es superior a dicho caudal, por lo que debemos diseñar un sistema que nos permita recuperar parte de la energía del aire extraído.

Para ello se instalarán en el climatizador de aire exterior un recuperador de placas de flujos cruzados que recuperará el aire de extracción.

En cumplimiento de esta IT. 1.2.4.5.2. del RITE, se instalará un aparato de enfriamiento adiabático sobre el lado de la extracción.

Para conocer la potencia de las baterías de calor y frío aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\dot{Q} = m * \delta * C_p * \Delta t * 1000$$

Donde:

\dot{Q} = Potencia que tiene que suministrar (Kcal/h).

m = Caudal de aire (m³/h).

δ = Densidad del aire (Kg/m³).

C_p = Calor específico del aire. (Kcal/h°CKg)

Δt = Salto térmico del aire entre aire exterior y temperatura a la que queremos calentar o enfriar dicho caudal de aire. En nuestro caso, en verano según datos de proyecto la temperatura exterior será de 33,7°C y la temperatura interior 23°C. Para invierno las condiciones exteriores son de -1,8°C y la temperatura de confort deseada es de 21°C.

Po lo tanto la potencia requerida por las baterías será:

$$Q_{\text{bateria frío}} \sim 20.000 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{bateria calor}} \sim 39.000 \text{ Kcal/h}$$

Los ventiladores deberán tener la presión disponible calculada en el apartado 3.3.

Y finalmente se añadirá una sección de humectación en la extracción de aire para cumplimiento de la normativa.

A continuación se muestran las características del climatizador seleccionado de la marca TECNIVEL:

Cliente:	GIROA, S.A.(SR.VILLAR)	Selección de climatizadores
Ref. obra:	AIRE EXTERIOR 5442	Nº estudio: 80790AZN/ACO/LA/KA/8.28
Ref. aparato:	AIRE EXTERIOR	19. NOV.09

Construcción:	AUTOPORTANTE	Modelo:	CHF-5-M	Cantidad:	1	Secciones componentes
						1R Compuerta de salida con frontal
						4I Baterías
						5I Sección de impulsión
						2R Plenum de acceso
						3R Filtros compactos
						4R Hum. panel celular
						5R Recuperador de placas
						6R Sección de retorno
						1I Filtros compactos
						2I Plenum de acceso
						3I Compuerta de entrada con frontal

Secciones con compuertas.		
1R	Compuerta de salida con frontal	Mando para motorizar
3I	Compuerta de entrada con frontal	Mando para motorizar

Secciones de filtros.		Clasif. EN779	Eficacia
3R	Compactos	F 6	60-65% D.S.
1I	Compactos	F 6	60-65% D.S.

Sección de humectación.		BSe(°C)	BHe(°C)	HRe(%)	BSs(°C)	BHs(°C)	HRs(%)	Aport (kg/h)
4R	Panel celular Rend. = 80%	22,0	15,5	50,0	16,8	15,5	87,0	14,7

2R	Acceso	
5R	Recuperador	600/800-6,5 Q = 5500m³/h
2I	Acceso	

Baterías.	Modelo	Circuitos	Ø Colectores
-----------	--------	-----------	--------------

4I	Bias:	(1) Cu/AI 3830LG AF 28T 4F 800L	14	1 1/4" (DN 32)
4I	Bias:	(1) Cu/AI 3825LG AC 28T 4F 800L	28	2" (DN 50)

Baterías.	Qa m3/h	CT kcal/h	Aire entrada		Aire salida		Agente térmico		V aire m/s	PCaire mm.c.a.	PCagu a m.c.a.	
			BSe(°C)	HRe(%)	BSs (°C)	HRs(%)	Te (°C)	Ts (°C)				
4I	Bias:	5.500	20.000	33,7	31,4	22,5	57,1	7	12	2,71	6	2,7
4I	Bias:	5.500	39.000	-1,8	90,0	23,1	16,7	45	40	2,71	7	1,2

Ventiladores.		Caudal m3/h	P. est. disp mm.c.a.	P. est. total mm.c.a.	Rpm	Motor kW	Rpm	Variador frecuencia
5I	THLZ 280 FF	5.500	30	80	3.224	2.2	1.500	Si
6R	THLZ 280 FF	5.800	38	99	3.494	3	1.500	Si

Suplementos. Montaje intemperie 2 Pico de flauta montado, incluyendo malla Panel sandwich en chapa lisa Precio neto unitario para material puesto en obra sobre camión PLAZO DE ENTREGA : 5/6 SEMANAS Marcado CE
--

Dimensiones aproximadas (mm).						Peso aprox (kg)	Precio unitario	
Largo:	3.900	3.900	Alto:	910	1.820	Ancho:	1.100	1.000

TITULO DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS EN LAS OFICINAS
DE UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS:

Pamplona, 15 Enero 2011.

Firmado: Xavier Villar Godia



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y
ACS EN LAS OFICINAS DE UNA NAVE DE
ULTRACONGELADOS”

PLANOS

Xavier Villar Godia.

Faustino Gimena Ramos.

Pamplona, 15 de Enero de 2011.

DOCUMENTO N°3: PLANOS

ÍNDICE

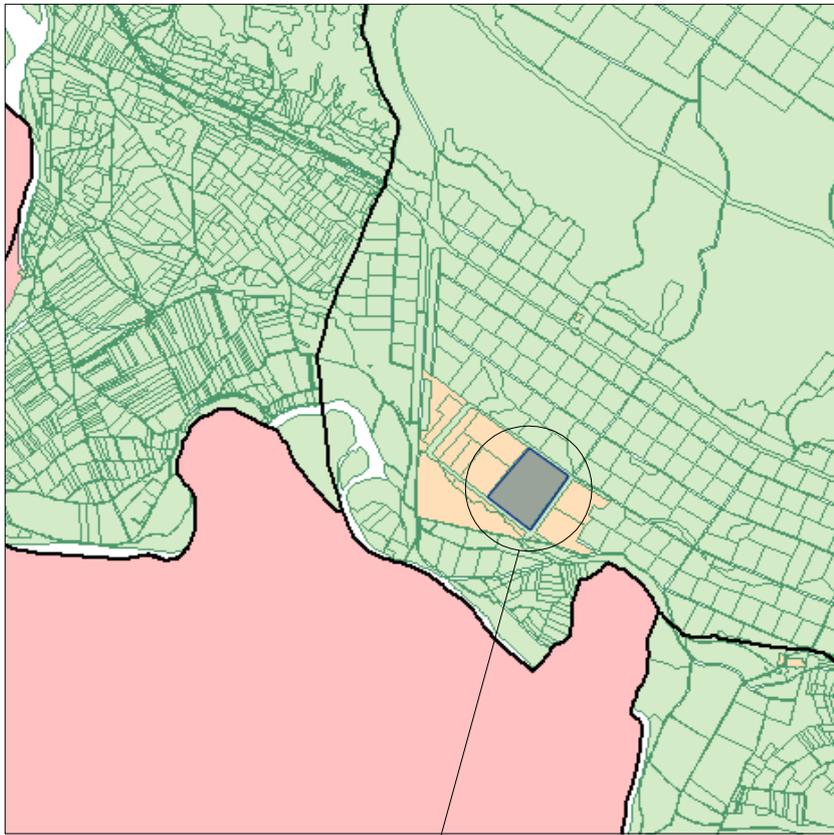
- N°1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
- N°2 INSTALACIÓN HIDRÁULICA CIRCUITO DE FRÍO.
- N°3 INSTALACIÓN HIDRÁULICA CIRCUITO DE CALOR.
- N°4 ESQUEMA RED DE CALOR Y FRÍO.
- N°5 INSTALACIÓN DE CONDUCTOS OFICINAS.
- N°6 ESQUEMA RED DE CONDUCTOS.
- N°7 ESQUEMA DE PRINCIPIO.
- N°8 SALA DE CALDERAS.
- N°9 SITUACIÓN EQUIPOS CUBIERTA Y SALA BOMBAS.
- N°10 ESQUEMA ELÉCTRICO FUERZA Y MANIOBRA.

TITULO DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS EN LAS OFICINAS
DE UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS:

Pamplona, 15 Enero 2011.

Firmado: Xavier Villar Godia



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

**INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.**

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

PROYECTO:

**INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN,
VENTILACIÓN Y ACS DE LAS OFICINAS DE
UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS**

REALIZADO:

VILLAR GODIA, XAVIER

FIRMA:

FECHA:

15/01/2011

ESCALA:

S/E

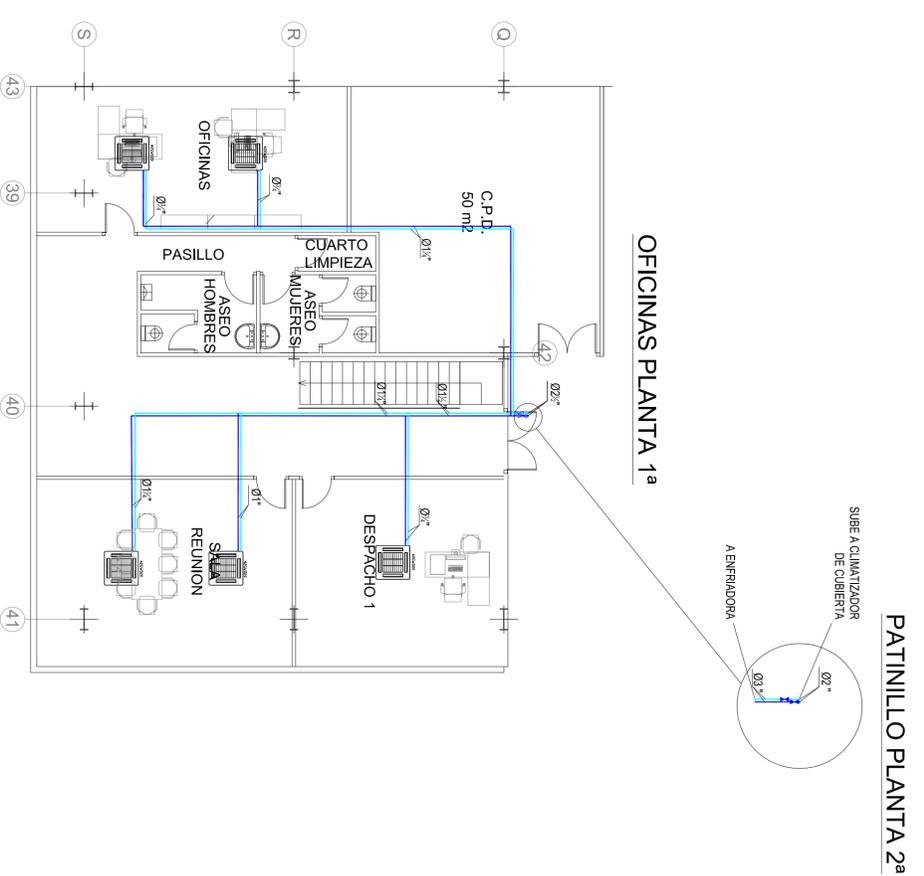
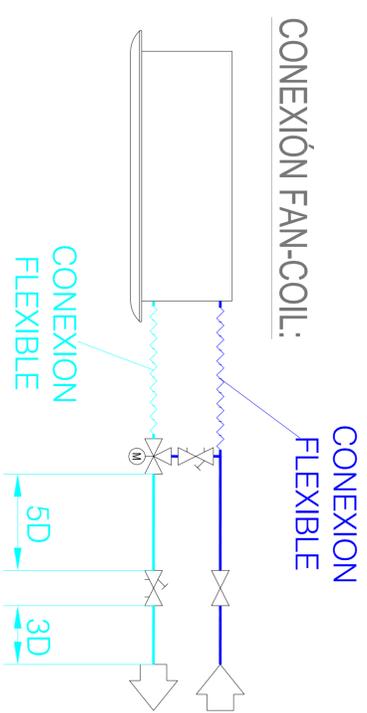
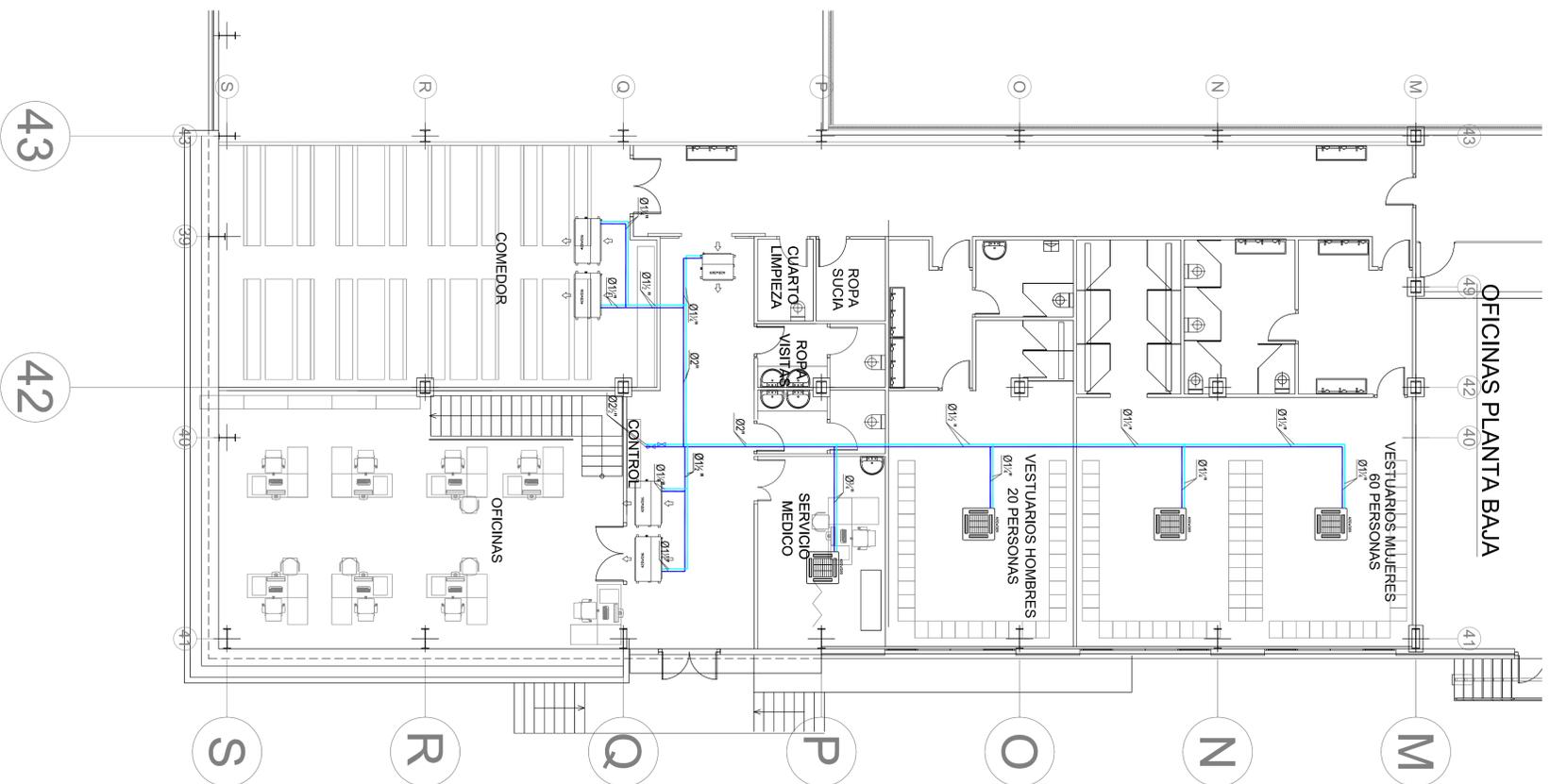
Nº PLANO:

Nº 1

upna
PLANO:

Todos los derechos reservados
Eskubide guztiak erresalbatu dira

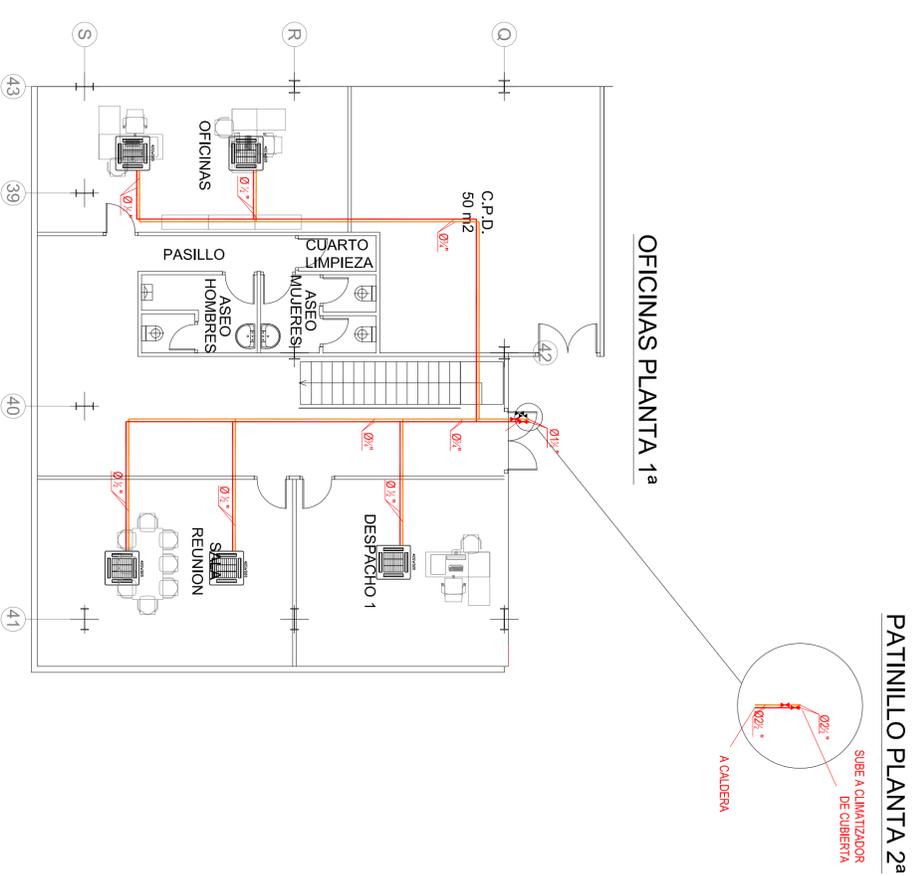
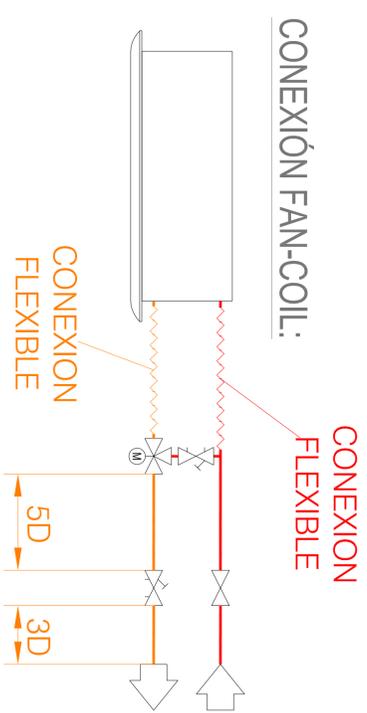
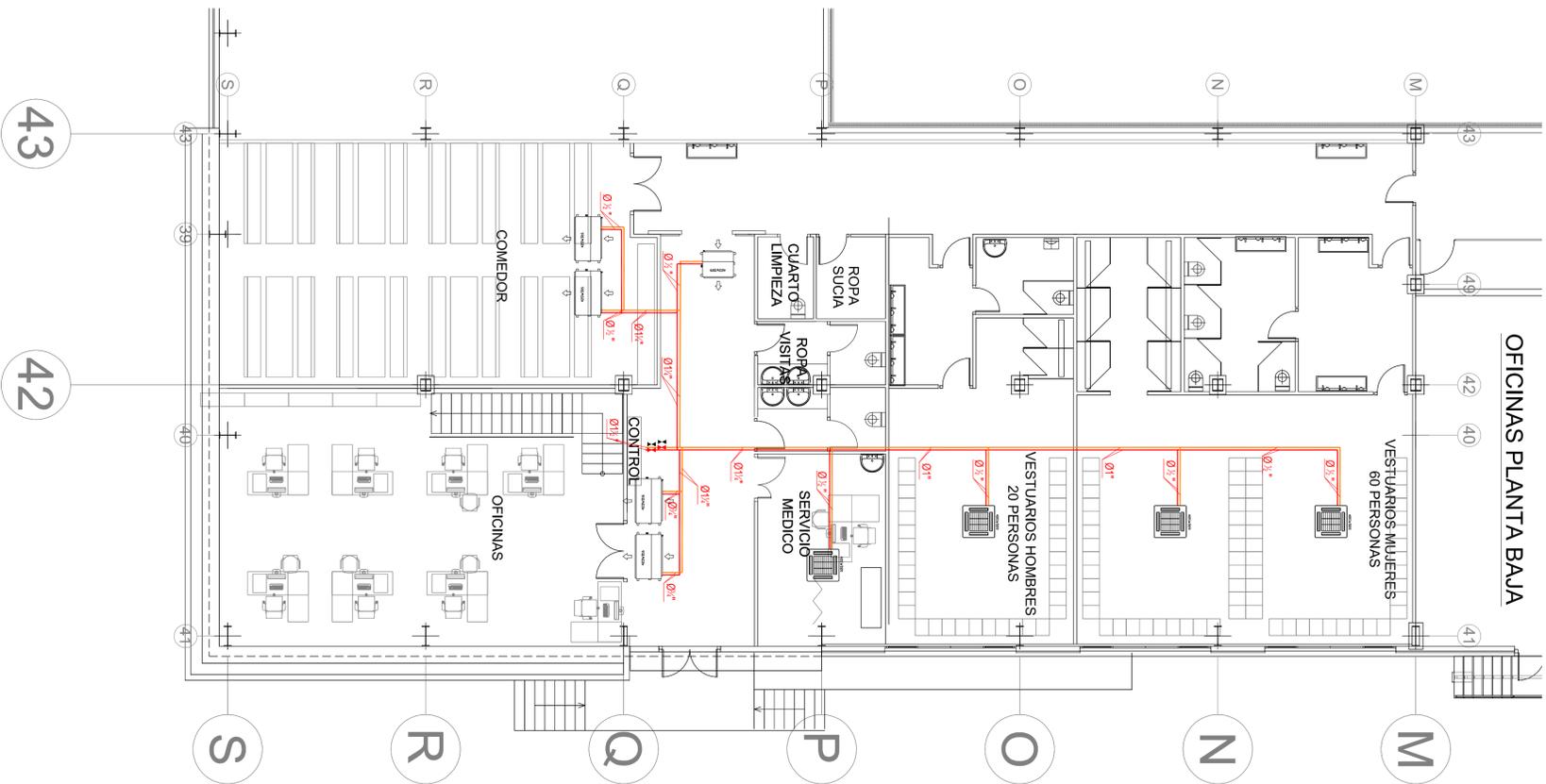
TITULO DEL PLANO




 Universidad Pública
 de Navarra
 Ingeniero
 Nafarroako
 Unibertsitate Publikoa

DEPARTAMENTO DE
INGENIERO INDUSTRIAL M.
 TECNICO INDUSTRIAL M.
 DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL
 REALIZADO:
VILLAR GODIA, XAVIER
 FIRMA:
 FECHA:
 ESCALA: Nº PLANO:
 15/01/2011 E: 1/100 Nº 2

PROYECTO:
**INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN,
 VENTILACIÓN Y ACS DE LAS OFICINAS DE
 UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS**
 PLANO:
INSTALACIÓN HIDRÁULICA CIRCUITO DE FRÍO

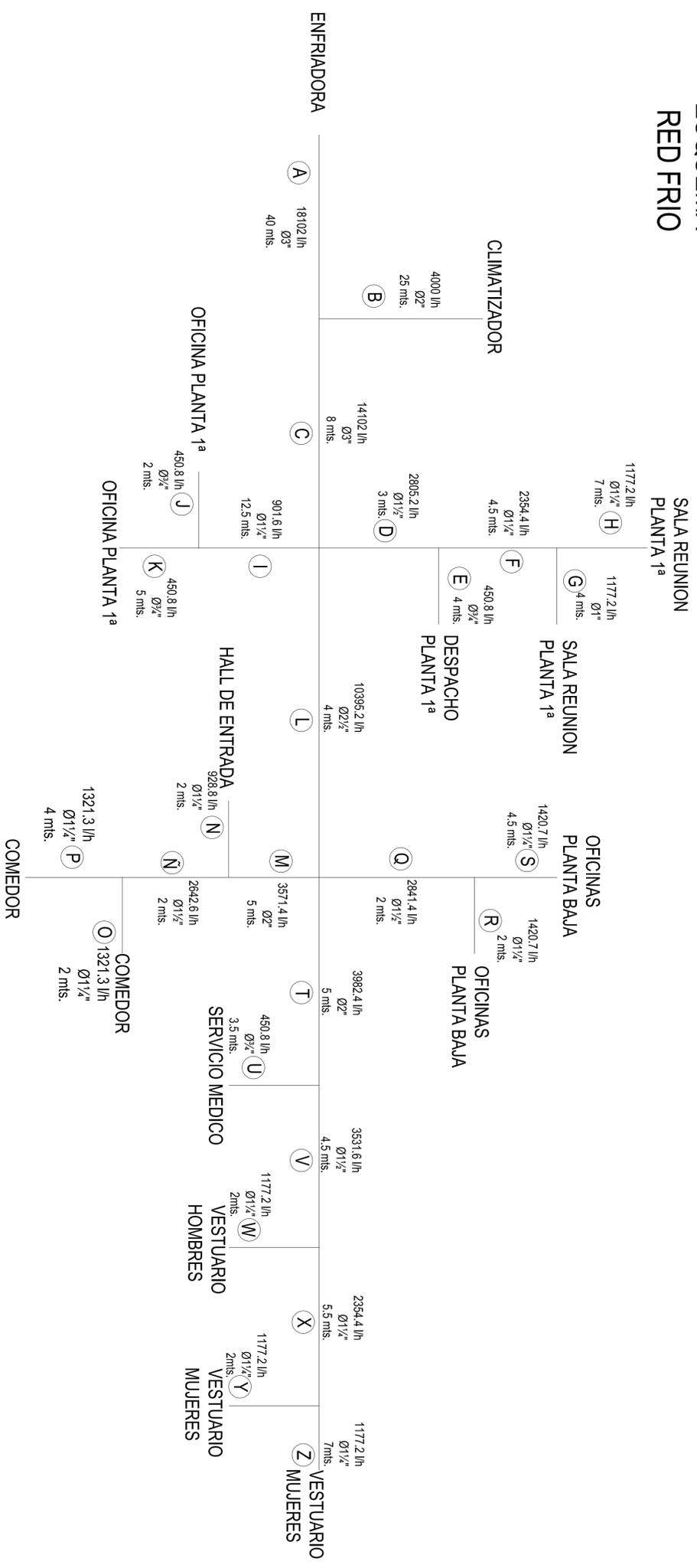


43

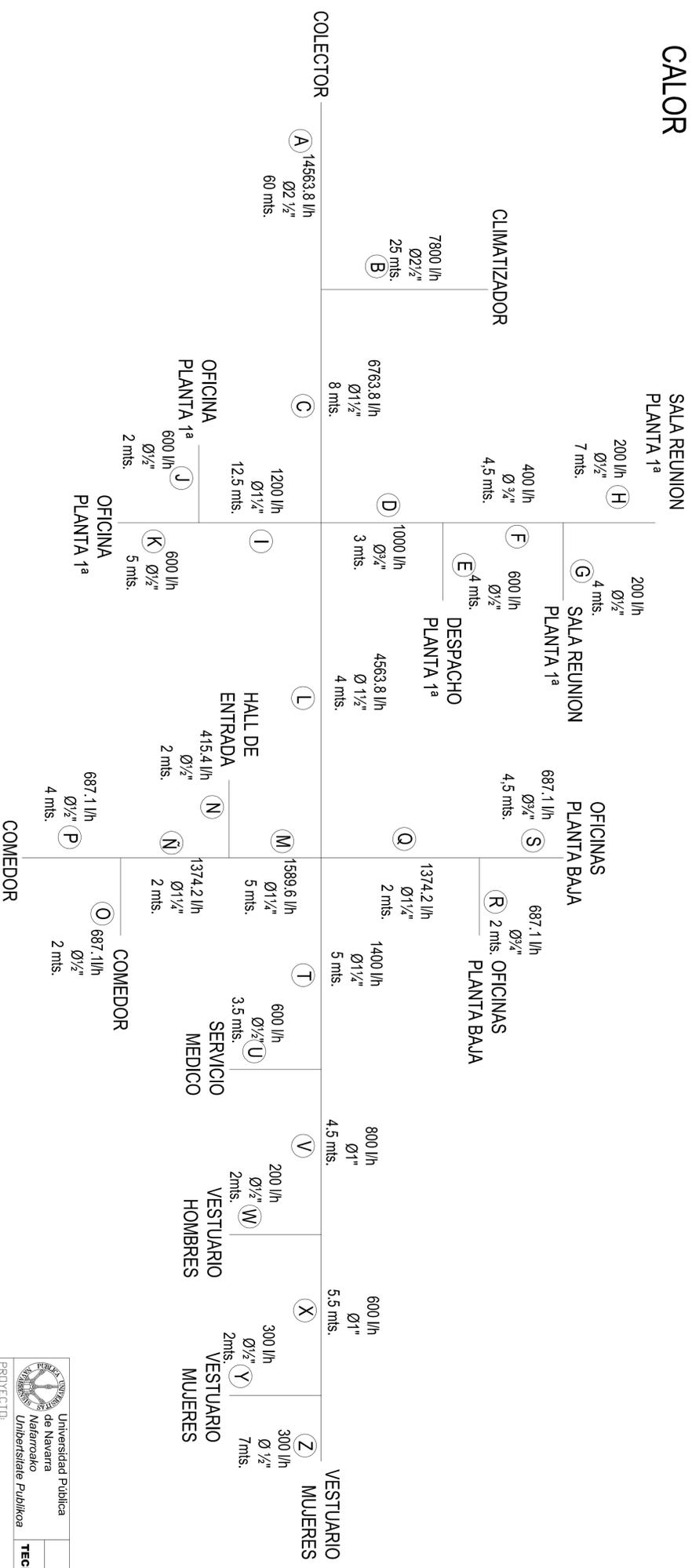
42

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p>	<p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</p>	<p>VILLAR GODIA, XAVIER</p>
<p>PROYECTO: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS DE LAS OFICINAS DE UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS</p>	<p>REALIZADO: FECHA: 15/01/2011</p>	<p>ESCALA: Nº PLANO Nº 3</p>
<p>PLANO: INSTALACIÓN HIDRÁULICA CIRCUITO DE CALOR</p>	<p>FECHA: 15/01/2011</p>	<p>ESCALA: Nº PLANO Nº 3</p>

ESQUEMA RED FRIJO

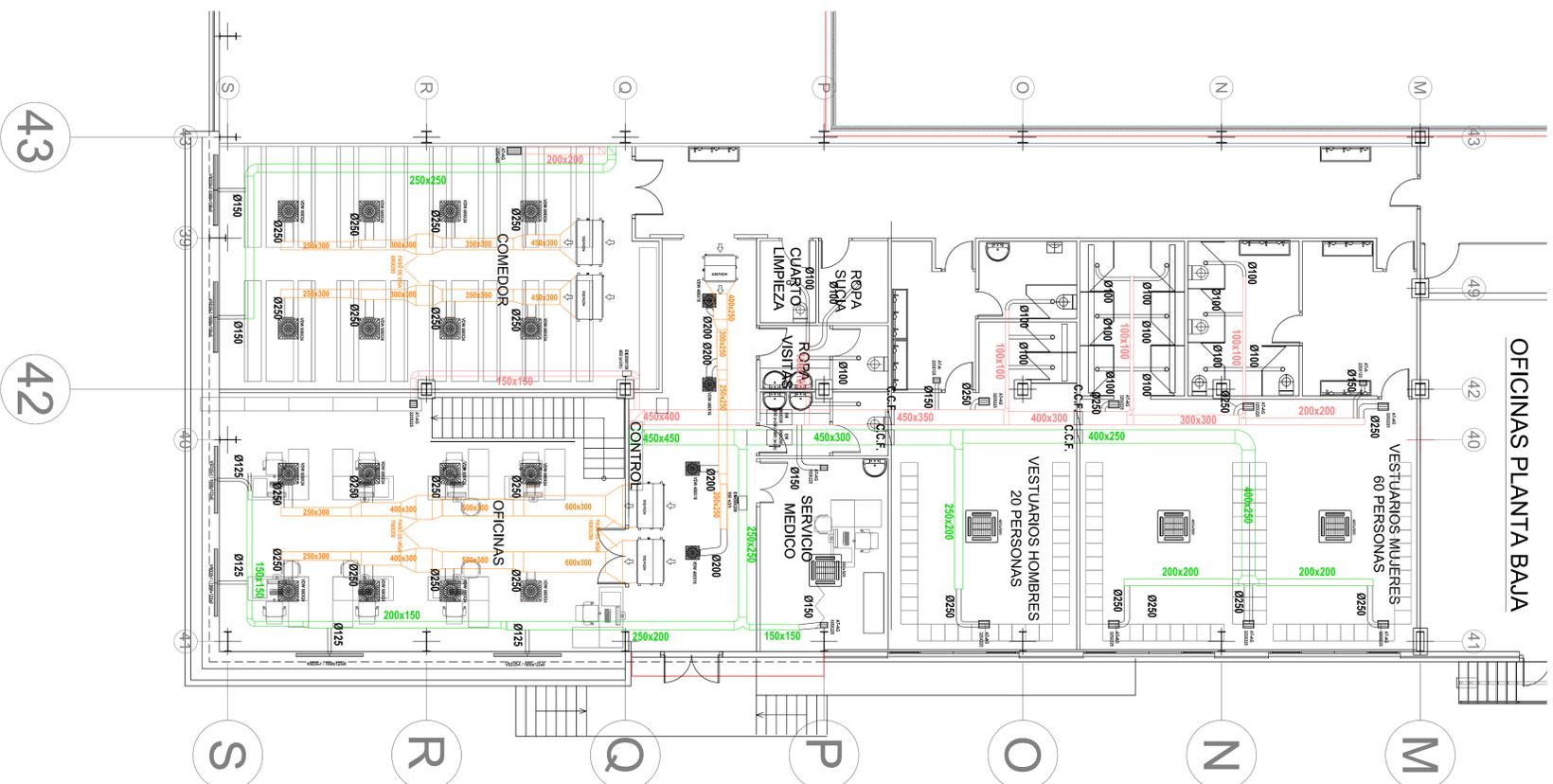


ESQUEMA RED CALOR

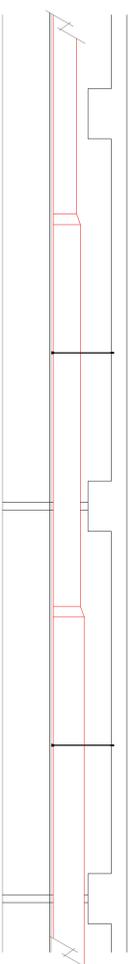



 Universidad Pública de Navarra
 Ingeniero Técnico Industrial M. Proyectos e Ing. Rural

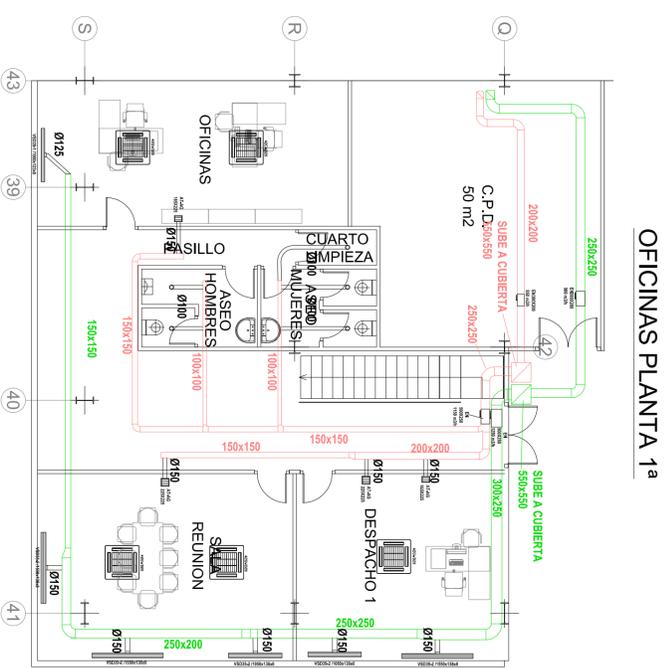
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
 REALIZADO POR: VILLAR GODIA, XAVIER
 FECHA: ESCALA: Nº PLANO: 15/01/2011 SE Nº 4



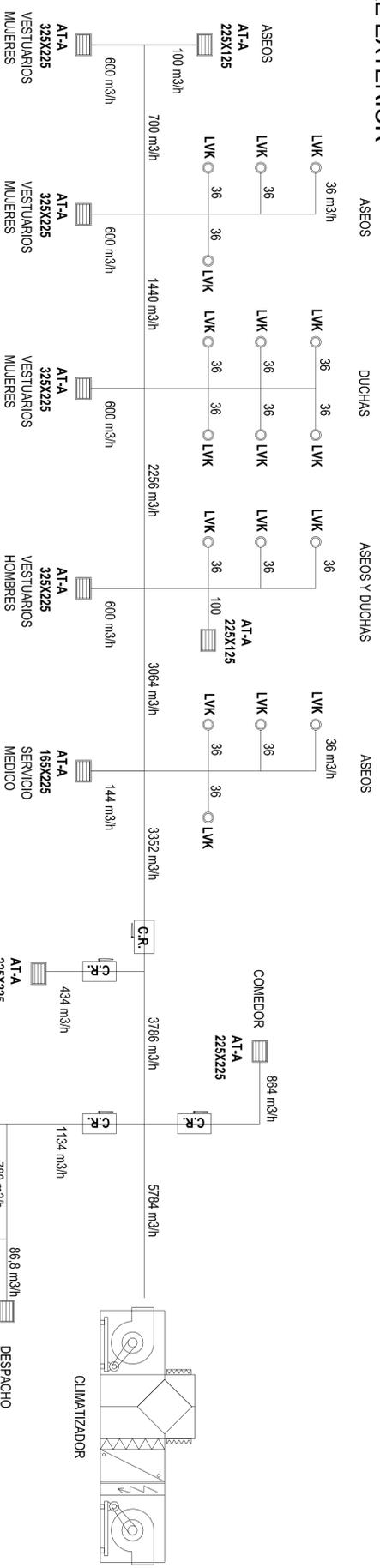
Tamaño (mm)	Espesor (mm)	Unión METU	Distancia entre uniones (m)
$a, b \leq 750$	0,6	M2-0,6	1,5
$750 < a, b \leq 1.200$	0,8	M2-0,8	1,5
$1.200 < a, b \leq 1.500$	1,0	M3-0,8	1,2
$a, b > 1.500$	1,2	M4-1,2	1,2



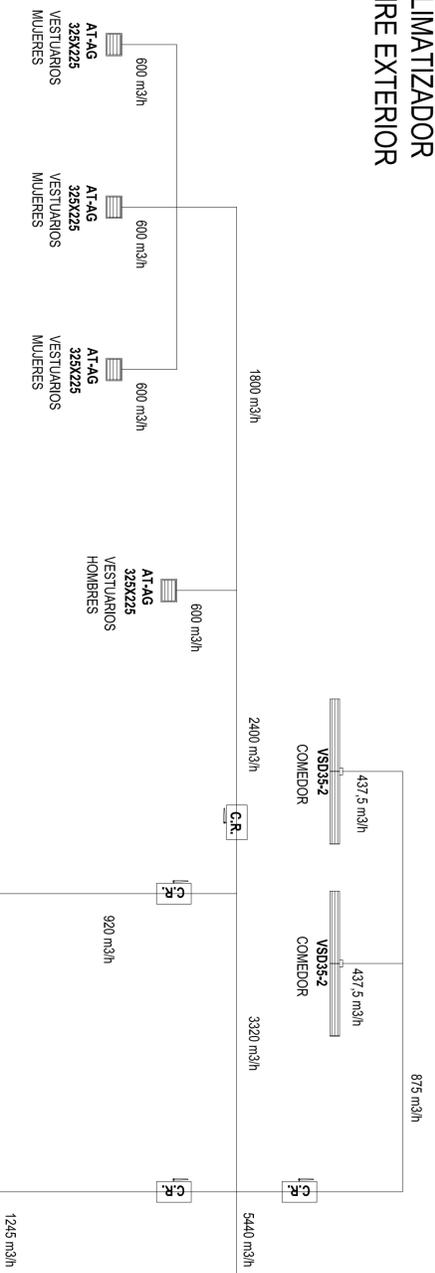
NOTA: Los pasos de tabique se realizarán por debajo de la línea que marcan las vigas que descuelgan del techo manteniendo fija la parte inferior.



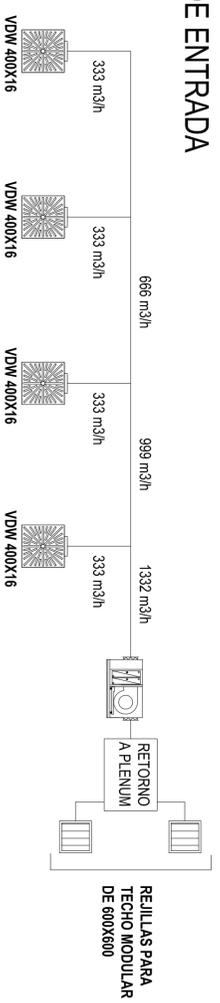
**RETORNO
CLIMATIZADOR
AIRE EXTERIOR**



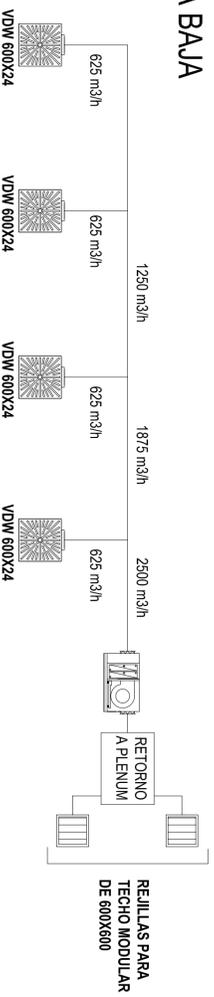
**IMPULSION
CLIMATIZADOR
AIRE EXTERIOR**



**FANCOIL
HALL DE ENTRADA**

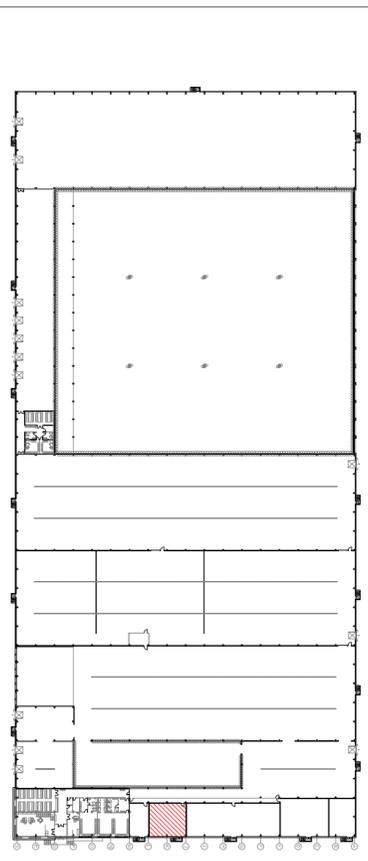
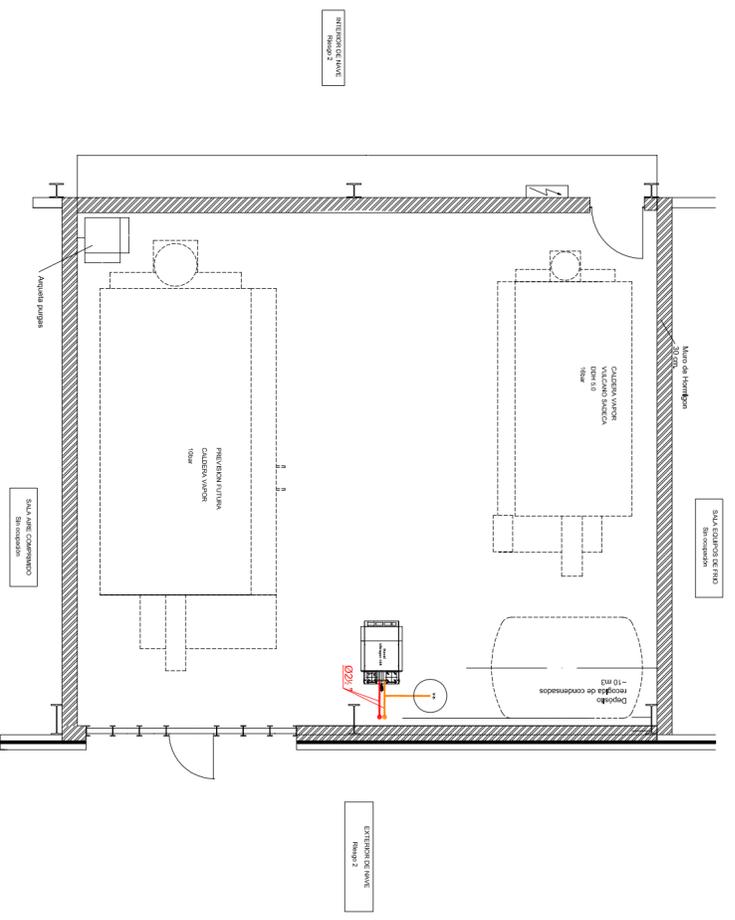
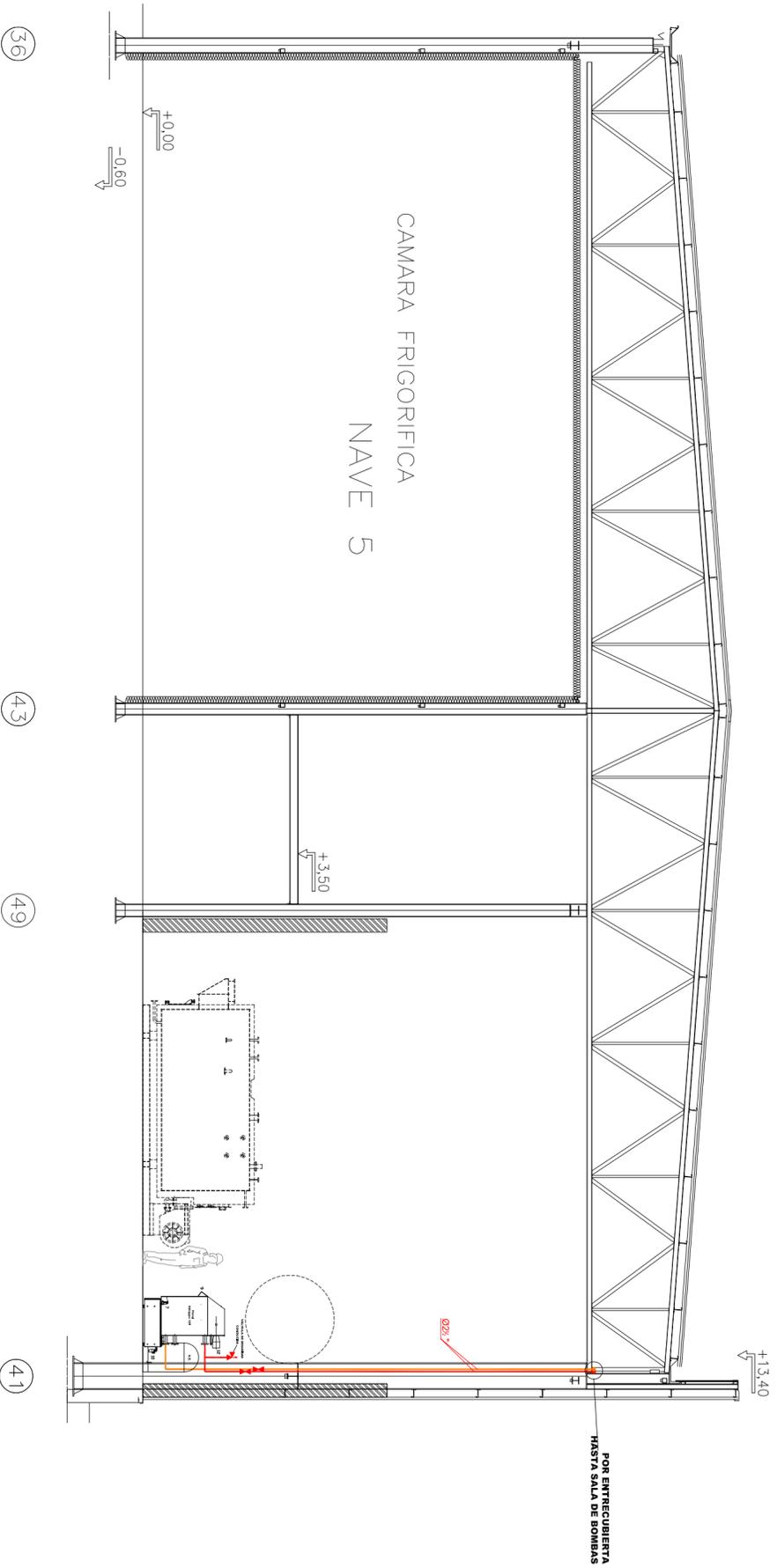


**FANCOIL
COMEDOR Y OFICINAS
PLANTA BAJA**




Universidad Pública de Navarra
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

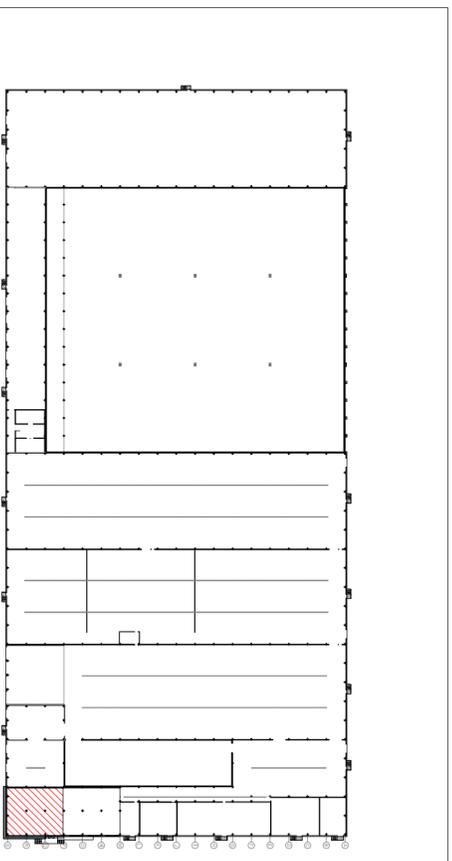
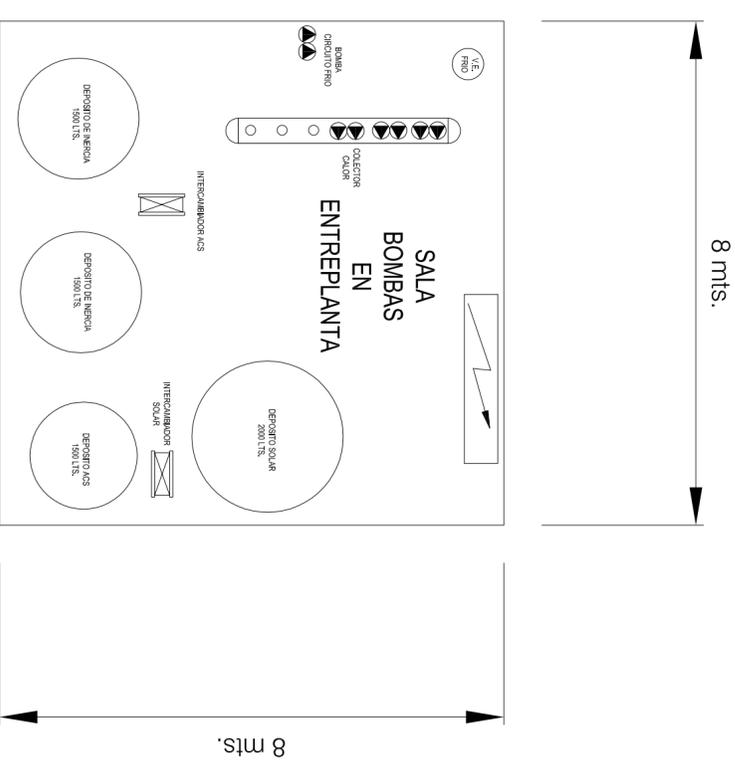
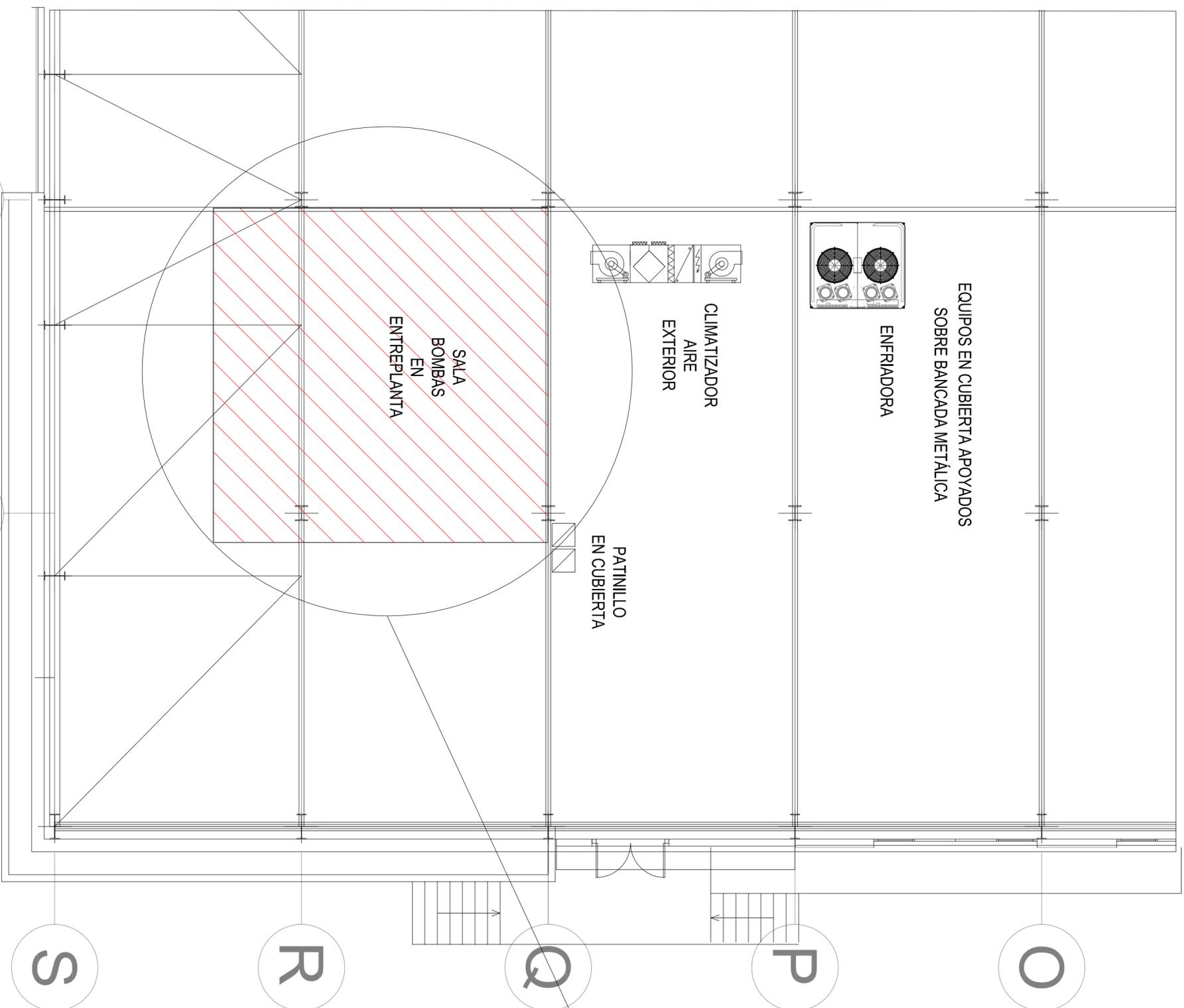
PROYECTO: **INSTALACION DE CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE LAS OFICINAS DE UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS**
REALIZADO: **VILLAR GODIA, XAVIER**
FECHA: **15/01/2011**
ESCALA: **Nº PLANO**
PLANO: **ESQUEMA RED DE CONDUCTOS**
Nº 6

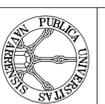



 Universidad Pública de Navarra
 E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO: **INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS DE LAS OFICINAS DE UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS**
 REALIZADO: **VILLAR GODIA, XAVIER**
 FIRMA: 

PLANO: **UBICACIÓN SALA CALDERAS**
 FECHA: 15/01/2011
 ESCALA: S/E
 Nº PLANO: Nº 8




 Universidad Pública de Navarra
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa
E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.

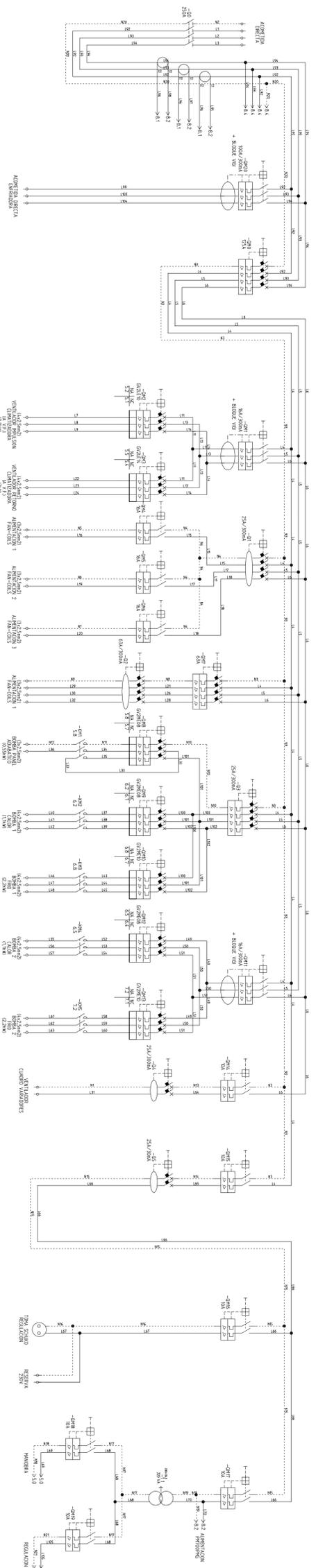
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
 REALIZADO:
VILLAR GODIA, XAVIER

PROYECTO:
INSTALACION DE CLIMATIZACION, VENTILACION Y ACS DE LAS OFICINAS DE UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS

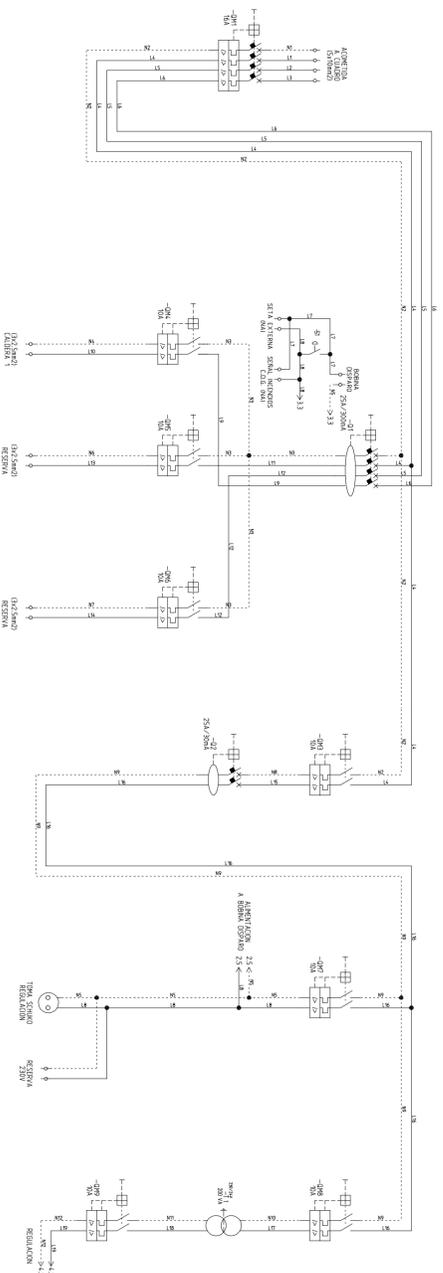
FIRMA: 

PLANO: SITUACION EQUIPOS CUBIERTA Y SALA DE BOMBAS
FECHA: 15/01/2011
ESCALA: S/E
Nº PLANO: Nº 9

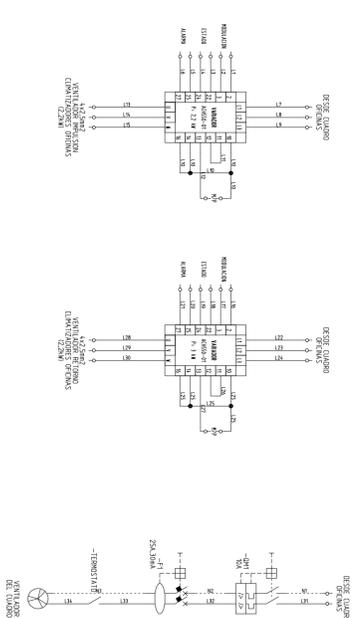
CUADRO DE FUERZA
CLIMATIZACIÓN



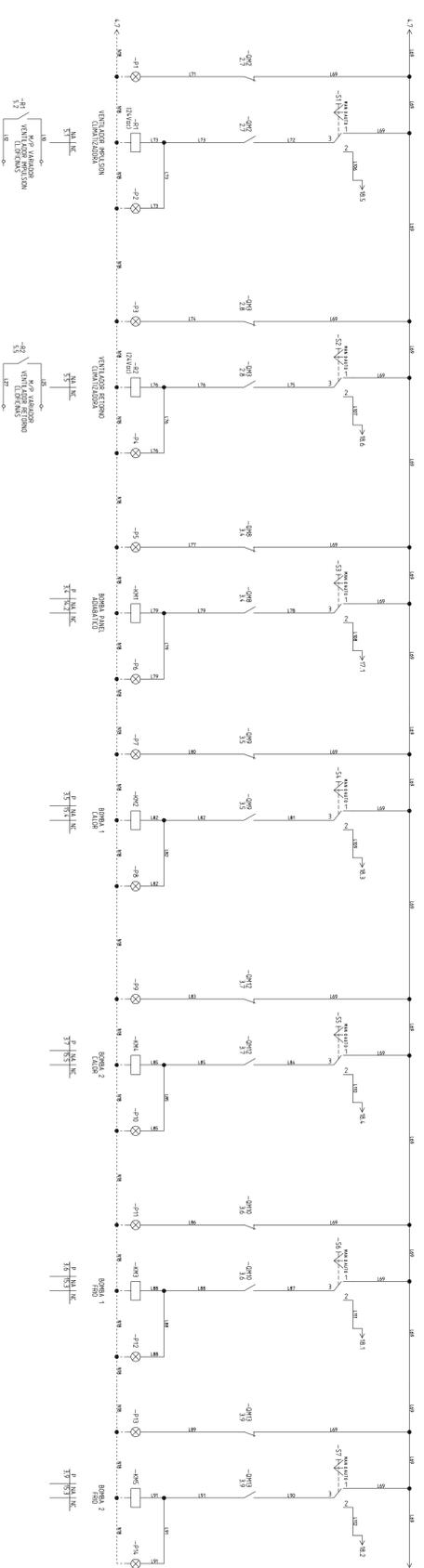
CUADRO DE FUERZA SALA
CALDERAS



CUADRO DE FUERZA
VARIABLES



CUADRO DE MANIOBRA
CLIMATIZACIÓN



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL M.

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN,
VENTILACIÓN Y ACS DE LAS OFICINAS DE
UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS

REALIZADO:

VILLAR GODIA, XAVIER

FTIRMA:

PLANO:

ESQUEMA ELÉCTRICO DE FUERZA Y MANIOBRA

FECHA:

15/01/2011

ESCALA:

S/E

Nº PLANO:

Nº 10



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y
ACS EN LAS OFICINAS DE UNA NAVE DE
ULTRACONGELADOS”

PLIEGO DE CONDICIONES

Xavier Villar Godia.

Faustino Gimena Ramos.

Pamplona, 15 de Enero de 2011.

DOCUMENTO N°4: PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1.	OBJETO	4
2.	CONDICIONES GENERALES.....	4
3.	CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....	5
4.	CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	8
5.	CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL	10
6.	CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	10
6.1.	CONDICIONES GENERALES	10
6.2.	TUBERÍAS Y ACCESORIOS	13
6.2.1.	GENERAL.....	13
6.2.2.	SOPORTES DE TUBERÍAS.	16
6.2.3.	MANGUITOS PASAMUROS Y DISCOS-TAPA.....	18
6.2.4.	TUBERÍAS DE ACERO.....	19
6.2.5.	TUBERÍAS DE COBRE.....	20
6.2.6.	TUBERÍAS DE PVC.....	20
6.2.7.	PINTURA E IDENTIFICACIÓN	22
6.2.8.	ACCESORIOS	23
6.3.	VALVULERIA EN REDES DE AGUA.....	26
6.3.1.	GENERAL.....	26
6.3.2.	VÁLVULAS DE BOLA.	28
6.3.3.	VÁLVULAS DE MARIPOSA.....	29
6.3.4.	VÁLVULAS DE GLOBO O DE EQUILIBRADO	30
6.3.5.	VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE RESORTE.....	31
6.3.6.	VÁLVULAS DE COMPUERTA.....	31
6.3.7.	FILTROS.....	31
6.4.	COLECTORES.	32
6.5.	DISTRIBUCIÓN DE AIRE.	33
6.5.1.	GENERAL.....	33
6.5.2.	CONDUCTOS DE FIBRA DE VIDRIO.	39
6.5.3.	CONDUCTOS FLEXIBLES.....	39

6.5.4.DIFUSIÓN DE AIRE.....	40
6.5.5.DIFUSORES.	40
6.5.6.REJILLAS.	42
6.5.7.BOCAS CIRCULARES DE VENTILACIÓN.....	43
6.5.8.COMPUERTAS DE REGULACIÓN DE CAUDAL.....	43
6.5.9.CONEXIONES FLEXIBLES.....	44
6.5.10.REGISTROS DE ACCESO EN CONDUCTOS.....	44
6.5.11.COMPUERTAS DE SOBREPRESIÓN.	45
6.6. AISLAMIENTO.	45
6.6.1.GENERAL.....	45
6.6.2.AISLAMIENTO DE REDES DE TUBERÍAS.	48
6.6.3.AISLAMIENTO DE COLECTORES.....	49
6.6.4.AISLAMIENTO DE CONDUCTOS.	49
6.6.5.AISLAMIENTO DE LANA DE VIDRIO.	49
6.6.6.AISLAMIENTOS CONFORMADOS FLEXIBLES.....	51
6.6.7.FORROS DE ALUMINIO.	52
6.7. DEPÓSITOS DE EXPANSIÓN - CONTRACCIÓN.	53
6.8. GRUPOS ELECTROBOMBAS.....	54
6.9. VENTILADORES Y EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE AIRE.	57
6.9.1.GENERAL.....	57
6.9.2.VENTILADORES (AEROTERMOS).....	58
6.9.3.UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE (CLIMATIZADORAS).....	62
6.10.MOTORES ELÉCTRICOS	64
6.11.CONTROL ELECTRICO O ELECTRONICO.....	66
6.12.APARATOS DE MEDIDA.....	67
6.13.UNIDADES ENFRIADORA AIRE-AGUA PARA INSTALACION EN CUBIERTA	68
6.14.EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE CALOR (CALDERAS)	70
7. PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES	72
7.1. GENERAL.....	72
7.2. ENSAYOS E INSPECCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS.	73
7.3. ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO Y EQUILIBRADOS.....	74
7.4. PRUEBAS FINALES DE RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	78
7.4.1.GENERALIDADES.....	78

7.4.2.REDES DE TUBERÍAS.....	79
7.4.3.REDES DE CONDUCTOS.....	79
7.4.4.MEDICIONES A REALIZAR.....	80
7.4.5.RESULTADOS OBTENIDOS.....	81
7.5. RECEPCIONES DE OBRA.....	82
7.5.1.RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	82
7.5.2.RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	82

1. OBJETO

El presente documento tiene por finalidad la definir las especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales, máquinas y equipos para la correcta ejecución del proyecto de instalación de climatización, ventilación y ACS en las oficinas de la nave de Ultracongelados VIRTO en Funes, Navarra.

Extensión de los trabajos a realizar por el instalador o contratista, y que, por lo tanto, deberán estar plenamente incluidos en su oferta.

1. Materiales complementarios para el perfecto acabado de la instalación, no relacionados explícitamente en el presupuesto pero que por su lógica aplicación quedan incluidos en el suministro del instalador.
2. Calidad y forma de instalación de los diferentes equipos y elementos primarios y auxiliares.
3. Pruebas y ensayos parciales a realizar durante el transcurso de los montajes o finales provisionales y definitivos de las correspondientes recepciones.
4. Las garantías exigidas tanto en los materiales, como en su montaje o en su funcionamiento conjunto.

El objetivo es establecer las pautas que permitan una correcta ejecución de la instalación definida por el proyecto, con el objeto de poder realizar un control de la temperatura, humedad, pureza de todos los recintos, atendiendo a consumos racionales de energía, con un mantenimiento proporcionado y sin detrimento de otros aspectos que afecten al confort o seguridad del edificio.

Todos los trabajos y especificaciones que se indican en PLANOS, PRESUPUESTO CALCULOS y MEMORIA están incluidos, excepto que se especifique su exclusión.

2. CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego forma parte de la documentación del Proyecto, que se cita y regirá en las obras para la realización del mismo.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por el Director de la obra.

Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la Contrata y los gremios o subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Los trabajos a realizar se ejecutarán de acuerdo con el Proyecto y demás documentos redactados por el autor del mismo.

La descripción del Proyecto y los planos de que consta figuran en la Memoria.

Cualquier variación que se pretendiere ejecutar sobre la obra proyectada deberá ser puesta, previamente, en conocimiento del Director, sin cuyo conocimiento no será ejecutada.

En caso contrario, la Contrata, ejecutante de dicha unidad de obra, responderá de las consecuencias que ello originase. No será justificante ni eximente a estos efectos, el hecho de que la indicación de variación proviniera del señor Propietario.

Asimismo, la Contrata nombrará un Encargado General, el cual deberá estar constantemente en obra, mientras en ella trabajen obreros de su gremio. La misión del Encargado será la de atender y entender las órdenes de la Dirección Facultativa, conocerá el presente "Pliego de Condiciones" exhibido por la Contrata y velará de que el trabajo se ejecute en buenas condiciones y según las buenas artes de la construcción.

Se dispondrá de un "Libro de Ordenes y Asistencias" del que se hará cargo el Encargado que señale la Dirección. La Dirección escribirá en el mismo aquellos datos, órdenes o circunstancias que estime convenientes. Asimismo, el Encargado podrá hacer uso del mismo, para hacer constar los datos que estime convenientes.

El citado "Libro de Ordenes y Asistencias" se regirá según el Decreto 462/1.971 y la Orden de 9 de Junio de 1.971.

3. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO

Es obligación de la Contrata, el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director y dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Director de obra , solo podrá presentarlas a través del mismo ante la Propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes, contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Director de obra , no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Director de obra , el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Por falta en el cumplimiento de las Instrucciones de los Técnicos o a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuando el Director de obra lo reclame.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Director de obra del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación.

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales de índole técnica" del "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados, de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que, en éstos, puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno la circunstancia de que el Director de obra o sus subalternos no le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valoradas en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de obra o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados, o que los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la Contrata.

Si el Director de obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de defectos ocultos en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y, en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que antes sean examinados y aceptados por el Director de obra, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto, el Contratista, las muestras y modelos

necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos las comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones, Vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc., antes indicados, serán de cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de calidad requerida o no estuvieren perfectamente preparados, el Director de obra dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos o, a falta de éstos, a las órdenes del Director de obra.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la Reglamentación vigente y las especificaciones de las Instrucciones Técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de contabilidad, exigencias de uso racional de la energía, contaminación ambiental, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia del director de obra de la instalación, el cual dará fe de los resultados por escrito.

A lo largo de la ejecución deberán haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción, etc., de todos los elementos que haya indicado el director de obra. Particularmente todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedarse ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de cubrirlos o colocar las protecciones requeridas.

Terminada la instalación, será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas otras que solicite el director de la obra.

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para el director de obra, se procederá, al acto de recepción provisional de la instalación. Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación.

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido estos convenientemente subsanados, la recepción provisional adquirirá carácter de recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad haya cursado avisado en contra antes de finalizar el periodo de garantía establecido.

Es condición previa para la realización de las pruebas finales que la instalación se encuentre totalmente terminada de acuerdo con las especificaciones del proyecto, así como que haya sido previamente equilibrada y puesta a punto y se hayan cumplido las exigencias previas que haya establecido el director de obra tales como limpieza, suministro de energía, etc...

Como mínimo deberán realizarse las pruebas específicas que se indican referentes a las exigencias de seguridad y uso racional de la energía. A continuación se realizarán las pruebas globales del conjunto de la instalación.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Director de obra, expresadas en los Art. precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso en todo lo no previsto, específicamente, en el "Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y relación con los trabajos que, para la ejecución de las instalaciones u obras anejas, se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Instalador, si considera que, el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

4. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

Como base fundamental de estas "Condiciones Generales de índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Director de obra, en nombre y representación del Propietario, las ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario.

Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales o de mano de obra de trabajos, que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre el Director de obra y el Contratista o su representante expresamente autorizado a estos efectos. El Contratista los presentará descompuestos, siendo condición necesaria la presentación y la aprobación de estos precios, antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra correspondientes.

Si el Contratista, antes de la firma del Contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no ser este documento el que sirva de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las cantidades de obra en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de la rescisión del Contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de índole Facultativa", sino en el caso de que el Director de obra o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de la adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

El Contratista deberá percibir el importe de todas aquellas unidades de obra que haya ejecutado, con arreglo a sujeción a los documentos del Proyecto, a las condiciones de la Contrata y a las órdenes e instrucciones que, por escrito, entregue el Director de obra, y siempre dentro de las cifras a que asciendan los presupuestos aprobados.

Tanto en las certificaciones como en la liquidación final, las obras serán, en todo caso, abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuren en la oferta aceptada, a los precios contradictorios fijados en el transcurso de las obras, de acuerdo con lo previsto en el presente "Pliego de Condiciones Generales de índole Económica" a estos efectos, así como respecto a las partidas alzadas y obras accesorias y complementarias.

En ningún caso, el número de unidades que se consigne en el Proyecto o en el Presupuesto podrá servir de fundamento para reclamaciones de ninguna especie.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo que el que les corresponda, con arreglo al plazo en que deban terminarse.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto, a menos que el Director de obra ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

El Contratista estará obligado a asegurar la instalación contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá, en cada momento, con el valor que tengan, por Contrata, los objetos que tengan asegurados.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la instalación durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda al mantenimiento, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

El Director de obra se niega, de antemano, al arbitraje de precios, después de ejecutada la obra, en el supuesto que los precios base contratados no sean puestos en su conocimiento previamente a la ejecución de la obra.

5. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

Ambas partes se comprometen, en sus diferencias, al arbitrio de amigables componedores, designados, uno de ellos por el Propietario, otro por la Contrata y tres técnicos por el Colegio Oficial correspondiente, uno de los cuales será forzosamente, el Director de la Obra.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y construcción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Director de obra haya examinado y reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

Todos los trabajos o materiales empleados cumplirán la "Resolución General de Instrucciones para la Construcción", de 31 de Octubre de 1.986.

En todos los trabajos que se realicen en la obra se observarán y el encargado será el responsable de hacerlas cumplir, las normas que dispone el vigente Reglamento de seguridad en el Trabajo en la industria de la construcción, aprobado el 20 de Mayo de 1.952, las Ordenes complementarias de 19 de Diciembre de 1.953 y 23 de Septiembre de 1.966, y en la Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobado por Orden de 9 de Marzo de 1.971, así como lo dispuesto en la Ley 31/95 de 8 de Noviembre de Prevención de los Riesgos Laborales.

6. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

CONDICIONES GENERALES

Todos los equipos y aparatos utilizados en la instalación deberán soportar una presión inferior de prueba equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400 kPa, sin presentar deformaciones, goteos, fugas, roturas ni exudaciones.

Las prestaciones de las unidades de intercambio de calor y frío, convectores, ventiloconvectores, etc... serán las indicadas por el fabricante en su documentación técnica con una tolerancia de = 5%.

Las condiciones de ensayo de los equipos se especificarán en cada caso.

En los tubos de aletas el rendimiento comprobado en laboratorio se mantendrá después de haber sometido la unidad a diez ciclos de cambios bruscos de temperatura, circulando por su interior, sucesivamente el fluido a la temperatura de régimen y a la temperatura ambiente.

Cualquier material empleado en la construcción e instalación de los equipos utilizados en las instalaciones de calefacción, aire acondicionado y agua caliente sanitaria, deberá ser resistente a las acciones a que esté sometido en las condiciones de trabajo de forma que no podrá deteriorarse o envejecer prematuramente, en condiciones normales de utilización y en especial a altas o bajas temperaturas según su respectivo régimen de funcionamiento.

Particular atención deberá tenerse con las acciones de corrosión que puedan producirse por el contacto de dos o más materiales.

La escala de temperatura de los termostatos ambiente estará comprendida al menos entre 10 y 30°C, llevará marcadas las divisiones correspondientes a los grados y se marcará la cifra cada cinco grados.

El error máximo obtenido en laboratorio, entre la temperatura real existente y la marcada por el indicador del termostato una vez establecida la condición de equilibrio, será como máximo de 1°C.

El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5°C.

El termostato resistirá, sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura y cierre, a la máxima carga prevista para el Circuito mandado por el termostato.

Las válvulas estarán construidas con materiales inalterables por el líquido que va a circular por ellas.

En la documentación se especificará la presión nominal. Resistirán sin deformación una presión igual a vez y media la presión nominal de las mismas. Esta presión nominal, cuando sea superior a 600 Kph relativos, vendrá marcada indeleblemente en el cuerpo de la válvula.

El conjunto motor-válvula resistirá con agua a 90°C y a una presión de vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 Kph. 10.000 ciclos de apertura y cierre sin que por ello se modifiquen las características del conjunto ni se dañen los contactos eléctricos si los tuviese.

Con la válvula en posición cerrada, aplicando agua arriba una presión de agua fría de 100 kph, no perderá agua en cantidad superior al 3% de su caudal nominal, entendiendo como tal el que produce con la válvula en posición abierta, una pérdida de carga de 100 kph.

El caudal nominal, definido en el párrafo anterior, no diferirá en más de un 5% del dado por el fabricante de la válvula.

Las sondas exteriores de temperatura tendrán la curva de respuesta con una pendiente definida por:

$$(R22 - R20) / (Q22 - Q20)$$

Siendo R y Q la resistencia eléctrica en Ohm. y la temperatura a 22 y 20°C, respectivamente, con una tolerancia estas últimas de = 0,2°C que no diferirá en más del 10% de la definida por el fabricante.

Su tiempo de respuesta será tal que al pasar la sonda de su estado de equilibrio en un ambiente a 18°C de temperatura a otro de 22°C tarde menos de treinta minutos en alcanzar el 67% del valor de la resistencia a 22°C.

Los valores característicos de la sonda no se alterarán al estar ésta sometida a la inclemencia de un ambiente exterior no protegido, a cuyo efecto la carcasa de la sonda proporcionará la debida protección sin detrimento de su sensibilidad. Los materiales de la sonda no sufrirán efectos de corrosión, en el ambiente exterior en que va a estar ubicada.

La curva de respuesta de las sondas interiores de temperatura tendrán una pendiente definida por:

$$(R25 - R20) / (Q25 - Q20)$$

Donde R y Q tiene el significado definido anteriormente, que no diferirá en más del 10% del dado por el fabricante.

El tiempo de respuesta en las condiciones especificadas para las sondas exteriores, no será superior a diez minutos.

Las sondas de inmersión estarán constituidas por el elemento sensible construido con material metálico inoxidable y estancas a una presión hidráulica igual a vez y media la del servicio.

La pendiente de la curva resistencia-temperatura no diferirá en más de un 10% de la dada por el fabricante, para temperaturas comprendidas dentro del margen de utilización dado por el mismo.

La respuesta en las condiciones definidas para las sondas exteriores no será superior a cinco minutos.

El conjunto del equipo de regulación será tal que para tres temperaturas exteriores (-10,0 y -10°C), la temperatura del agua no diferirá en más de 2°C de la prevista.

Cuando existan varias curvas de ajuste de la temperatura del agua en función de la exterior, se admitirá una tolerancia de 1°C por cada 5°C de corrección de una curva a otra.

Los equipos de regulación en las instalaciones deberán, como mínimo, cumplir las exigencias dadas en esta Instrucción Técnica.

En particular, en los sistemas de regulación de tipo neumático se permitirá, para cada aparato de control, un consumo máximo de 6 cm³/s en condiciones normales. Las pérdidas en las membranas de los pistones utilizados en estos sistemas, no podrán ser superiores 0,4 cm³/s en condiciones normales cuando estén sometidos a la presión de 140 kPa.

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 Facultativa, 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.

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 Facultativa 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.

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

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.

En la ejecución de soldaduras se cumplirán las siguientes condiciones:

⇒ 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:

1. Llenado de la instalación y prueba estática conjunta a vez y media la presión de trabajo (mínimo 600 KPa).
2. Vaciado por todos los puntos bajos.
3. 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.

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 Facultativa.

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 Facultativa.

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:

TUBERIA	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.

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

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

Cuando dos o más tuberías tengan recorrido paralelos y estén situadas a la misma altura, podrán tener un soporte común suficientemente rígido, seleccionando las varillas de suspensión, teniendo en cuenta los pesos adicionales y la aplicación como mínimo, de lo indicado en la tabla que se refleja a continuación. Los extremos de las varillas serán roscados de 500 mm. como mínimo, para permitir regulación en altura de las tuberías. Irán pintados con dos manos de minio.

ROSCA METRICA ISO	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
CARGA MAXIMA (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.

MANGUITOS PASAMUROS Y DISCOS-TAPA.

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

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

Los pasamuros serán de acero galvanizado, disponiéndose un disco central en caso de particiones estancas al agua. El espacio máximo entre el pasamuros y la tubería será de 15 mm. en caso de forjados, separaciones entre sectores de incendios, muros y 40 mm. en los demás casos. Su longitud, será siempre igual o mayor que la pared atravesada, incluido acabados y aislamientos. Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm. de la parte

superior de los pavimentos. En el caso de suelos impermeabilizados se extenderá 50 mm. sobre el nivel del suelo acabado.

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

TUBERÍAS DE ACERO.

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

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

⇒ Tuberías hasta 6". Según norma DIN 2440

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

⇒ Curvas y accesorios según normas de su tubería correspondiente.

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

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

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

Los materiales de las tuberías y su montaje se realizarán de la siguiente forma:

Tubería de agua caliente o fría en circuito cerrado

Acero forjado para diámetros inferiores a 6" con accesorios y uniones roscadas para tubería de 2" e inferiores. Acero estirado para diámetros de 6" y superiores, con uniones soldadas o embridadas según determine la Dirección Facultativa. 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 Facultativa.

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 Facultativa 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 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 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 Facultativa 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.

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.

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.

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:

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.

Acoplamientos dieléctricos o latiguillos.

Se incluirán acoplamientos 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:

1. En la descarga y aspiración de cada bomba de circulación de agua.
2. En el lado de baja y en el lado de alta de las válvulas reductoras de presión.
3. En calderas y enfriadoras.
4. En los tanques de expansión cerrados.
5. 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.

VALVULERIA 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 Facultativa.

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 Facultativa, 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 1½" o 2" (según se indique) serán de esfera y desde 2" o 2½" (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.

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 Facultativa. 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 Facultativa.

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 Facultativa.

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 Facultativa. 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 Facultativa.

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.

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.

El trabajo se realizará según normativa 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.

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 arriostros 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.

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.

PLIEGO DE CONDICIONES

Los conductos de sección poligonal no rectangular (p.ej. 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.

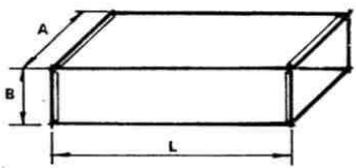
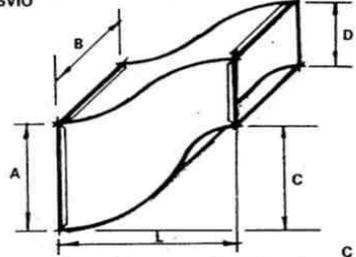
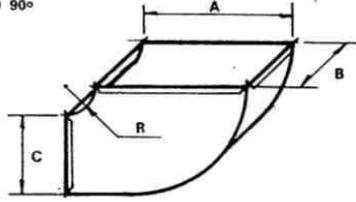
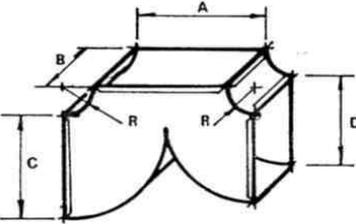
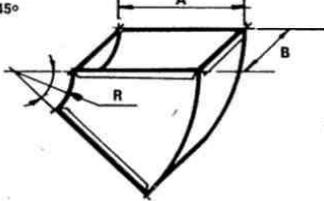
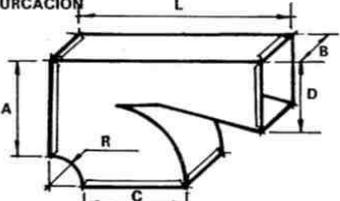
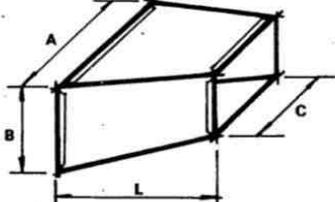
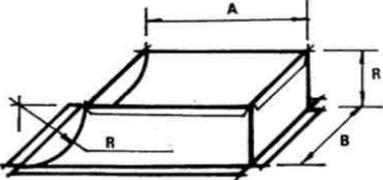
El criterio en cambios de sección rectangular-circular será de cambio de sección de rectangular, según diagrama.

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,

<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 deflectores, 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>

aislamiento.

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.

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 se justificarán en cada caso conforme a la memoria del Proyecto.

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 y la IT 1.2.4.2.3 del RITE.

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.

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 y la IT 1.2.4.2.3 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 Facultativa, según plano de replanteo presentado por el instalador.

DIFUSORES.

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.

Los difusores dispondrán al menos de los siguientes accesorios:

1. Plenum de chapa galvanizada con aislamiento acústico interior (25 mm mínimo).
2. 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.

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

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

⇒ Difusor lamas fijas: Difusor de efecto rotativo, para locales de altura entre 2,5 y 4,0 m., con lamas fijas para impulsión horizontal, con frontal cuadrado o circular. Construido en chapa metálica pintada de color a elegir.

⇒ Difusor lamas ajustables manualmente. Difusor de efecto rotativo y vertical, para locales de altura entre 2,5 y 4,0 m., con frontal cuadrado o circular. Construido en chapa metálica pintada de color a elegir. Las lamas del difusor son ajustables manualmente en 3 posiciones: rotación horizontal centrífuga, rotación horizontal centrípeta, impulsión vertical sin rotación.

⇒ Difusor lamas ajustables motorizadas. Difusor de efecto rotativo y vertical, para impulsar elevados caudales desde más de 4 m. de altura, contruidos en chapa de acero pintada al horno de color a elegir. Las lamas están motorizadas, y pueden adquirir varias posiciones: rotación horizontal (para impulsar aire frío), rotación a 45°C (para aire isoterma) e impulsión vertical sin rotación (aire caliente). La motorización de las lamas se realizará con motores eléctricos del tipo todo/nada (a 220 V. ó 24 V.) o del tipo proporcional (a 24 V.), según se especifique en el proyecto.

La 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.

La sujeción del 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).

a) Elección de difusores: Según indicaciones del fabricante, y con los siguientes criterios:

- a. Nivel sonoro máximo: 40 dBA
- b. Velocidad máxima de aire en la zona de ocupación: 0,25 m/s

b) 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.

c) 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.

COMPUERTAS DE REGULACIÓN DE CAUDAL.

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

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

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

1. Todos los ramales principales de suministro, retorno y extracción de aire deberán de llevar compuertas de equilibrado, así como en ramales secundarios que lo requieran.
2. Se situará la compuerta tan lejos como sea posible de la salida de aire para evitar la transmisión de ruido.

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

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

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

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

CONEXIONES FLEXIBLES.

Las conexiones flexibles deberán de evitar la transmisión de vibraciones a través de los conductos. Se instalarán tanto en la impulsión como en el retorno de todos los ventiladores y unidades de ventilación y en las juntas de expansión del edificio. El material ser de la resistencia necesaria al servicio requerido, y estar correctamente instalado para garantizar la estanqueidad. La lona deberá de ser de ancho suficiente para proveer un espacio mínimo de 100 mm entre los elementos conectados y con suficiente holgura para prevenir su rotura causada por el movimiento del ventilador.

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

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

REGISTROS DE ACCESO EN CONDUCTOS.

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

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

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

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

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

La cara exterior de las registros de acceso a compuertas cortafuego y cortahumos. Irán identificada con letras en rojo.

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

COMPUERTAS DE SOBREPRESIÓN.

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

AISLAMIENTO.

GENERAL.

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 la IT 1.2.4.2.1. y la IT 1.2.4.2.2. del RITE.

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

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.

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

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

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

No se permite la utilización de amianto.

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

- Ser imputrescible.
- No contener sustancias que se presten a la formación de microorganismos.
- No desprender olores a la temperatura de trabajo.
- No provocar la corrosión de las tuberías y conductos en las condiciones de uso.
- No ser alimento de roedores.

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 Facultativa. 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 Facultativa.

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-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.

AISLAMIENTO DE COLECTORES.

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de colectores:

⇒ 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-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.

AISLAMIENTO DE LANA DE VIDRIO.

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.

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 Facultativa.

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.

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 dos 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.

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 dos 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 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.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y terminación del forrado de aluminio de todas aquellas canalizaciones de agua, aire o cualquier otro fluido que estén aisladas, así como de aquellos equipos o accesorios así mismo aislados en obra que estén situados o ubicados en zonas vistas, aunque sean de servicios, tales como salas de máquinas, corredores, pasillos, etc., y exteriores. No estarán forrados, por tanto, las ubicaciones en falsos techos, patinillos, zanjas registrables o galerías subterráneas de distribución, salvo indicación en contra en proyecto.

El forrado se realizará con chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, de la misma calidad, no debiéndose apreciar matices de terminación por diferencia de partida. Las juntas, siempre que sea posible, quedarán en las zonas ocultas. Las tomas por aparatos de medida, control, derivaciones, etc., dispondrán de sus escudos o embellecedores de remate correspondientes. Es recomendable la utilización de pegamentos en cualquier caso los

remaches serán los mínimos y por las zonas ocultas. Especial atención se prestará al forrado de válvulas y accesorios, tanto en su acabado estético, como en su maniobra y posibilidad de registro sin afectación a las líneas contiguas. Los cortes y pliegues serán limpios, sin rebabas y en ningún caso presentando canto vivo en los remates, que puedan producir cortes a los futuros usuarios.

En el forrado de las tuberías exteriores, las costuras deberán situarse de forma que impidan las entradas de agua. En la recepción todo el forrado estará limpio y no podrá presentar deformaciones o abombamientos.

El acabado en aluminio se realizará con costura disimulada y remaches en la cara oculta, debiendo presentar un acabado general limpio y estético.

Película de papel aluminio.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y terminación del forrado con barrera de vapor a base de papel aluminio de todas aquellas canalizaciones de agua, aire o cualquier otro fluido, así como de aquellos equipos o accesorios así mismo aislados en obra, que estén aislados, cuando así se requiera en las especificaciones de proyecto.

El papel de aluminio será autoadhesivo y vendrá reforzado con malla de fibra de vidrio textil.

Las coquillas que vengan de fábrica recubiertas con papel de aluminio dispondrán de solapa autoadhesiva. Las uniones de las diferentes coquillas se realizarán a tope, procurando la máxima unión entre terminales y sellados con cinta cubretuberías de papel de aluminio reforzado, totalmente autoadhesivo.

DEPÓSITOS DE EXPANSIÓN - CONTRACCIÓN.

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los depósitos de expansión - contracción cerrados de membrana de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

La capacidad de los depósitos de expansión - contracción será la suficiente para absorber la variación de volumen de agua de la instalación al variar su temperatura en el intervalo máximo marcado por las condiciones de funcionamiento y la temperatura ambiental. Como norma general se sobredimensionará el depósito un 20% de su capacidad.

Los depósitos estarán provistos de bancadas de estructura metálica para su apoyo en el suelo.

El cuerpo exterior del depósito será de acero, timbrado y estará construido de forma que sea accesible la membrana interior de expansión. El interior tendrá un tratamiento anticorrosivo y exteriormente un doble tratamiento antioxidante con acabado pintado al duco o esmaltado al horno.

El depósito estará dividido en dos cámaras herméticas entre sí, por la membrana de dilatación, construida en caucho butílico o polipropileno, con elasticidades recuperables a temperaturas inferiores a 60°C, sin degradación del material. La cámara de expansión de gas estará rellena con nitrógeno u otro gas inerte disponiendo de acometida para reposición de gas y manómetro. En la acometida del agua se incluirá manómetro, termómetro, válvula de alimentación, purga de agua y seguridad. Asimismo, esta acometida dispondrá de sifón en cuya parte superior se dispondrá de botellón de recogida de aire con purgador manual y automático. Especial atención deberá tenerse en la puesta a punto para la determinación de la presión de trabajo de forma que en ningún caso y dentro de los límites de construcción, mantenga ningún punto de la instalación con presión inferior a 3 m.c.a.

Si la unidad se montase al exterior, se aislará con fibra de vidrio de 50 mm. de espesor, recubierta con chapa de aluminio.

Los depósitos de expansión estarán contruidos para una presión de trabajo mínima de 3 bares. La presión de relleno inicial será de 1 bar y la presión final de 4 bar, salvo indicación contraria en el presupuesto o especificaciones técnicas.

GRUPOS ELECTROBOMBAS.

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.

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:
- Juntas tóricas de EPDM.
- Acoplamientos 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.

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.

VENTILADORES Y EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE AIRE.

GENERAL.

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

Se presentará para su aceptación por la Dirección Facultativa la siguiente información para cada tipo de equipo:

1. Ventiladores.

- **Curvas de Rendimiento:** Incluir las curvas de rendimiento con la entrega de los planos de fabricación de los ventiladores presentados para su revisión. Todos los ratios de rendimiento de ventiladores y datos deberán de ser datos certificados de acuerdo con la normativa local o estándar de reconocido prestigio.
- **Datos acústicos de ventiladores.** El fabricante deberá de entregar datos de nivel de potencia sonora indicando las curvas que se obtendrán cuando se ensayen de acuerdo con una normativa de reconocido prestigio. Los datos deberán de definir los niveles de potencia para cada una de las ocho (8) bandas de octavas.
- **La presentación para la aprobación** deberá de indicar potencia absorbida, potencia de frenado si procede, y rendimiento a plena carga cumpliendo con las especificaciones.

2. Planos de fabricación y montaje de climatizadoras. Incluyendo información

PLIEGO DE CONDICIONES

57

completa sobre equipamiento, materiales y detalles constructivos.

3. Catálogos e información de otros equipos: humidificadores, cajas de volumen variable, fan-coils, aerotermos, etc.

El rendimiento de los ventiladores se deberá de basar en ensayos realizados según normativas de reconocido prestigio, y llevará un certificado. Los ventiladores centrífugos tendrán una característica de presión rápidamente creciente que se extenderá a lo largo del rango de funcionamiento y continuará su crecimiento más allá del pico de eficiencia para garantizar funcionamiento silencioso y estable bajo cualquier condición. Las características de potencia deberán de ser realmente autolimitadas y deberán de alcanzar un pico dentro del área normal de selección. La unidad deberá de ser de fabricante aprobado.

Todos los ventiladores deberán de llevar placas de identificación metálicas indicando la zona a la que sirven, volumen de aire, vatios, RPM, presión estática y tamaño. Las capacidades de los ventiladores deberán de basarse en el funcionamiento en las presiones estáticas indicadas a 21°C y 1atm. de presión barométrica.

Se ensayarán en fábrica todos los ventiladores funcionando a la tensión y frecuencia nominal. Los siguientes datos deberán de ser medidos:

- Frecuencia.
- Voltaje.
- Corriente a plena carga.

VENTILADORES (AEROTERMOS).

Ventiladores de transmisión por poleas y correas. Será la responsabilidad del Contratista el comprobar que las presiones de diseño se cumplen. Se incluirán poleas de relación regulable (siempre que sea recomendable su aplicación) en los ventiladores que no están acoplados a variadores de velocidad. Las poleas serán seleccionadas para operar en la zona media de la curva del ventilador y permitir el ajuste en ambas direcciones. Para accionamientos por correas múltiples, las poleas serán fijas. Las poleas de ventiladores serán las adecuados para obtener los resultados deseados. Todas las poleas de los ventiladores y motores se encontrarán dinámicamente y estáticamente equilibrados antes de su montaje.

Ruedas. Las ruedas tendrán una construcción robusta y rígida, estarán perfectamente equilibrados, tanto estática como dinámicamente y producirán el mínimo ruido y vibración.

Ejes: Fabricados de acero, con primera velocidad crítica de la rueda y el eje a no menos de 1,25 veces el máximo de la velocidad especificada. Todos los ejes estarán fabricados bajo estrechas tolerancias.

Terminaciones: Galvanizado en caliente, mientras no se indique otro.

Malla de protección en la aspiración: Requerida para todos los ventiladores. Serán de construcción robusta y fácil desmontaje.

Conexiones de drenaje: Deben de preverse en el punto más bajo de la carcasa.

Puertas de Acceso: Para acceso rápido al rodete y a la parte interior de la carcasa. Se requieren en todas las carcasas de ventiladores de diámetro de rodete superior a 900 mm.

Aislamiento antivibratorio: Se deberán de emplear antivibratorios en la unión del ventilador a la carcasa y en las uniones de la carcasa al edificio.

En el caso de ventiladores donde se especifique más de una velocidad, la selección de los antivibratorios debe realizarse para la velocidad más baja.

La bancada del motor y del ventilador será solidaria formando una base única para evitar cualquier movimiento físico entre el ventilador y el motor. En ningún caso el motor irá acoplado sobre la envolvente de propio ventilador.

Sustitución de las poleas. Se suministrarán poleas ajustables o fijas adicionales sin coste alguno, si fuese requerido para el equilibrado.

Si así fuese requerido en los documentos de proyecto, se suministrará compuerta automática en el conducto enclavada con el ventilador. La compuerta será de mariposa o lamas, según tamaño, en aluminio y accionada por motor enclavado con el ventilador, de tal modo que permanezca totalmente abierta mientras el ventilador está en funcionamiento y cierre cuando no opera. Dispondrá de final de carrera.

Todos los ventiladores que sean montados in situ, o tengan más de 75 kW, deberán de requerir el servicio de un técnico de fábrica o representante cualificado para su equilibrado y comprobación de cojinetes, poleas, correas, etc.

El servicio técnico del fabricante o un técnico cualificado instalará los ventiladores y los motores, que se nivelarán y alinearán en cumplimiento estricto de las instrucciones del fabricante y con los márgenes recomendados. Las poleas de los ventiladores y motores se alinearán con cuidado y la tensión de la correa se ajustará debidamente según las instrucciones del fabricante.

Todos los equipos con partes externas móviles (tales como correas, cadenas...) estarán dotados de elementos de protección contra accidentes, diseñados para permitir un fácil mantenimiento y acceso. Estarán formados por cinco elementos principales: envolvente, ventilador, oído de aspiración, transmisión y motor.

La envolvente estará construida en chapa de acero, reforzada con perfiles o angulares si fuese necesario. Deberá presentarse exenta de rapaduras o abollamientos. Deberá estar perfectamente arriostrada para prevenir vibraciones.

Los álabes del ventilador serán de acción o reacción según se refleje en presupuesto o especificaciones técnicas, con forma alabeada y perfil de ala de avión. El paso de aire debe encontrarse libre de interferencias. Las ruedas deberán equilibrarse dinámicamente y estáticamente en fábrica. Para la construcción se utilizará aleación de acero de alta resistencia, tratado para resistencia a la corrosión o aluminio.

El oído de aspiración estará perfilado, tipo Venturi, de forma que no se produzcan turbulencias. Deberá poseer un diseño óptimo.

La transmisión será por medio de poleas acanaladas y correas trapezoidales en número adecuado al servicio y potencia previstos. El eje será de acero de primera calidad, continuo y apoyado sobre cojinetes de bronce lubricados con grasa, perfectamente equilibrados estática y dinámicamente. Las poleas serán del tipo de relación regulable (siempre que sean recomendables a la aplicación) en los ventiladores no acoplados a variadores de velocidad y deberán de estar dimensionadas para proporcionar la velocidad requerida con la polea del motor aproximadamente en la mitad de su rango de ajuste. Deberá de haber al menos dos correas y el accionamiento será capaz de arrastrar la carga completa con un factor de seguridad adicional del 50%. Se deberán de proveer protecciones de la transmisión para todos los ventiladores con aperturas para lectura de las revoluciones. Para ventiladores con motores de 55 Kw. o superior no acoplados a variador de velocidad, se suministrarán poleas de relación fija y álabes de aspiración manualmente ajustables en lugar de poleas del tipo variable.

La velocidad periférica de la turbina no será superior a 51 m/seg. si pertenece a clase I y a 73 m/seg. si fuera a clase II. El apoyo del ventilador, deberá realizarse por medio de elementos antivibradores tipo SILENT BLOC o amortiguadores metálicos.

Si esta unidad estuviese presupuestada, con carcasa metálica de protección, éste estará realizado con chapa metálica galvanizada de 1,5 a 2 mm. de espesor, reforzada con perfiles o no, según los casos, aislada interiormente con dos pulgadas de aislamiento acústico de alta densidad, con acabado interior de malla afónica, no siendo necesario protección cubre-correas. El portillón de registro será hermético, abisagrado y con manivela de apertura.

Los motores eléctricos serán de tipo cerrado refrigerados exteriormente y de protección IP-55.

Los rodamientos serán para uso intensivo y una vida superior a 20.000 horas.

Los ventiladores centrífugos tubulares deberán de ser similares en todos los requerimientos a los correspondientes a la descripción anterior. Las carcasas deberán ser del tipo tubular para proveer una entrada de flujo de aire en línea a través y directo a la descarga. Incluirá deflectores inmediatamente posteriores a la rueda para redireccionar el flujo de aire y minimizar el ruido. Los diámetros de aspiración y descarga deberán de ser idénticos para acomodar un tamaño único de conducto.

Ventiladores axiales-tubulares.

Se suministrarán ventiladores axiales tubulares de capacidad y prestaciones según se indica en los documentos de proyecto. Se seleccionará para dar al menos las capacidades indicadas y manteniendo un número de revoluciones similares a las indicadas.

La carcasa de la unidad deberá de ser de acero laminado en caliente provistas con taladros para conexiones atornilladas, y tendrá las siguientes características:

- Permitirá el mantenimiento.
- Se preverán no menos de ocho álabes de guiado estacionarios soldados en el interior de la carcasa del ventilador.
- El conjunto de la carcasa deberá de galvanizarse en caliente o tratar con cromato de zinc.

El cubo de la hélice deberá de ser de fundición esferoidal o acero. Los álabes del ventilador deberán de tener perfil aerodinámico, fundidos en aleación de aluminio.

El ángulo de las palas podrá ser regulado con el ventilador parado.

Se suministrarán los motores de ventiladores de acuerdo a las especificaciones, incluyendo caja terminal protegida en el exterior del ventilador contra polvo e intemperie. Los cables de alimentación del flujo de aire se protegerán entubándolos en canalización eléctrica estanca.

Boca de Aspiración. Se instalarán en todos los ventiladores no acoplados a conducto, en acero y galvanizadas en caliente.

Protectores de Aspiración. Fabricados en alambre de acero dulce y un diámetro mínimo de 3 mm de varilla, todo soldado. Galvanizados en caliente.

Pies. Se instalarán pies adecuados para montaje horizontal o vertical.

Bridas de acompañamiento. Fabricadas en acero laminado en caliente.

UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE (CLIMATIZADORAS).

Se suministrarán climatizadoras fabricadas a medida que cumplan las prestaciones indicadas en planos. Mientras no se indique de otro modo, las unidades estarán completamente equipadas con carcasas y plenums, ventiladores, antivibratorios, aislamientos, bandejas, baterías, filtros, sistemas de humidificación, deflectores, compuertas, alumbrado y demás elementos y accesorios necesarios. Las unidades, serán de primera línea dentro de la gama de fabricación de cada proveedor.

Las unidades no excederán las dimensiones indicadas en planos manteniéndose los espacios internos necesarios entre los componentes y asegurando el espacio para mantenimiento. Las dimensiones externas que estén indicadas son máximas y las interiores mínimas. No se sobrepasarán estos límites sin una aprobación por escrito de la Dirección Facultativa.

Es responsabilidad del contratista verificar los espacios disponibles y acceso desde el exterior del edificio a los locales destinados a los equipos.

Las unidades se montarán en el lugar destinado a las mismas y el contratista coordinará y se responsabilizará del traslado de las diferentes partes de las unidades en las que sea necesario realizar el suministro hasta sus correspondientes ubicaciones.

Las unidades serán diseñadas, construidas y operarán bajo todos los caudales de trabajo, de modo que se mantengan las condiciones térmicas y acústicas de proyecto. Dichas condiciones de funcionamiento se deben lograr en las condiciones reales de funcionamiento de las unidades, tales como locales donde se ubican y distribución de conductos.

Cada unidad será construida y operará en todas las condiciones de caudal de aire (incluyendo de 100% a 30% en las unidades de volumen variable) sin que se sobrepasen las condiciones acústicas requeridas para los diferentes locales. Se medirán los niveles sonoros en los locales ocupados adyacentes a las salas de climatizadores. Los requisitos acústicos se deben cumplir con la unidad instalada y según las condiciones constructivas del edificio, la ubicación destinada a ella y los conductos conectados en modo similar a lo proyectado. Si no se logran los niveles requeridos, el contratista se hará cargo de añadir las

medidas o silenciadores que sean necesarios. Estas medidas se adoptarían sin comprometer el diseño original.

Los elementos constructivos que componen las unidades deberán de reunir las siguientes características, salvo indicación contraria en los documentos de proyecto:

La envolvente, estará formada por paneles del tipo sandwich acústico, de 25 mm. de espesor mínimo, formado por una chapa galvanizada exterior de 1,8 mm de espesor mínimo e interior perforada de 0,8 mm (Las perforaciones serán similar a 3 mm de diámetro con un espaciamiento de 8 mm). En las secciones de baterías de frío, filtros y aguas abajo de los humidificadores la chapa interior no estará perforada. El aislamiento consistirá preferentemente en panel de fibra de vidrio acústico.

Todo el panelado irá soportado por una estructura independiente de acero galvanizado o aluminio. La unión entre paneles se realizará mediante un sistema de machihembrado y piezas de sujeción atornilladas a los mismos.

La construcción del suelo será a base de estructura soporte de perfiles doble T y paneles sandwich liso transitable con chapas de 1,2 mm. de espesor mínimo, soldadas a la estructura. Las juntas del panel serán estancas al agua. El aislamiento será el mismo que los paneles laterales. La estructura soporte estará dimensionada para el peso de los climatizadores con todo su equipamiento. Se preverán agarraderas.

El techo tendrá una construcción idéntica a las paredes, perfectamente arriostrada para conseguir un conjunto rígido y libre de vibraciones. El techo de la envolvente, si es para montaje a la intemperie, irá protegido por una lámina asfáltica impermeabilizante que garantice su estanqueidad.

Las puertas de acceso a las diferentes secciones, deberán ir montadas sobre un bastidor de perfil, y construcción idéntica a las paredes, con la excepción de que la chapa interior no estará perforada. Con bisagras, doble burlete de goma para estanqueidad y manillas de cierre rápido, tipo cuña para cierre por presión progresiva con accionamiento desde el exterior e interior y en un número mínimo de 2 por puerta.

Además de la bandeja de condensados que se incluye en la sección de baterías de frío, la unidad irá equipada con una bandeja de 1,6 mm del espesor de acero inoxidable (304) que cubrirá la sección de humectación hasta los filtros finales. Incorporará un manguito de acero inoxidable para conexión a la red de desagüe.

Toda la unidad irá pintada exteriormente, con pintura a base de resina de poliéster polimerizada, especialmente resistente en ambientes agresivos.

Incorporará iluminación interior en las unidades de gran tamaño.

Sección de filtraje

1. Su superficie deberá ser tal, que al velocidad de paso de aire no supere 2,5 m/s.
2. Irán montados sobre marcos o carriles de retención, de forma que quede asegurada la estanqueidad al aire a través de los mismos.
3. Tanto los marcos como los filtros serán construidos en materiales anticorrosivos.
4. El acceso a los filtros para el mantenimiento deberá de ser fácil y rápido.
5. Prefiltros. Filtros de 100 mm de espesor de eficiencia media 25-35% según ASHRAE 52-76, a base de filtros de algodón soportados en malla metálica.

Secciones de impulsión y retorno.

1. Los ventiladores serán centrífugos, de doble lado de aspiración, tubería con alabes hacia delante (sección), con el caudal y presión requeridos, equilibrados estática y dinámicamente.
2. El ventilador suministrará los caudales y presiones indicados a velocidad de rotación similar a la indicada en los planos. Además estará dinámicamente equilibrado.
3. La velocidad de descarga del aire deberá de ser inferior a 12 m/s.
4. La velocidad de giro no superará las 1500 r.p.m.
5. Cumplirá todas las condiciones expresadas en el apartado de ventiladores de este pliego.
6. Las compuertas de aire exterior y retorno serán de lamas paralelas. Llevarán junta (neopreno) en el extremo de las lamas y juntas giratorias de apriete de acero inoxidable en los costados para evitar fugas u otra construcción equivalente.

MOTORES ELÉCTRICOS

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

El instalador suministrará toda la maquinaria con los motores eléctricos correspondientes.

Los motores deberán estar equilibrados dinámicamente y estáticamente, disponiendo de ventilador de refrigeración. En bornes se indicarán e identificarán los conexiones de bobina. Los cojinetes y elementos de apoyo serán de primera calidad. La carcasa exterior será de fundición con aletas refrigeradoras.

Su construcción y aplicación deberá cumplir la reglamentación vigente, adoptándose la normativa DIN, tanto en su construcción (42.950) como en la clase de protección (40.050). Las bobinas estarán preparadas para alcanzar temperaturas de 75°C según normas VDE. Deberá admitir desviaciones sobre sus parámetros eléctricos (tensión y frecuencia) de un +/- 10% sin que afecte a sus repuestas funcional o componentes. Llevará placa de características en castellano, con unidades S.I. y marcadas de forma indeleble donde se indique.

- Marca y tipo
- Potencia (kW y CV)
- Tensiones (V)
- Intensidad (A)
- Velocidad de giro (R.P.M.)
- Tipo de construcción y protecciones.

Todos los motores, cuya situación no permita la vigilancia de su conmutador de accionamiento, deberán disponer de un interruptor de seguridad en su proximidad.

Clasificación.

A) Motores monofásicos: Preferentemente los motores de 0,37 Kw o menos serán monofásicos, 220V, 50 Hz. Cumplirán todas las normativas aplicables.

B) Motores trifásicos:

- Su diseño, construcción y pruebas cumplirá todas las normativas aplicables.

- Dispondrá de aislamiento clase F, utilización B.
- Los motores de más de 3,7 Kw tendrán un factor de potencia no inferior al 85% en carga nominal. En caso contrario, será corregido el factor de potencia hasta el 90%.
- Los motores serán de jaula de ardilla, IP-54, mientras no se especifique otro.
- El rendimiento mínimo de los motores a cargas 100% y 75% se indica en la tabla siguiente (los valores no indicados se interpolan).

kW	2 Polos	4 Polos	6 Polos
5,5	84	85	83
18,5	0	0,5	89,5
37	92,5	93	92
75	94,9	94,6	94,2
32	95,7	95,6	95,4

CONTROL ELECTRICO O ELECTRONICO.

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.

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.

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.

PLIEGO DE CONDICIONES

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.

UNIDADES ENFRIADORA AIRE-AGUA PARA INSTALACION EN CUBIERTA

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 de enfriadora cumplirán con las especificaciones del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, el Reglamento de Aparatos a Presión y lo indicado en el RITE.

Las unidades enfriadora 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 enfriadoras estarán compuestas por envolvente, ventiladores axiales para el circuito de condensación, compresores, baterías de tratamiento de aire y de agua, bandeja de drenaje.

La envolvente de las unidades enfriadora 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 de chapa galvanizada o aluminio para intemperie, de forma que se obtenga un panel de elevada resistencia mecánica y de fácil acceso al interior de la máquina para realizar labores de mantenimiento.

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.

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/cm² con aire seco.

La velocidad de paso del aire por las baterías de condensación 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.

La parte inferior de la sección de batería de frío dispondrá de bandeja metálica aislada para la recogida del agua de condensación, protegida por pintura asfáltica y aislamiento anticorrosión. Dicha bandeja tendrá un drenaje con una sección mínima de 20 mm. de diámetro.

El conjunto ventilador-motor irá apoyado sobre una placa común de acero provista de carriles tensores. Este conjunto se fijará a la estructura de la enfriadora por medio de soportes antivibratorios.

En el circuito de condensación incorporará ventiladores axiales (ventiladores exteriores) que proporcionen en caudal de aire exterior necesario para una completa condensación y subenfriamiento del refrigerante.

Los ventiladores exteriores funcionarán secuencialmente en función del número de compresores en marcha.

El COP de la unidad será como mínimo de 2,1.

Incorporará, además, los siguientes elementos:

- ⇒ Señalizaciones remotas.
- ⇒ Elementos de carga.
- ⇒ Cuadro eléctrico, con aparellaje de protección y maniobra de motores de la unidad.
- ⇒ Control de presión de condensación.

EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE CALOR (CALDERAS)

Los equipos de producción de calor serán de un tipo registrado por el Ministerio de Industria y Energía que dispondrán de la etiqueta de identificación energética en la que se especifique el nombre del fabricante y del importador, en su caso, marca, modelo, tipo, número de fabricación, potencia nominal, combustibles admisibles y rendimiento energético nominal con cada uno de ellos. Estos datos estarán escritos en castellano, marcados en caracteres indelebles. Las calderas deberán estar construidas para poder ser equipadas con los dispositivos de seguridad necesarios, de manera que no presenten ningún peligro de incendio o explosión.

Todos los aparatos de producción de calor en donde por un defecto de funcionamiento se puedan producir concentraciones peligrosas de gases inflamables, o polvo de carbón, con potencia superior a 100 Kw, estarán provistos de dispositivos antiexplosivos.

Las diversas partes de las calderas deben ser suficientemente estables y podrán dilatarse libremente, conservando la estanqueidad, sin producir ruidos.

Los aparatos de calefacción deben estar provistos de un número suficiente de aberturas, fácilmente accesibles, para su limpieza y control.

Los dispositivos para la regulación del tiro, cuando estén permitidos, en los aparatos de producción de calor, deben estar provistos de indicadores correspondientes a las posiciones abierto y cerrado, y permanecerán estables en estas posiciones o en cualquier intermedia.

Todas las calderas dispondrán de orificio con mirilla u otro dispositivo que permita observar la llama.

Se podrán realizar, con facilidad e in situ, las operaciones de entretenimiento y limpieza de todas y cada una de las partes. Para ello se dispondrán, siempre que el tamaño de la caldera lo permita, los registros para limpieza necesarios.

El fabricante de la caldera deberá suministrar, en la documentación de la misma, los datos exigidos en ITE 04.9.2.

Independientemente de las exigencias determinadas por el Reglamento de Aparatos a Presión, u otros que le afecten, con toda caldera deberán incluirse los accesorios señalados en IT 04.9.3.

El rendimiento del conjunto caldera-quemador será como mínimo el indicado en la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE.

Funcionando en régimen normal con la caldera limpia, la temperatura de humos, medida a la salida de la caldera, no será superior a 240°C, en las calderas de agua caliente, salvo que el fabricante especifique en la placa de la caldera, una temperatura superior, entendiéndose que con esta temperatura se mantienen los rendimientos mínimos exigidos.

Las calderas estarán colocadas, en su posición definitiva, sobre una base incombustible y que no se altere a la temperatura que normalmente va a soportar. No deberán ir colocadas directamente sobre tierra, sino sobre una cimentación adecuada.

Se deberán cumplir todas las exigencias señaladas en IT 04.9. siendo esto responsabilidad directa del fabricante de las calderas.

Los quemadores deberán ser de un modelo homologado por el Ministerio de Industria y Energía y dispondrán de una etiqueta de identificación energética en la que se especifique en caracteres indelebles y redactados en castellano, los siguientes datos:

1º Nombre del fabricante e importador en su caso.

2º Marca, modelo y tipo de quemador.

3º Tipo de combustible.

4º Valores límites del gasto horario.

5º Potencias nominales para los valores anteriores del gas.

6º Presión de alimentación del combustible del quemador.

7º Tensión de alimentación.

8º Potencia del motor eléctrico y en su caso, potencia de la resistencia eléctrica.

9º Nivel máximo de potencia acústica ponderado A, L_{wa} en decibelios, determinado según UNE 74105.

10º Dimensiones y peso.

Toda la información deberá expresarse en unidades del Sistema Internacional S.I.

No tendrá en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometido a malos tratos antes o durante la instalación.

Todas las piezas y uniones del quemador serán perfectamente estancas.

Se cumplirá en cuanto a instalación eléctrica, documentación a aportar y acoplamiento a calderas de los quemadores lo señalado en IT 04.10.1 y 04.10.2.

Los quemadores de combustibles líquidos cumplirán la legislación vigente. Se montarán perfectamente alineados con la caldera sujetos rígidamente a la misma o a una base soporte.

Su funcionamiento será silencioso y no transmitirán vibraciones ni ruidos a la instalación o al suelo y a través de él al resto de la edificación. El nivel de presión sonora máximo (referencia 20 uPa), que los quemadores deben producir en la sala de calderas, no excederá de 70 dB(A) con todos en marcha, realizando la medida en el centro de la sala a 1,5 m. de altura.

Serán fácilmente accesibles todas las partes de los mismos que requieran limpieza, entretenimiento o ajuste. Para realizar estas operaciones se admite la posibilidad de desplazar el quemador de su posición definitiva, siempre que ésta operación sea sencilla y se pueda volver con la misma facilidad a su posición de trabajo, sin necesidad de realizar nuevos ajustes en su colocación.

Además cumplirán con las condiciones de seguridad y contarán con los elementos de seguridad señalados en IT 02.15.

Los quemadores de combustibles gaseosos cumplirán con la reglamentación vigente y con lo indicado en IT 04.10.

7. PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES

GENERAL

El contratista realizará todas las pruebas y ensayos, limpieza ajuste y equilibrado exigidos por los Reglamentos e Instrucciones Técnicas correspondientes y demás normativa aplicable y las que se indican, corriendo de su cargo los costes derivados.

El contratista realizará una notificación a la Dirección Facultativa. con antelación suficiente a la realización de los ensayos para que pueda acudir a los mismos.

Incluirá todo el material, instrumentación y mano de obra que se necesite. Cualquier prueba o ensayo no especificado y que sea necesario realizar para la aceptación de equipos o instalaciones, deberá ser indicado y ejecutado por el adjudicatario.

Es la intención de esta sección mencionar todas las pruebas y ensayos obligatorios y necesarios para asegurar que el sistema está correctamente ejecutado y equilibrado y que las prestaciones especificadas se cumplen. Se someterán a aprobación por la Dirección Facultativa, las propuestas alternativas sobre protocolos de ensayo y control de calidad que pudiera tener implantado el Contratista.

Todo el sistema quedará completamente ajustado y equilibrado; es decir, tanto los equipos como las redes de conducción de fluidos.

El contratista entregará los informes y certificados de ensayos, conteniendo los resultados de las pruebas y una implantación esquemática para cada sistema certificada por el Contratista.

El informe de equilibrado de redes de aire presentado deberá listar cada rejilla y difusor, dando identificación, caudal de diseño, caudal medido, etc, así como requisitos de diseño para todos los ventiladores de impulsión y extracción y las condiciones reales de funcionamiento, indicando revoluciones por minuto, tensión, intensidad, potencia, etc.

Del mismo modo, el informe de equilibrado de redes de agua presentado deberá listar cada elemento terminal, dando identificación, caudal de diseño, caudal medido, etc., así como requisitos de diseño para todas las bombas y las condiciones reales de funcionamiento, indicando revoluciones por minuto, tensión, intensidad, potencia, etc. Se incluirá la identificación y los tipos de los instrumentos empleados así como su fecha de calibración más reciente, con el informe del ensayo.

El contratista suministrará un conjunto completo de planos de equilibrado con las anotaciones e indicaciones correspondientes así como un informe del procedimiento realizado de equilibrado.

Los equilibrados y ensayos de los sistemas de aire y agua no deberán de comenzar hasta que el sistema haya sido ejecutado y esté en situación de funcionamiento completo.

Después de la terminación de los trabajos de equilibrado y ensayo, la Dirección Facultativa puede requerir una recomprobación o un reajuste de cualquier equipo, elemento de difusión, elemento terminal, ventilador o bomba. El contratista deberá suministrar técnicos para asistir a Dirección Facultativa en la realización de cualquier comprobación que pueda requerir.

ENSAYOS E INSPECCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS.

El instalador garantizará que todos los materiales y equipos han sido probados antes de su instalación final, cualquier material que presente deficiencias de construcción o montaje será reemplazado o reparado.

El contratista entregará los informes y certificados de ensayos de los materiales y equipos, conteniendo los resultados de las pruebas, así como los certificados de clasificación de los mismos por los organismos y entidades reguladoras de la calidad.

La Dirección Facultativa de obra será autorizada a realizar todas las visitas de inspección que estime necesarias a las fábricas donde se estén realizando trabajos relacionados con esta instalación.

ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO Y EQUILIBRADOS.

Todas las instalaciones deberán ser inspeccionadas y probadas ante la Dirección Facultativa de Obra, con anterioridad a ser cubiertas por paredes, falsos techos, etc. Estas pruebas se realizarán por zonas o circuitos sin haber sido conectado el equipo principal.

Se probarán todos los equipos y sistemas según Reglamentos aplicables y Normas UNE de aplicación. El contratista suministrará todos los medidores, instrumentos, equipos de ensayo, y personal requerido para los ensayos.

Se ajustarán todos los equipos para funcionar con el mínimo ruido y vibración posible para sus condiciones de trabajo. El funcionamiento silencioso de todos los equipos es un requisito. Cualquier equipo que produzca un ruido objetable en espacios ocupados debe de ser reparado o retirado y sustituido con equipo satisfactorio.

Se emitirán formularios con los resultados de las pruebas.

Sistemas de Tuberías

Se pondrán en marcha los sistemas de enfriamiento y calefacción, se ajustarán los controles y los equipos, y se realizará el equilibrado necesario para suministrar no menos de las cantidades de agua indicadas en el proyecto a cada equipo.

Ensayos de nivel sonoro

Se pondrán en funcionamiento los equipos y sistemas de tratamiento de aire después del equilibrado, para determinar que se cumplen los requisitos acústicos en los distintos espacios.

Equilibrado de agua y aire.

1. Se pondrán todos los sistemas de calefacción y aire acondicionado y resto de equipos en funcionamiento completo y continuado durante cada día de trabajo correspondiente al equilibrado y ensayo.

2. El contratista deberá de realizar previsiones para cambios de poleas en ventiladores que puedan requerirse. Se obtendrán los caudales de aire finales mediante el ajuste de la velocidad del ventilador.

3. Se realizará todo el trabajo necesario para completar los ensayos y el equilibrado del aire y de los sistemas de agua, incluyendo, pero no limitado, a lo siguiente:

- Equilibrado, ajuste y ensayo de equipos de movimiento de aire y de distribución de aire, extracción y sistemas de recirculación.
- Ensayo de las bombas de circulación
- Equilibrado de la distribución de agua
- Presentación de los datos de equilibrado y de ensayo completos, una vez terminados los ensayos y el equilibrado, para su comprobación.

4. Se realizará según UNE 100-010 mientras no se indique o apruebe otra.

5. Se seguirán asimismo las recomendaciones y procedimientos de los fabricantes de los elementos de equilibrado; tales como válvulas de equilibrado hidráulico.

6. Dentro del período de garantía, si hay evidencia de desajustes, la propiedad puede requerir la recomprobación y verificación de las salidas, ventiladores y aire de impulsión, aire de extracción, bombas y cualquier otro equipo listado en el informe de ensayo. Proporcionar los técnicos y los instrumentos cuando sea requerida la realización de los ensayos durante este período de garantía.

Informes de equilibrados y pruebas de equipos.

Los informes conteniendo los resultados de pruebas y equilibrados contendrán tanto las condiciones de diseño como las condiciones actuales para cada elemento listado. Los informes se requieren para cada sistema de tratamiento de aire, extracción, impulsión, recirculación y sistemas de agua y transferencia térmica. Se incluirán como mínimo los siguientes datos, que sean aplicables:

1. Sistemas de impulsión de aire.

- Fecha
- Referencia y área servida

- Velocidad del ventilador
- Pérdida de presión a través del filtro
- Presión estática en la aspiración del ventilador
- Presión estática en descarga del ventilador
- Amperaje el motor del ventilador
- Amperaje nominal del motor
- Caudal de aire exterior (m³/s)
- Caudal de aire recirculado (m³/s)
- Caudal de aire de impulsión (m³/s)
- Condiciones del aire exterior (temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo)
- Condiciones del aire de retorno (temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo)
- Condiciones de aire de impulsión (temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo)
- Condiciones de entrada de baterías (temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo)
- Condiciones de salida de baterías (temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo)
- Ajuste del caudal respecto diseño (%)

2. Sistemas de extracción y de recirculación de aire.

- Fecha
- Referencia
- Area servida

- Velocidad del ventilador
- Amperaje del motor
- Amperios nominales del motor
- Caudal total (m³/s)
- Presión estática de entrada al ventilador
- Presión estática de salida del ventilador
- Ajuste del caudal respecto diseño (%)

3. Datos del Recinto.

- Referencia y nombre del recinto
- Referencia de equipos de impulsión y extracción
- Caudal impulsado por cada difusor (m³/s)
- Caudal de retorno (m³/s).
- Ajuste del caudal respecto diseño (%).

4. Sistemas de agua (Bombas y elementos terminales de transferencia de calor).

- Condiciones exteriores en el momento del ensayo
- Nombre de la bomba o equipo
- Velocidad de la bomba
- Amperaje de la bomba (operación individual)
- Amperaje de la bomba (funcionamiento múltiple)
- Amperios nominales del motor.
- Presión de entrada a la bomba (funcionamiento individual)

- Presión de entrada a la bomba (funcionamiento múltiple)
- Presión de salida de bomba (funcionamiento individual)
- Presión de salida de la bomba (funcionamiento múltiple)
- Caudal (l/s) (funcionamiento individual)
- Caudal (l/s) (funcionamiento múltiple)
- Temperatura de impulsión
- Temperatura de retorno
- Flujo en l/s en cada unidad de elemento terminal
- Flujo en l/s en cada punto de medición de flujo (válvulas de equilibrado)
- Temperatura de entrada y salida en cada elemento terminal (en unidades de tratamiento de aire las temperaturas del agua deberán ser registradas al mismo tiempo que las condiciones del aire)
- La presión de entrada y salida en cada elemento terminal
- Ajuste de parámetros respecto diseño (%)
- En torres de refrigeración se realizarán las medidas correspondientes al circuito de aire: datos de funcionamiento del ventilador, condiciones del aire, caudales, etc.

Periodo de funcionamiento.

Se mantendrá el sistema en funcionamiento durante un período de cinco días durante el cual la inspección final pueda realizarse por la Dirección Facultativa. Una vez terminado, marcar la posición de ajuste de cada válvula de equilibrado y de cada compuerta para referencia permanente.

PRUEBAS FINALES DE RECEPCIÓN PROVISIONAL.

GENERALIDADES.

Una vez finalizado totalmente el montaje de la instalación y habiendo sido regulada y puesta a punto, el instalador procederá a la realización de las diferentes pruebas finales

previas a la recepción provisional, según se indica en los capítulos siguientes. Estas pruebas serán las mínimas exigidas.

Las pruebas serán realizadas por el instalador en presencia de las personas que determine la Dirección, pudiendo asistir a las mismas un representante de la Propiedad.

Todas las mediciones se realizarán con aparatos pertenecientes al instalador, previamente contrastados y aprobados por la Dirección.

El resultado de las diferentes pruebas se reunirán en un documento denominado "PROCOLO DE PRUEBAS EN RECEPCION PROVISIONAL".

REDES DE TUBERÍAS.

Al finalizar el montaje de toda la red de tuberías, estando cerrados los circuitos con las máquinas primarias y terminales, se procederá a realizar la prueba de estanqueidad mediante el llenado de la instalación y prueba estática conjunta a una presión equivalente a 1,5 veces la presión de trabajo (mínimo 600 KPa).

Tras la finalización de los trabajos de instalación de redes de agua se procederá a una limpieza química, siguiendo el proceso a continuación:

- 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.

REDES DE CONDUCTOS.

Las pruebas para la recepción de conductos se realizarán de acuerdo a la norma UNE 100-104.

En la prueba de estanqueidad la Dirección Facultativa seleccionará las partes a analizar; pudiendo exigir a cargo del Contratista probar hasta un 8% de la red (en términos de la superficie total de conducto del proyecto). En caso de que el resultado de las pruebas determine que la instalación sea insatisfactoria, la Dirección Facultativa podrá exigir a cargo del Contratista, aumentar el porcentaje de pruebas hasta donde sea necesario para verificar y asegurar que la instalación es satisfactoria. El Contratista reparará los puntos de fuga.

- 1 Medida por fachada y planta.
- 1 Medida en zona interior por planta.
- 1 Medida de condiciones exteriores.

Medidas de temperatura de fluidos

- Temperatura de impulsión y retorno en generadores de fluidos calientes.
- Temperatura de impulsión y retorno en generadores de fluidos fríos.
- Temperatura de impulsión y retorno en elementos terminales.

Medidas cuantitativas de fluidos.

- Caudal de cada bomba (obtenida por aplicación sobre curva de funcionamiento de la potencia absorbida y la presión de manómetros).
- Caudal de cada ventilador (medición directa con anemómetro o pitot en conducto general de impulsión. Comprobación con curva de características, potencia absorbida y presión diferencial).
- Caudal de aire de impulsión en cada una de las rejillas y difusores representativos de plantas.

Medidas de consumos.

- Potencia absorbida para cada uno de los motores que componen la instalación.

Si el motor acciona una máquina cuyo funcionamiento normal tenga un control de capacidad, la potencia absorbida se realizará a 100, 70 y 35% de máximo nominal.

RESULTADOS OBTENIDOS.

Los resultados obtenidos serán presentados en el protocolo de pruebas correspondientes.

RECEPCIONES DE OBRA.

RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez realizado el protocolo de pruebas por el instalador según indicaciones de la Dirección Facultativa y acordes a la normativa vigente, aquel deberá presentar la siguiente documentación, y cualquier otra que contemple la reglamentación vigente:

- Copia del certificado de la instalación presentado ante la Delegación del Ministerio de Industria y Energía, firmado.
- Protocolo de pruebas (original y copia).
- Manuales de instrucciones (original y copia).
- Libro oficial de mantenimiento.
- Proyecto actualizado (original y copia), incluyendo planos de la instalación realmente ejecutada.
- Esquemas de principio, coloreados y enmarcados para su ubicación en salas de máquinas.
- Relación de materiales y equipos empleados.

Ante la documentación indicada, la Dirección Facultativa emitirá el acta de recepción correspondiente con las firmas de conformidad correspondientes de instalador y propiedad. Es facultad de la Dirección adjuntar con el acta relación de puntos pendientes, cuya menor incidencia permitan la recepción de la obra, quedando claro el compromiso por parte del instalador de su corrección en el menor plazo.

Desde el momento en que la Dirección acepte la recepción provisional se contabilizarán los periodos de garantía establecidos, tanto de los elementos como de su montaje. Durante este periodo es obligación del instalador, la reparación, o modificación de cualquier defecto o anomalía, (salvo los originados por uso o mantenimiento) advertido y programado para que no afecte al uso y explotación del edificio.

RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Transcurrido el plazo contractual de garantía y subsanados todos los defectos advertidos en el mismo, el instalador notificará a la propiedad el cumplimiento del periodo. Caso de que la propiedad no objetará ningún punto pendiente, la Dirección emitirá el acta de recepción definitiva, quedando claro que la misma no estará realizada y por lo tanto, la instalación seguirá en garantía hasta la emisión del mencionado documento.

TITULO DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS EN LAS OFICINAS
DE UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS:

Pamplona, 15 Enero 2011.

Firmado: Xavier Villar Godia



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y
ACS EN LAS OFICINAS DE UNA NAVE DE
ULTRACONGELADOS”

PRESUPUESTO

Xavier Villar Godia.

Faustino Gimena Ramos.

Pamplona, 15 de Enero de 2011.

DOCUMENTO N°5: PRESUPUESTO

ÍNDICE

1. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	2
2. AGUA CALIENTE SANITARIA.....	11
3. INSTALACIÓN SOLAR.....	14
4. REGULACIÓN Y ELECTRICIDAD	17
5. RESUMEN DE PRESUPUESTO	19

1. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

CÓDIGO	UND	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNITARIO	TOTAL
1	UD.	CAPITULO 1. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	1	171.046,9	171.046,9
1.1	UD.	PRODUCCION DE FRIO Y CALOR	1	53.818,2 €	53.818,2 €
1.1.1	UD.	PRODUCCIÓN DE FRÍO	1	37.753,1 €	37.753,1 €
1.1.1.01	UD.	Enfriadora aire-agua marca CARRIER, modelo CARRIER 30RA-100 , con compresores scroll para R-407c, ventiladores axiales de dos velocidades y bajo nivel sonoro, intercambiador refrigerante-agua de placas de acero inoxidable soldado. Capacidad frigorífica (Kw): 135. EER:2,4. Condiciones: Frío Eurovent: Temperatura de salida del agua de 7°C, entrada 12°C, temperatura 35°C - Tensión/Ph/Hz: 400-3-50 ->LargoxAnchoxAlto UI (mm):2071x2278x1329- >Peso Orient. UI (kg): 1212. Incluidos antivibratorios, grúa, conexionado. Totalmente instalado.	1	18.435,2 €	18.435,2 €
1.1.1.02	UD.	Depósito de inercia construido en acero al carbono St.32, marca LAPESA o equivalente, serie MASTER INERCIA de 1500 litros de capacidad modelo MV1500IB; aislado con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde libre de CFC de 80 mm. de espesor, con boca de hombre lateral DN300. Incluso p.p. de accesorios, transporte, medios de elevación, montaje, pruebas y puesta en marcha.	2	2.726,2 €	5.452,3 €
1.1.1.03	UD.	Bomba doble de rotor seco marca SEDICAL o equivalente, modelo SDM 80/270.1-2.2K para el circuito primario de distribución de agua; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	1.778,2 €	1.778,2 €
1.1.1.04	UD.	Vaso de expansión cerrado de membrana marca SEDICAL o equivalente modelo N80/6 de 80 litros de capacidad y presión de timbre de 6 bar; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	177,4 €	177,4 €
1.1.1.05	UD.	Válvula de seguridad marca INDEL CASA o equivalente modelo SV 68 M de 2" tarada a 4 bar; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	2	577,4 €	1.154,8 €
1.1.1.06	UD.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 3" con cuerpo y mariposa de fundición nodular, eje en acero inoxidable y junta en EPDM, con accionamiento mediante palanca; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	6	110,0 €	660,0 €
1.1.1.07	UD.	Suministro y colocación de antivibratorio elástico de 3" con cuerpo de EPDM y bridas en acero al carbono; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	2	103,4 €	206,8 €
1.1.1.08	UD.	Suministro y colocación de antivibratorio elástico de 2 1/2" con cuerpo de EPDM y bridas en acero al carbono; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	2	91,3 €	182,6 €
1.1.1.09	UD.	Suministro y colocación de filtro de agua en Y de 3" con cuerpo de hierro fundido recubierto de pintura epoxy y tamiz en acero inoxidable; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	112,9 €	112,9 €

1.1.1.10	UD.	Suministro y colocación de válvula de equilibrado marca T&A o equivalente, modelo STAF80 con cuerpo en ametal y tomas de presión para ajuste; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	405,8 €	405,8 €
1.1.1.11	UD.	Termómetro de esfera de \varnothing 80 mm con escala 0/100 $^{\circ}$ C y protegidos por vaina metálica de \varnothing 1/2" y longitud 100 mm para de medición de temperaturas en diferentes puntos de la instalación. Incluso todo tipo de medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución y realización de las pruebas de funcionamiento posteriores.	6	33,9 €	203,5 €
1.1.1.12	UD.	Conjunto de medición de la presión diferencial en bombas compuesto por manómetro de esfera de 100 mm 1/2" escala 0-10 bar, válvulas de esfera de 3/8" y tubería de acero negro estirado DIN 2440 de 3/8"; incluso p.p. de accesorios, codos, manguitos, transporte, montaje y pruebas.	1	48,3 €	48,3 €
1.1.1.13	UD.	Sistema de llenado de la instalación compuesto por: Válvula de desconexión de 11/2"- Válvula de esfera PN25 de 11/2"- Filtro en Y de 11/2"- Contador de agua de 11/2" Incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	861,8 €	861,8 €
1.1.1.14	UD.	Purgador de aire automático SPIROTOP o equivalente 1/2" de latón; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	4	55,9 €	223,4 €
1.1.1.15	ML.	Tubería de acero negro estirado DIN2440 de 3" calorifugada mediante coquilla de espuma elastomérica KAFLEX-ST de 50 mm. de espesor con acabado final en aluminio; incluso grúa p.p. de accesorios, codos, suportación, una mano de pintura antioxidante, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	50	102,6 €	5.130,0 €
1.1.1.16	ML.	Tubería de acero negro estirado DIN2440 de 3" calorifugada mediante coquilla de espuma elastomérica KAFLEX-ST de 40 mm. de espesor; incluso grúa p.p. de accesorios, codos, suportación, una mano de pintura antioxidante, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	40	68,0 €	2.720,0 €
1.1.2		PRODUCCIÓN DE CALOR	1	16.065,0 €	16.065,0 €
1.1.2.01	UD.	Caldera a gas de condensación en acero inoxidable con quemador incorporado marca HOVAL, modelo UG-AM-c125. Potencia 80/60 $^{\circ}$: 25-112 Kw; 40/30 $^{\circ}$: 28-123 Kw Rendimiento máximo 109,1%. Totalmente instalado.	1	6.912,0 €	6.912,0 €
1.1.2.02	UD.	Chimenea modular construida en acero inoxidable, aislamiento a base de poliuretano y acero inoxidable marca DINAK o similar de diámetro 150/210 mm, incluyendo piezas especiales y soportes.	1	2.293,1 €	2.293,1 €
1.1.2.03	UD.	Bomba doble de rotor seco marca SEDICAL o equivalente, modelo SDM 50/150.1-0.37/K para el circuito primario de distribución de agua; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	1.212,4 €	1.212,4 €
1.1.2.04	UD.	Bomba doble de rotor seco marca SEDICAL o equivalente, modelo SDM 65/190.1-0.75/K para el circuito secundario de distribución de agua; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	1.384,1 €	1.384,1 €

1.1.2.05	UD.	Vaso de expansión cerrado de membrana marca SEDICAL o equivalente modelo N140/6 de 140 litros de capacidad y presión de timbre de 6 bar; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	383,6 €	383,6 €
1.1.2.06	UD.	Válvula de seguridad marca INDELKASA o equivalente modelo SV 68 M de 2" tarada a 4 bar; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	577,4 €	577,4 €
1.1.2.07	UD.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 2 1/2" con cuerpo y mariposa de fundición nodular, eje en acero inoxidable y junta en EPDM, con accionamiento mediante palanca; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	7	80,5 €	563,6 €
1.1.2.08	UD.	Suministro y colocación de antivibratorio elástico de 2 1/2" con cuerpo de EPDM y bridas en acero al carbono; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	4	79,0 €	316,1 €
1.1.2.09	UD.	Suministro y colocación de filtro de agua en Y de 2 1/2" con cuerpo de hierro fundido recubierto de pintura epoxy y tamiz en acero inoxidable; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	2	98,4 €	196,7 €
1.1.2.10	UD.	Suministro y colocación de válvula de equilibrado marca T&A o equivalente, modelo STAF50 con cuerpo en ametal y tomas de presión para ajuste; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	2	244,3 €	488,6 €
1.1.2.11	UD.	Termómetro de esfera de \varnothing 80 mm con escala 0/100°C y protegidos por vaina metálica de \varnothing 1/2" y longitud 100 mm para de medición de temperaturas en diferentes puntos de la instalación. Incluso todo tipo de medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución y realización de las pruebas de funcionamiento posteriores.	6	33,9 €	203,5 €
1.1.2.12	UD.	Conjunto de medición de la presión diferencial en bombas compuesto por manómetro de esfera de 100 mm 1/2" escala 0-10 bar, válvulas de esfera de 3/8" y tubería de acero negro estirado DIN 2440 de 3/8"; incluso p.p. de accesorios, codos, manguitos, transporte, montaje y pruebas.	2	48,5 €	97,0 €
1.1.2.13	UD.	Sistema de llenado de la instalación compuesto por: - Válvula de desconexión de 1 1/2" - Válvula de esfera PN25 de 1 1/2" - Filtro en Y de 1 1/2" - Contador de agua de 1 1/2" Incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	861,8 €	861,8 €
1.1.2.14	UD.	Colector de acero negro estirado DIN2440 de 6" calorifugado mediante coquilla de espuma elastomérica KAFLEX-ST de 40 mm. de espesor; incluso grúa p.p. de accesorios, bridas. caps, suportación, una mano de pintura antioxidante, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	575,0 €	575,0 €
1.2	UD.	DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS	1	51.946,6 €	51.946,6 €

1.2.01	ML.	Tubería de acero negro estirado DIN2440 de 3" calorifugada mediante coquilla de espuma elastomérica KAFLEX-ST de 50 mm. de espesor y recubrimiento en chapa de aluminio; incluso plataforma/s elevadora/s, p.p. de accesorios, codos, suportación, una mano de pintura antioxidante, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	40	88,9 €	3.555,8 €
1.2.02	ML.	Tubería de acero negro estirado DIN2440 de 2" calorifugada mediante coquilla de espuma elastomérica KAFLEX-ST de 50 mm. de espesor con acabado final en aluminio; incluso p.p. de accesorios, codos, suportación, una mano de pintura antioxidante, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	66	78,5 €	5.183,9 €
1.2.03	ML.	Tubería de acero negro estirado DIN2440 de 3" calorifugada mediante coquilla de espuma elastomérica KAFLEX-ST de 30 mm. de espesor; incluso p.p. de accesorios, codos, suportación, una mano de pintura antioxidante, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	128	64,2 €	8.215,6 €
1.2.04	ML.	Tubería de acero negro estirado DIN2440 de 2 1/2" calorifugada mediante coquilla de espuma elastomérica KAFLEX-ST de 30 mm. de espesor; incluso plataforma/s elevadora/s para trabajo en rack de tuberías, p.p. de accesorios, codos, suportación, una mano de pintura antioxidante, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	100	59,5 €	5.952,0 €
1.2.05	ML.	Tubería de acero negro estirado DIN2440 de 2" calorifugada mediante coquilla de espuma elastomérica KAFLEX-ST de 30 mm. de espesor; incluso p.p. de accesorios, codos, suportación, una mano de pintura antioxidante, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	118	48,7 €	5.742,4 €
1.2.06	ML.	Tubería de acero negro estirado DIN2440 de 1 1/2" calorifugada mediante coquilla de espuma elastomérica KAFLEX-ST de 30 mm. de espesor; incluso p.p. de accesorios, codos, suportación, una mano de pintura antioxidante, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	58	41,9 €	2.432,8 €
1.2.07	ML.	Tubería de acero negro estirado DIN2440 de 1 1/4" calorifugada mediante coquilla de espuma elastomérica KAFLEX-ST de 30 mm. de espesor; incluso p.p. de accesorios, codos, suportación, una mano de pintura antioxidante, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	72	40,5 €	2.915,7 €
1.2.08	ML.	Tubería de acero negro estirado DIN2440 de 1" calorifugada mediante coquilla de espuma elastomérica KAFLEX-ST de 20 mm. de espesor; incluso p.p. de accesorios, codos, suportación, una mano de pintura antioxidante, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	196	35,2 €	6.907,0 €
1.2.09	UD.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 3/4" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	4	26,5 €	106,0 €
1.2.10	UD.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 1" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	8	32,1 €	256,9 €
1.2.11	UD.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 1 1/4" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	10	36,5 €	364,9 €
1.2.12	UD.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 1 1/2" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	6	48,1 €	288,4 €

1.2.13	UD.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 2" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	6	61,1 €	366,8 €
1.2.14	UD.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 2 1/2" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	4	80,5 €	322,0 €
1.2.15	UD.	Suministro y colocación de filtro en Y de 3/4" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	2	30,4 €	60,8 €
1.2.16	UD.	Suministro y colocación de de filtro en Y de 1" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	4	35,6 €	142,4 €
1.2.17	UD.	Suministro y colocación de de filtro en Y de 1 1/4" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	5	39,8 €	198,8 €
1.2.18	UD.	Suministro y colocación de de filtro en Y de 1 1/2" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	3	54,6 €	163,7 €
1.2.19	UD.	Suministro y colocación de de filtro en Y de 2" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	3	70,7 €	212,2 €
1.2.20	UD.	Suministro y colocación de de filtro en Y de 2 1/2" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	2	98,4 €	196,7 €
1.2.21	UD.	Válvula de equilibrado marca T&A o equivalente, modelo STAD de diámetros comprendidos entre 20 y 50 mm. con cuerpo en ametal y tomas de presión para ajuste y dispositivo de vaciado; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	56	97,1 €	5.436,5 €
1.2.22	UD.	Suministro y colocación de compensador de dilatación de 2 1/2" de diámetro PN-16, BOA o similar, con membrana de pared múltiple de acero inoxidable y tubo interior liso en acero inoxidable, incluso bridas o racores, pequeño material, totalmente colocada.	2	405,1 €	810,2 €
1.2.23	ML.	Tubería de PVC serie pluviales de 32 mm. de diámetro para evacuación de condensados de las baterías de refrigeración de los fan-coils de falso techo; incluso p.p. de accesorios, sifones, suportación, uniones encoladas, transporte, montaje y pruebas.	210	9,0 €	1.891,7 €
1.2.24	UD.	Purgador de aire automático SPIROTOP o equivalente 1/2" de latón; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	4	55,9 €	223,4 €
1.3	UD.	UNIDADES CLIMATIZADORAS, FAN-COILS	1	32.031,3 €	32.031,3 €
1.3.01	UD.	Ud. Climatizador TECNIVEL para tratamiento de aire primario de 5500 m3/h y 1000 kg de peso aprox. con recuperador de placas, filtros y panel adiabático según RITE, batería de calor y frío y montaje en intemperie. Incluido emboque a conductos, elevación, conexiónado eléctrico y p/p de accesorios. Totalmente instalado.	1	11.800,3 €	11.800,3 €

1.3.02	UD.	Fan-coil de tipo cassette a cuatro tubos marca CARRIER o equivalente, modelo 42GWD010, formado por batería de refrigeración/calefacción, bandeja de drenaje, bomba de condensados, filtros, toma de aire exterior y panel decorativo, de las siguientes características nominales (catálogo): ->Cap. Frigorífica (Kw): 4 ->Cap. Calorífica (Kw): 5,5 ->Condiciones: Frío Eurovent: Temperatura interior de 27°C b.s, 19°C b.h y temperatura de entrada de agua de 7°C co ->Tensión/Ph/Hz: 230-1-50 ->LargoxAnchoxAlto UI (mm):575x575x298 + rejilla de 720x720x30 ->Peso Orient. UI (kg): 22,5 ->Caudal Aire(l/s): 86/136/194 ->Tipo Ventilador: Helicocentrífugo ->Velocidades Ventil.: 3 ->Filtro: lavables y recuperables ->Tipo Intercambiador: Batería, tubos de cobre y aletas de aluminio Incluso kit de válvulas de tres vías y corte, termostato, p.p. de accesorios, suportación, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	4	1.257,8 €	5.031,2 €
1.3.03	UD.	Fan-coil de tipo cassette a cuatro tubos marca CARRIER o equivalente, modelo 42GWD020, formado por batería de refrigeración/calefacción, bandeja de drenaje, bomba de condensados, filtros, toma de aire exterior y panel decorativo, de las siguientes características nominales (catálogo):->Cap. Frigorífica (Kw): 9,8 ->Cap. Calorífica (Kw): 9 ->Condiciones: FríoEurovent: Temperatura interior de 27°C b.s, 19°C b.h y temperatura de entrada de agua de 7°C co ->Tensión/Ph/Hz: 230-1-50 ->LargoxAnchoxAlto UI (mm): 825x825x298 + rejilla de 960x960x30 ->Peso Orient. UI (kg): 48 ->Caudal Aire (l/s): 147/242/338 ->Tipo Ventilador: Helicocentrífugo ->Velocidades Ventil.: 3 ->Filtro: lavables y recuperables ->Tipo Intercambiador: Batería, tubos de cobre y aletas de aluminioIncluso kit de válvulas de tres vías y corte, termostato, p.p. de accesorios, suportación, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	5	1.763,0 €	8.815,0 €
1.3.04	UD.	Fan-coil de tipo conductos a cuatro tubos marca CARRIER o equivalente, modelo 42DWD9, formado por batería de refrigeración/calefacción, aislamiento térmico-acústico, bandeja de condensados con aislamiento externo y conexión de drenaje. (catálogo): ->Cap. Frigorífica (Kw): 9 ->Cap. Calorífica (Kw): 12,4 ->Condiciones: Frío Eurovent: Temperatura interior de 27°C b.s, 19°C b.h y temperatura de entrada de agua de 7°C co ->Tensión/Ph/Hz: 230-1-50 ->LargoxAnchoxAlto UI (mm): 750 x 1325 x 285 ->Peso Orient. UI (kg): 38 ->Caudal Aire (l/s): 480/560/630 ->Tipo Ventilador: Dos, centrífugos, accionados por motores monofásicos ->Velocidades Ventil.: 3 velocidades + 1 súper alta ->Filtro: lavables y recuperables ->Tipo Intercambiador: Tubo de cobre, aletas de aluminio pretratado Incluso kit de válvulas de tres vías y corte, termostato, p.p. de accesorios, suportación, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	1.107,4 €	1.107,4 €

1.3.05	UD.	Fan-coil de tipo conductos a cuatro tubos marca CARRIER o equivalente, modelo 42DWD16, formado por batería de refrigeración/calefacción, aislamiento térmico-acústico, bandeja de condensados con aislamiento externo y conexión de drenaje. (catálogo): ->Cap. Frigorífica (Kw): 12,1 ->Cap. Calorífica (Kw): 16,4 ->Condiciones: Frio Eurovent: Temperatura interior de 27°C b.s, 19°C b.h y temperatura de entrada de agua de 7°C co ->Tensión/Ph/Hz: 230-1-50 ->LargoxAnchoxAlto UI (mm): 750 x 1325 x 285 ->Peso Orient. UI (kg): 48 ->Caudal Aire (l/s): 480/560/630 ->Tipo Ventilador: Dos, centrífugos, accionados por motores monofásicos ->Velocidades Ventil.: 3 velocidades + 1 súper alta ->Filtro: lavables y recuperables ->Tipo Intercambiador: Tubo de cobre, aletas de aluminio pretratado Incluso kit de válvulas de tres vías y corte, termostato, p.p. de accesorios, suportación, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	4	1.107,4 €	4.429,5 €
1.3.06	UD.	Variador de frecuencia DANFOSS o equivalente de las siguientes características para alimentación trifásica a frecuencia variable de un ventilador con una potencia eléctrica de 2,2 Kw, para ubicación directa en cuadro eléctrico general, índice de protección IP54, con filtro. Incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	408,4 €	408,4 €
1.3.07	UD.	Variador de frecuencia DANFOSS o equivalente de las siguientes características para alimentación trifásica a frecuencia variable de un ventilador con una potencia eléctrica de 3 Kw, para ubicación directa en cuadro eléctrico general, índice de protección IP54, con filtro. Incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	439,5 €	439,5 €
1.4.	UD.	DISTRIBUCIÓN CONDUCTO DE AIRE	1	33.250,8 €	33.250,8 €
1.4.01	M2	M2 Suministro y montaje de conducto de conducto de impulsión y retorno realizado en fibra de vidrio Climaver Neto según normas UNE y recomendaciones fabricante, con planchas semirrígidas de 25 mm de espesor revestida en ambas cara. Incluido p/p de accesorios. Totalmente instalado.	48,3	23,2 €	1.118,6 €
1.4.02	M2	Conducto rectangular construido en chapa de acero galvanizada clasificación M1, de espesores comprendidos entre 0,8 y 1,2 mm., con uniones longitudinales tipo PITSBURGH y uniones transversales tipo METU-SYSTEM o equivalentes; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, codos, tés, derivaciones, injertos, pruebas y puesta en marcha.	368	25,2 €	9.264,8 €
1.4.03	M2	Aislamiento de conducto rectangular en exteriores mediante manta de fibra de vidrio tipo IBR45 con 55 mm. de espesor y lámina de barrera anti-vapor en aluminio, con acabado en chapa de aluminio de 0,6 mm. de espesor; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, codos, tés, derivaciones, injertos, pruebas y puesta en marcha.	73,6	44,3 €	3.261,4 €
1.4.04	M2	Aislamiento de conducto rectangular para interiores mediante manta de fibra de vidrio tipo IBR45 con 55 mm. de espesor y lámina de barrera anti-vapor en aluminio; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, codos, tés, derivaciones, injertos, pruebas y puesta en marcha.	255,2	14,6 €	3.725,9 €

1.4.05	UD.	Caja para sistemas de regulación de caudal constante marca TROX o equivalente, modelo EN/200x100/00/B50 para caudales comprendidos entre 144 y 576 m3/h, provisto de servomotor. Incluso p.p. de accesorios, transporte, suportación, montaje, pruebas y puesta en marcha.	3	329,4 €	988,3 €
1.4.06	UD.	Caja para sistemas de regulación de caudal constante marca TROX o equivalente, modelo EN/300X100/00/B50 para caudales comprendidos entre 234 y 936 m3/h, provisto de servomotor. Incluso p.p. de accesorios, transporte, suportación, montaje, pruebas y puesta en marcha.	2	334,9 €	669,9 €
1.4.07	UD.	Caja para sistemas de regulación de caudal constante marca TROX o equivalente, modelo EN/300X150/00/B50 para caudales comprendidos entre 378 y 1512 m3/h, provisto de servomotor. Incluso p.p. de accesorios, transporte, suportación, montaje, pruebas y puesta en marcha.	3	340,3 €	1.021,0 €
1.4.08	UD.	Caja para sistemas de regulación de caudal constante marca TROX o equivalente, modelo EN/300X200/B50 para caudales comprendidos entre 468 y 1872 m3/h, provisto de servomotor. Incluso p.p. de accesorios, transporte, suportación, montaje, pruebas y puesta en marcha.	2	351,3 €	702,5 €
1.4.09	UD.	Caja para sistemas de regulación de caudal constante marca TROX o equivalente, modelo EN/200x100/00/B50 para caudales comprendidos entre 756 y 3024 m3/h, provisto de servomotor. Incluso p.p. de accesorios, transporte, suportación, montaje, pruebas y puesta en marcha.	2	356,7 €	713,4 €
1.4.10	ML.	Conducto flexible aislado de diámetro 250 mm. Incluso accesorios, totalmente instalado.	40	24,8 €	993,3 €
1.4.11	ML.	Conducto flexible de diámetro 150 mm. Incluso accesorios, totalmente instalado.	100	16,4 €	1.635,2 €
1.4.12	UD.	Boca de extracción para aseos marca TROX o similar, modelo LVK 150. Incluso accesorios. Totalmente instalado	12	16,1 €	192,7 €
1.4.13	UD.	Rejilla lineal de la marca TROX o similar, modelo AT-A 625x325, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	5	51,4 €	257,0 €
1.4.14	UD.	Rejilla lineal de la marca TROX o similar, modelo AT-A 325x225, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	2	36,8 €	73,6 €
1.4.15	UD.	Rejilla lineal de la marca TROX o similar, modelo AT-A 225X125. Incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	2	20,9 €	41,8 €
1.4.16	UD.	Rejilla lineal de la marca TROX o similar, modelo AT-AG 425X225. Incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	1	52,7 €	52,7 €
1.4.17	UD.	Rejilla lineal de la marca TROX o similar, modelo AT-AG 325X225. Incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	8	47,8 €	382,4 €
1.4.18	UD.	Rejilla lineal de la marca TROX o similar, modelo AT-AG 225X225. Incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	3	39,6 €	118,7 €
1.4.19	UD.	Rejilla lineal de la marca TROX o similar, modelo AT-AG 225X165. Incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	3	36,8 €	110,4 €
1.4.20	UD.	Rejilla lineal de la marca TROX o similar, modelo AT-AG 225x125 Incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	1	28,0 €	28,0 €

1.4.21	UD.	Difusor rotacional de la marca TROX o similar, modelo VDW 400X16, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	18	122,2 €	2.200,3 €
1.4.21	UD.	Difusor rotacional de la marca TROX o similar, modelo VDW 600X24, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	18	180,5 €	3.248,6 €
1.4.22	UD.	Difusor lineal de la marca TROX o similar, modelo VSD35-1-AS-M/1950, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	8	150,4 €	1.203,3 €
1.4.23	UD.	Difusor lineal de la marca TROX o similar, modelo VSD35-2-AS-M/1500, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	6	173,6 €	1.041,4 €
1.4.24	UD.	Difusor lineal de la marca TROX o similar, modelo VSD35-2-AS-M/1950, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalado	1	205,5 €	205,5 €

2. AGUA CALIENTE SANITARIA

CÓDIGO	UND	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNITARIO	TOTAL
2	UD.	CAPITULO 2. ACS	1	25.780,9 €	25.780,9 €
2.1	UD.	CIRCUITO PRIMARIO	1	16.356,3 €	7.953,2 €
2.1.01	UD.	Bomba doble de rotor seco marca SEDICAL o equivalente, modelo SDM 40/145.1-0.20/K para el circuito primario de distribución de agua; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	1.138,0 €	1.138,0 €
3.1.18	UD.	Intercambiador de calor de placas electrosoldadas y conexiones de acero inoxidable ASI 316, con aislamiento, marca SEDICAL , modelo UFP-32/6H, con temperatura en primario 75º/65º, y secundario 60º/10ºC, con placas en agrupamientos para calentamiento de A.C.S.	1	248,6 €	248,6 €
2.1.02	UD.	Tubería de acero negro estirado DIN2440 de 2 1/2" calorifugada mediante coquilla de espuma elastomérica KAFLEX-ST de 30 mm. de espesor; incluso plataforma/s elevadora/s para trabajo en rack de tuberías, p.p. de accesorios, codos, suptación, una mano de pintura antioxidante, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	25	59,5 €	1.488,0 €
2.1.03	UD.	Válvula de corte de tipo esfera de 3/4" de diámetro, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	2	26,5 €	53,0 €
2.1.04	UD.	Válvula de corte de tipo esfera de 1" de diámetro, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	2	32,1 €	64,2 €
2.1.05	UD.	Válvula de corte de tipo esfera de 2 1/2" de diámetro, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	12	80,5 €	966,1 €
2.1.06	UD.	Válvula antiretorno de 2 1/2" de diámetro, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	2	107,8 €	215,5 €
2.1.07	UD.	Manguitos antivibratorios de 2 1/2". Incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	4	85,9 €	343,6 €
2.1.08	UD.	Filtro en Y con tamiz de acero inoxidable para temperaturas de 150ºC de 2 1/2", incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	2	98,4 €	196,7 €
2.1.09	UD.	Válvula de control y equilibrado de la marca DANFOSS, modelo ABQM DN40/50 con actuador proporcional a 24 voltios, modelo AME 15QM. Incluso racores, totalmente instalado.	1	788,3 €	788,3 €
2.1.10	UD.	Válvula de equilibrado marca TA, modelo STAF 50. Incluso pequeño material, totalmente instalado.	2	266,7 €	533,5 €
2.1.11	UD.	Válvula de equilibrado marca TA, modelo STAD15 c/v. Incluso pequeño material, totalmente instalado.	1	60,5 €	60,5 €
2.1.12	UD.	Purgador automático marca Sedical, modelo Spirotop, incluso válvula de corte, tubería y pequeño material. Totalmente instalada.	4	55,9 €	223,4 €
2.1.13	UD.	Puente manométrico para bomba, compuesto por manómetro de glicerina 0-6 bar, dos llaves de corte y parte proporcional de tubería. Totalmente instalado.	2	48,5 €	97,0 €
2.1.14	UD.	Termómetro bimetálico con escala de 0 a 200 ºC de diámetro de esfera de 65 mm, incluso vaina y p/p de accesorios. Totalmente instalado.	8	33,9 €	271,3 €

2.1.15	UD.	Válvula de tres vías mezcladora para el circuito de calefacción modelo V5011R1091 y actuador ML7420A6025. Totalmente instalada	1	510,1 €	510,1 €
2.1.16	UD.	Sistema de llenado primario de ACS. Totalmente instalado	1	453,2 €	453,2 €
2.1.17	UD.	Vaciado del sistema. Totalmente instalado	1	302,1 €	302,1 €
2.2	UD.	CIRCUITO SECUNDARIO	1	25.883,0 €	17.827,7 €
2.2.01	UD.	Depósito de ACS construido en acero inoxidable, marca LAPESA o equivalente, serie GEISER INOX de 800 litros de capacidad modelo GX800-RB; aislado con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde libre de CFC de 80 mm. de espesor, con boca de hombre lateral DN400. Incluso p.p. de accesorios, transporte, medios de elevación, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	2.484,9 €	2.484,9 €
2.2.02	UD.	Bomba simple de la marca SEDICAL o similar, modelo SA 20/2B, monofásica. Incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	4	486,3 €	1.945,2 €
2.2.05	UD.	Tubería de acero inoxidable estirado de 1" aislada mediante armaflex SH con espesor según RITE, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	15	34,3 €	514,8 €
2.2.06	UD.	Tubería de acero inoxidable estirado de 1 1/4" aislada mediante armaflex SH con espesor según RITE, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	240	36,0 €	8.632,3 €
2.2.07	UD.	Tubería de polipropileno tipo NIRON FG SDR 7,4 32x4,4 aislada mediante armaflex SH con espesor según RITE, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	35	24,2 €	845,6 €
2.2.08	UD.	Tubería de polipropileno tipo NIRON FG SDR 7,4 40x5,5 aislada mediante armaflex SH con espesor según RITE, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	35	26,8 €	936,6 €
2.2.09	UD.	Válvula de corte de tipo esfera de 1" de diámetro, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	4	32,1 €	128,4 €
2.2.10	UD.	Válvula de corte de tipo esfera de 1 1/4" de diámetro, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	22	36,5 €	802,7 €
2.2.11	UD.	Válvula antiretorno de 1" de diámetro, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	1	29,3 €	29,3 €
2.2.12	UD.	Válvula antiretorno de 1 1/4" de diámetro, incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	3	33,2 €	99,6 €
2.2.13	UD.	Manguitos antivibratorios de 1". Incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	2	30,8 €	61,5 €
2.2.14	UD.	Manguitos antivibratorios de 1 1/4". Incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	4	33,5 €	134,0 €
2.2.15	UD.	Filtro en Y con tamiz de acero inoxidable para temperaturas de 150°C de 1", incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	1	35,6 €	35,6 €
2.2.16	UD.	Filtro en Y con tamiz de acero inoxidable para temperaturas de 150°C de 1 1/4", incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	2	39,8 €	79,5 €

2.2.17	UD.	Válvula de equilibrado marca TA, modelo STAD 20 c/v. Incluso pequeño material, totalmente instalado.	1	71,6 €	71,6 €
2.2.18	UD.	Válvula de equilibrado marca TA, modelo STAD 32 c/v. Incluso pequeño material, totalmente instalado.	2	94,2 €	188,5 €
2.2.19	UD.	Purgador automático marca Sedical, modelo Spirotop, incluso válvula de corte, tubería y pequeño material. Totalmente instalada.	2	55,9 €	111,7 €
2.2.20	UD.	Puente manométrico para bomba, compuesto por manómetro de glicerina 0-6 bar, dos llaves de corte y parte proporcional de tubería. Totalmente instalado.	3	48,5 €	145,5 €
2.2.21	UD.	Termómetro bimetálico con escala de 0 a 200 °C de diámetro de esfera de 65 mm, incluso vaina y p/p de accesorios. Totalmente instalado.	6	33,9 €	203,5 €
2.2.22	UD.	Válvula de tres vías mezcladora para el circuito de ACS modelo V5013R1065 y actuador ML7420A6025. Totalmente instalada	1	376,7 €	376,7 €

3. INSTALACIÓN SOLAR

CÓDIGO	UND	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNITARIO	TOTAL
3	UD.	CAPÍTULO 3. INSTALACIÓN SOLAR	1	43.777,3 €	43.777,3 €
3.1	UD.	CIRCUITO PRIMARIO	1	17.922,7 €	17.922,7 €
3.1.01	Ud.	Ud. de colector solar plano marca Wagner & CO Euro C20 AR, con 2,6 m ² de superficie útil, para montaje en obra en baterías de 3 y 4 colectores, incluso manguitos necesarios de conexión entre colectores, de interconexión entre colectores y entre baterías, tapones finales, piezas de anclaje a bastidor metálico, mano de obra de montaje completo y colocado.	18	369,6 €	6.652,8 €
3.1.02	Ud.	Estructura soporte en acero galvanizado para batería de 3 captadores, especialmente diseñado para soportar 3 captadores Wagner & CO Euro C20 AR en orientación vertical, para montaje sobre cubierta plana y con barras de sujeción sobre triángulos a 45°. Incluso estructura auxiliar para levantamiento de los soportes, contrapesos de hormigón, material auxiliar, tornillería y elementos de fijación suministrados por el fabricante de los paneles.	6	219,1 €	1.314,7 €
3.1.03	Ud.	Ud. de juego de vainas de inmersión, incluso pequeño material,	2	21,8 €	43,5 €
3.1.04	Ud.	Ud. de purgador automático en latón, especial para sistemas solares, para 150°C y PN10 incluso accesorios de fijación, pequeño material y mano de obra de colocación y pruebas.	18	27,7 €	498,7 €
3.1.05	Ud.	Ud. de válvula de esfera, para 150°C y presión máxima 15 bar, DN15, cuerpo y esfera de latón OT-58 crom. Duro y prensaestopas de teflón (PTFE), incluso accesorios de conexión, pequeño material, mano de obra de colocación y pruebas.	46	4,4 €	202,4 €
3.1.06	l	Líquido caloportador Tyfocor G-LS o similar, en recipiente desechable de 25 L.	60	6,2 €	369,6 €
3.1.07	Ud.	Aerotermino mural marca GREENHEIS mod. VAB-50 equipado con batería de intercambio de calor fabricada en cobre-aluminio, ventilador helicoidal silencioso con motor trifásico 220/380v. con envoltorio de plancha de acero pintada.	1	378,4 €	378,4 €
3.1.09	MI	Tubería de cobre rígido D13/15 estirado en frío según UNE 37141 y 37145, con uniones soldadas mediante soldadura fuerte rica en plata, incluso casquillos internos de refuerzo, accesorios, tés y codos, soportes y material de soldadura.	130	4,1 €	532,5 €
3.1.10	MI	M.I. de tubería de cobre rígido D20/22 estirado en frío según UNE 37141 y 37145, con uniones soldadas mediante soldadura fuerte rica en plata, incluso casquillos internos de refuerzo, accesorios, tés y codos, soportes y material de soldadura.	170	4,7 €	792,9 €
3.1.11	MI	M.I. de tubería de cobre rígido D33/35 estirado en frío según UNE 37141 y 37145, con uniones soldadas mediante soldadura fuerte rica en plata, incluso casquillos internos de refuerzo, accesorios, tés y codos, soportes y material de soldadura, y mano de obra de montaje completo colocado y probado.	40	6,2 €	249,9 €
3.1.12	MI	M.I. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca ARMAFLEX S-HT modelo SOLAR , o similar. De espesor 20 mm, incluso material diverso necesario, totalmente colocado, para tubería de Diámetro exterior 22mm.	130	10,6 €	1.371,8 €

3.1.13	MI	M.I. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca ARMAFLEX S-HT modelo SOLAR , o similar. De espesor 20 mm, incluso material diverso necesario, totalmente colocado, para tubería de Diámetro exterior 28mm.	170	11,9 €	2.018,2 €
3.1.14	MI	M.I. de calorifugado a base de coquilla flexible de espuma elastomérica, marca ARMAFLEX S-HT modelo SOLAR , o similar. De espesor 20 mm, incluso material diverso necesario, totalmente colocado, para tubería de Diámetro exterior 35mm.	40	13,2 €	527,7 €
3.1.15	Ud.	Válvula de equilibrado marca T&A o equivalente, modelo STAD 25, con cuerpo en ametal y tomas de presión para ajuste y dispositivo de vaciado; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	7	28,0 €	196,0 €
3.1.17	Ud.	Vaso de expansión cerrado de membrana para una presión de trabajo de 4 bar, presión de precarga 1,5 bar, de 400 litros de capacidad, marca SEDICAL o similar, mod. NG 80/4 incluida la parte proporcional de accesorios y pequeño material necesario, mano de obra de montaje completo y colocado.	1	205,2 €	205,2 €
3.1.18	Ud.	Intercambiador de calor de placas electrosoldadas y conexiones de acero inoxidable ASI 316, con aislamiento, marca SEDICAL , modelo UFP-32/8H, con temperatura en primario 80º/77º, y secundario 60º/50ºC, con placas en agrupamientos para calentamiento de A.C.S. con agua de colectores solares,	1	292,4 €	292,4 €
3.1.19	Ud.	Bomba simple de la marca SEDICAL o similar, modelo SAM 30/6T, monofásica. Incluso p/p de accesorios. Totalmente instalada.	2	1.138,0 €	2.276,0 €
3.2	UD.	CIRCUITO SECUNDARIO	1	12.927,3 €	12.927,3 €
3.2.01	Ud.	Depósito de Solar construido en acero inoxidable, marca LAPESA o equivalente, serie GEISER INOX de 800 litros de capacidad modelo MX-2000-RB; aislado con espuma rígida de poliuretano inyectado en molde libre de CFC de 80 mm. de espesor, con boca de hombre lateral DN400. Incluso p.p. de accesorios, transporte, medios de elevación, montaje, pruebas y puesta en marcha.	2	4.100,6 €	8.201,2 €
3.2.02	Ud.	Bomba doble de rotor seco marca SEDICAL o equivalente, modelo SDM 40/145.1-0.20/K; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	1	1.612,8 €	1.612,8 €
3.2.03	Ud.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 3" con cuerpo y mariposa de fundición nodular, eje en acero inoxidable y junta en EPDM, con accionamiento mediante palanca; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	6	110,0 €	660,0 €
3.2.04	Ud.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 2 1/2" con cuerpo y mariposa de fundición nodular, eje en acero inoxidable y junta en EPDM, con accionamiento mediante palanca; incluso p.p. de accesorios, bridas de unión, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	6	80,5 €	483,1 €
3.2.05	Ud.	Válvula de zona de 3 vías con actuador eléctrico para regulación del circuito secundario, con vástago de acero inoxidable y cuerpo de latón forjado, montaje roscada en impulsión, con mando manual, DN 40 mm., Marca LANDIS Md. STC5.VGZ40, Presión PN 10 bar,	1	154,0 €	154,0 €

3.2.06	Ud.	Acoplamiento antivibratorio de pared múltiple de acero inoxidable y tubo interior liso, marca BOA modelo FB16-2L/32.	4	31,7 €	126,7 €
3.2.07	Ud.	Suministro y colocación de de filtro en Y de 1 1/4" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	2	39,8 €	79,5 €
3.2.08	Ud.	Válvula de equilibrado marca T&A o equivalente, modelo STAD de diámetros comprendidos entre 20 y 50 mm. con cuerpo en ametal y tomas de presión para ajuste y dispositivo de vaciado; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	2	97,1 €	194,2 €
3.2.09	Ud.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 1 1/4" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	20	36,5 €	729,8 €
3.2.10	Ud.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 3/4" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	4	26,5 €	106,0 €
3.2.11	Ud.	Suministro y colocación de válvula de mariposa de 1/2" de diámetro. Incluidas bridas, pequeño material y mando de obra.	1	20,9 €	20,9 €
3.2.12	Ud.	Válvula antiretorno 1 1/4" H-H, clapeta oscilante, cuerpo de latón, con asiento metálico, muelle de acero inoxidable, presión máxima 8 bar y temperatura máxima 110 °C,	4	8,8 €	35,2 €
3.2.13	Ud.	Termómetro de esfera de \varnothing 80 mm con escala 0/100°C y protegidos por vaina metálica de \varnothing 1/2" y longitud 100 mm para de medición de temperaturas en diferentes puntos de la instalación. incluso todo tipo de medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución y realización de las pruebas de funcionamiento posteriores.	6	33,9 €	203,5 €
3.2.14	Ud.	Conjunto de medición de la presión diferencial en bombas compuesto por manómetro de esfera de 100 mm 1/2" escala 0-10 bar, válvulas de esfera de 3/8" y tubería de acero negro estirado DIN 2440 de 3/8"; incluso p.p. de accesorios, codos, manguitos, transporte, montaje y pruebas.	2	48,5 €	97,0 €
3.2.15	Ud.	Purgador de aire automático SPIROTOP o equivalente 1/2" de latón; incluso p.p. de accesorios, transporte, montaje, pruebas y puesta en marcha.	4	55,9 €	223,4 €

4. REGULACIÓN Y ELECTRICIDAD

CÓDIGO	UND	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNITARIO	TOTAL
4	UD.	CAPITULO 4 REGULACIÓN Y ELECTRICIDAD	1	65.596,6	65.596,6
4.1	UD.	REGULACIÓN Y CONTROL	1	34.498,1 €	34.498,1 €
4.1.01	UD.	<p>Regulación digital marca HONEYWELL y DAIKIN que se compone de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Módulos para control de enfriadora y caldera, así como bombas y todos los elementos de campo como V3V, sondas y termostatos. -Estación de control centralizado del sistema de gestión compuesta por los controladores necesarios para configurar entradas analógicas, entradas digitales, salidas analógicas, salidas digitales, conexiones IRC. Incluidas regletera de bornas para señales de control, fuente de alimentación eléctrica a 24/230 V C.A. y capacidad de ampliación del 20 %, relés, conectores y accesorios necesarios, montaje, pruebas, programación y puesta en marcha. -Ordenador compatible con procesador INTEL Pentium IV 2 GHz 256 Mb de memoria RAM y 40 Gb en disco duro mínimos, disquetera de 3 1/2" de alta densidad y CD ROM x52, salidas serie y paralelo, sistema operativo actualizado, con windows NT y tarjeta de red Ethernet. -Armario/s metálico/s de fijación mural para subestación/es de control con capacidad para albergar los controladores necesarios para las señales de control más un 20 % para posibles ampliaciones, incluso las bandejas de PVC, conectores y accesorios necesarios. 	1	34.498,1 €	34.498,1 €
		<p>Conjunto de programación y puesta en marcha del sistema de gestión de las instalaciones de climatización incluyendo software estándar, programación específica, pruebas y demostraciones para su perfecto funcionamiento, gráficos y demás elementos necesarios.</p> <p>-Bus de comunicaciones secundario formado por el cableado necesario para la interconexión de los reguladores/IRC con el puesto de control central, instalado bajo tubo de PVC rígido blindado DIN 49.020 rosca DIN 40.430, diámetro PG29, incluyendo las cajas de derivación y accesorios necesarios. Regulación digital marca DAIKIN que se compone de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Control centralizado Intelligent Touch Controller que permite un control y supervisión fácil y detallado de los Sistemas Daikin. Posee una pantalla táctil que controla las unidades individualmente y que incluye programación semanal y acceso remoto vía internet. Totalmente instalado 			
4.2	UD.	ELECTRICIDAD	1	31.098,4 €	31.098,4 €

4.2.01	UD.	Suministro y colocación de cuadros eléctricos formado por armario/s metálico/s combinables con paneles de chapa tratada de 15/10 sobre estructura de perfil perforado; puerta frontal con cerradura, paneles de cierre, placas soportes y tapas, albergando en su interior los mecanismos de mando y protección grafiados en el esquema correspondiente. Acabado con pintura epoxy-poliéster. IP 55 . Con todos sus elementos y accesorios para su conexión. Completamente instalado. Marca/modelo: ABB / MERLIN GERIN o equivalente. Cuadros ubicados en zona de oficinas, zona de descanso camioneros y otro en la zona de laboratorios.	1,0	16.128,0 €	16.128,0 €
4.2.02	UD.	P.A. De cableado eléctrico de fuerza y control entre cuadro y elemento eléctrico/control de todos y cada uno de los elementos de la instalación de climatización y regulación necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación; incluso p.p. de accesorios, canalización (bandeja, tubo plástico, etc.), montaje, pruebas y puesta en marcha. Totalmente instalado.	1,0	14.970,4 €	14.970,4 €

5. RESUMEN DE PRESUPUESTO

CÓD.	DESCRIPCIÓN	CANT.	UNITARIO	TOTAL
1	CAPITULO 1. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	1	171.046,9 €	171.046,9 €
1.1	PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR	1	53.818,2	53.818,2
1.1.1	PRODUCCIÓN DE FRÍO	1	37.753,1	37.753,1
1.1.2	PRODUCCIÓN DE CALOR	1	37.753,1	37.753,1
1.2	DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS	1	51.946,6	51.946,6
1.3	UNIDADES CLIMATIZADORAS, FAN-COILS	1	32.031,3	32.031,3
1.4	DISTRIBUCIÓN CONDUCTO DE AIRE	1	33.250,8	33.250,8
2	CAPITULO 2. ACS	1	25.780,9 €	25.780,9 €
2.1	CIRCUITO PRIMARIO	1	16.356,3 €	7.953,2 €
2.2	CIRCUITO SECUNDARIO	1	25.883,0 €	17.827,7 €
3	CAPITULO 3. INSTALACION SOLAR	1	43.777,3 €	43.777,3 €
3.1	CIRCUITO PRIMARIO	1	17.922,7 €	17.922,7 €
3.2	CIRCUITO SECUNDARIO	1	12.927,3 €	12.927,3 €
4	CAPITULO 4 REGULACIÓN Y ELECTRICIDAD	1	65.596,6 €	65.596,6 €
4.1	REGULACIÓN Y CONTROL	1	34.498,1 €	34.498,1 €
4.2	ELECTRICIDAD	1	31.098,4 €	31.098,4 €
TOTAL PRESUPUESTO (IVA NO INCLUIDO):				306.201,59 €

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL 306.201,59 €

Gastos generales (9%) 27.558,14 €

Beneficio industrial (6%) 18.372,10 €

I.V.A. (18 %) 63.383,73 €

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA 415.515,56 €

Honorarios Ingeniero Técnico Industrial (6%) 24.930,93 €

I.V.A. Honorarios (16 %) 4.487,57 €

TOTAL PRESUPUESTO INGENIERO 29.418,50 €

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 444.934,06 €

El presupuesto general del proyecto asciende a la cantidad de **CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON SEIS CENTIMOS.**

TITULO DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS EN LAS OFICINAS
DE UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS.

Pamplona, 15 Enero 2011.

Firmado: Xavier Villar Godia



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y
ACS EN LAS OFICINAS DE UNA NAVE DE
ULTRACONGELADOS”

BIBLIOGRAFÍA

Xavier Villar Godia.

Faustino Gimena Ramos.

Pamplona, 15 de Enero de 2011.

DOCUMENTO N°6: BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE

1. INTRODUCCION:	2
2. NORMATIVAS:.....	2
3. LIBROS Y APUNTES:.....	3
4. PROGRAMAS INFORMÁTICOS:	4
5. CATALOGOS COMERCIALES:.....	4
6. PAGINAS WEB:	4

1. INTRODUCCIÓN:

A lo largo de la realización del proyecto de “Instalación De Climatización, Ventilación y ACS en las Oficinas de una Nave de Ultracongelados”, ha sido necesaria la consulta y recopilación de información de los siguientes documentos:

2. NORMATIVAS:

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE):

Destacan:

- Documento Básico HE Ahorro de Energía en sus apartados HE1 Limitación de Demanda Energética, HE2 Rendimiento de las Instalaciones Térmicas y HE4 Contribución Solar Mínima de Agua Caliente Sanitaria.

- Documento Básico HS Salubridad en sus apartados HS3 Calidad del Aire Interior, HS4 Suministro de Agua.

- REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICIOS (RITE) y sus INSTRUCCIONES TÉCNICAS.

Destacan:

- Real Decreto 1.027/2.007 de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).

- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 28 de febrero de 2008.

- Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, del Ministerio de Sanidad y Consumo. B.O.E.: 18 de julio de 2003.

- IT 1.1.4.1. Exigencia de calidad térmica del ambiente.

- IT 1.1.4.3. Exigencia de Higiene

- IT 1.2.4.2.1. Espesores mínimos de aislamiento.

- NORMAS UNE Y DEMÁS REALES DECRETOS CORRESPONDIENTES

Destacan:

- Norma UNE EN 442 para el cálculo de los emisores con DT50°.
- Norma UNE EN 60601. Reglamento Sala de Calderas.
- Norma UNE 53394, UNE 53399, UNE 53495, redes de tuberías.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- RBT-2002 e Instrucciones Técnicas Complementarias.

3. LIBROS Y APUNTES:

Destacan:

- Curso de Instalador de Calefacción, Climatización y Agua caliente Sanitaria. (13ª Edición). Francisco Galdón.
- Manual de Aire Acondicionado, Carrier. Ed. 2009
- Apuntes de la asignatura de Ingeniería Térmica, 2º I.T.I. (m).
- Apuntes de la asignatura de Mecánica de Fluidos, 2º I.T.I. (m).
- Cálculo de conductos de aire. A. Fontanals. Ed. CEAC, 1997.
- Ventilación Industrial. E. Carnicer. Ed. Paraninfo, 1994. Capítulos 3 y 4.
- Cálculos en climatización. Ejercicios Resueltos. E. Torrella, R. Cabello, J. Navarro. Ed. AMV, 2002.
- Circulación de Agua en Tuberías. A. Castellvi. Montajes e Instalaciones, nº 208 y 209.
- Método Analítico para el Cálculo de Pérdidas de Carga en Tuberías. M. Villarrubia y I. Jutglar. Montajes e Instalaciones. Noviembre 1.991.

4. PROGRAMAS INFORMÁTICOS:

Destacan:

- AUTOCAD 2008.
- MICROSOFT OFFICE (Word, Excel, Power Point).
- PROGRAMA CÁLCULO SOLAR, KAYSUN SOLAR.
- PROGRAMAS DE CÁLCULO SEDICAL.
- PROGRAMAS DE CÁLCULO DINAKALC.
- PROGRAMA DE CÁLCULO TROX

5. CATÁLOGOS COMERCIALES:

Destacan:

- SEDICAL (bombas, intercambiadores, recuperadores,.....)
- HOVAL (caldera)
- Depósitos LAPESA.
- INDELCASA (Vasos expansión, válvula de seguridad)
- HONEYWELL – (regulación y control, válvulas de 3 vías)
- TA (reguladores de caudal)
- WAGNER & CO (Captadores solares)
- CARRIER (enfriadora, fancoils)
- TROX (difusión) ,...

6. PÁGINAS WEB:

- www.google.es

- www.codigotecnico.org
- www.wikipedia.com
- www.sedical.com
- www.wagner-solar.com
- www.construmatica.com
- www.soloarquitectura.com;

TITULO DEL PROYECTO:

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN, VENTILACIÓN Y ACS EN LAS OFICINAS
DE UNA NAVE DE ULTRACONGELADOS.

Pamplona, 15 Enero 2011.

Firmado: Xavier Villar Godia