



**COMILLAS**

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

# MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

## CLIMATIZACIÓN DE UN AUDITORIO EN HUELVA

Autor: Francisco de la Peña Pacheco

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Julio de 2019



## **AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO**

### ***1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.***

El autor D. Francisco de la Peña Pacheco declara ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: “Climatización de un auditorio en Huelva”, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

### ***2º. Objeto y fines de la cesión.***

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

### ***3º. Condiciones de la cesión y acceso***

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

### ***4º. Derechos del autor.***

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

### ***5º. Deberes del autor.***

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que

podieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

**6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.**

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 5 de Julio de 2019.

**ACEPTA**

Fdo



Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título CLIMATIZACIÓN DE UN AUDITORIO EN HUELVA en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico 2018-2019 es de mi autoría, original e inédito y no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Francisco de la Peña Pacheco Fecha: 05/07/2019



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Javier Martín Serrano

Fecha: 09/07/2019



## CLIMATIZACIÓN DE UN AUDITORIO EN HUELVA

Autor: de la Peña Pacheco, Francisco

Director: Martín Serrano, Javier

Entidad colaboradora: ICAI Universidad pontificia Comillas

Mediante este proyecto se pretende diseñar el sistema de climatización de un auditorio en la provincia de Huelva, atendiendo a las necesidades y características del edificio y de la zona, según la legislación vigente.

El edificio considerado consta de cinco plantas a climatizar, una planta baja, primera, segunda, tercera y cuarta, en cada una de las cuales se compensarán las cargas térmicas tanto de verano como de invierno. El área total de las salas a climatizar es de 4585,9 m<sup>2</sup>, entre las que se incluyen salas de exposición, cafetería y restaurante, escenario, etc.

Una parte importante del proyecto es el dimensionamiento y elección de todos los equipos asociados a la climatización del edificio. Para ello es necesario conocer las distintas cargas térmicas en los momentos más desfavorables asociadas al mismo, que dependen tanto de factores constructivos (orientación de las salas, coeficientes de transmisión de los materiales) como climatológicos (radiación, diferencia de temperaturas exterior e interior, humedad, hora solar), factores de uso (ocupación, maquinaria, iluminación), ... Los valores de cargas totales de verano son 560,8 kW y invierno 234,5 kW.

Una vez conocidas las necesidades térmicas de cada sala, se eligen los equipos necesarios para conseguir dichos requerimientos. En el caso de las salas de mayor superficie como son el restaurante, la cafetería o el escenario principal se emplearán climatizadores, ya que se requieren mayores potencias para combatir las cargas. En el resto de salas se han empleado fancoils por su facilidad de montaje y su menor coste, al requerirse potencias menores.

La obtención de energía frigorífica se obtiene a partir de enfriadoras, y la energía calorífica es aportada por una caldera. Esta energía es transportada hacia los fancoils y climatizadores a través de redes de tuberías de agua fría o caliente, que deben de ser dimensionadas

teniendo en cuenta factores como las pérdidas de carga (cambios de dirección, de los tramos de tuberías, accesorios y válvulas o baterías de fancoils) o la velocidad del agua.

La impulsión se realiza a través de bombas hidráulicas, que se seleccionan de tal forma que permitan alcanzar los valores de altura necesaria para combatir dichas pérdidas de carga, y con capacidad suficiente para transportar los caudales requeridos en cada circuito de tuberías.

En cuanto al aire de ventilación, se dimensionan los conductos de tal forma que permitan transportar los caudales necesarios hacia cada sala, que depende de la ocupación de la misma. Al final de cada conducto se colocan elementos terminales, como los difusores (impulsión de aire), y las rejillas (elementos de extracción de aire en el circuito de retorno). Tanto los difusores como las rejillas se eligen en función de su caudal nominal de aire, de tal forma que cumplan las necesidades de impulsión o retorno de cada área.

Finalmente se elabora un presupuesto del conjunto de la instalación de climatización, incluyendo partidas de material, suministro y montaje de equipos y componentes. El coste total del proyecto asciende a 926.320,00 €.

## AIR CONDITIONING FOR AN AUDITORIUM IN HUELVA

Author: de la Peña Pacheco, Francisco

Director: Martín Serrano, Javier

Colaborating entity: ICAI Universidad pontificia Comillas

The aim of this project is to design the air-conditioning system for an auditorium in Huelva, taking into account the needs and characteristics of the building and the area, in accordance with current legislation.

The building consists of five floors to be air-conditioned, a ground floor, first, second, third and fourth, each of which will compensate the thermal loads of both summer and winter. The total area of the rooms to be air-conditioned is 4585.9 m<sup>2</sup>, including exhibition halls, cafeteria and restaurant, stage, etc.

An important part of the project is the dimensioning and election of all the equipment associated with the air conditioning of the building. In order to do so, it is necessary to know the different thermal loads at the most unfavourable moments associated with it, which depend both on construction factors (orientation of the rooms, transmission coefficients of the materials) and on climatological factors (radiation, difference in exterior and interior temperatures, humidity, solar time), use factors (occupation, machinery, lighting), etc. The values for total summer loads are 560,8 kW and for winter 234,5 kW.

Once the thermal needs of each room are known, the necessary equipment is chosen to achieve these requirements. In the case of larger rooms such as the restaurant, the cafeteria or the main stage, air conditioners will be used, as greater power is required to combat loads. In the rest of the rooms, fancoils have been used due to their ease of assembly and lower cost, as lower powers are required.

Cooling energy is obtained from coolers, and heat energy is provided by a boiler. This energy is transported to the fancoils and air conditioners through networks of cold or hot water pipes, which must be dimensioned taking into account factors such as load losses

(changes of direction, pipe sections, fittings and valves or fancoil batteries) or the speed of the water.

The impulsion is carried out through hydraulic pumps, which are selected in order to reach the values of height necessary to combat these lad losses, and with enough capacity to transport the flow required in each circuit of pipes.

As for the ventilation air, the ducts are dimensioned in such a way that they allow the necessary flow to be transported to each room, which depends on its occupation. At the end of each duct there are terminal elements such as diffusers (air supply) and grilles (air extraction elements in the return circuit). Both the diffusers and the grilles are chosen according to their nominal air flow rate, in such a way that they meet the supply or return requirements of each area.

Finally, a budget is drawn up for the entire air-conditioning installation, including consignments of material, supply and assembly of equipment and components. The total cost of the project amounts to 926,320.00 €.

## ÍNDICE

I. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	19
1. Introducción.....	19
1.1. Objeto y motivación del proyecto .....	19
1.2. Objetivos .....	19
1.3. Metodología de trabajo y normativa a seguir .....	20
2. Climatización y bases de diseño .....	20
2.1. Descripción del edificio .....	20
2.2. Condiciones exteriores de diseño.....	20
2.3. Condiciones interiores de diseño.....	21
2.4. Coeficientes de transmisión .....	21
3. Cálculo de cargas térmicas .....	23
3.1. Cargas de verano .....	23
3.2. Cálculo de cargas de invierno .....	26
3.3. Resumen de cargas .....	27
4. Dimensionado y diseño de la instalación .....	30
4.1. Redes de tuberías .....	30
4.2. Cálculo de conductos .....	36
5. Equipos y componentes .....	38
5.1. Climatizadores.....	38
5.3. Grupos frigoríficos .....	44
5.4. Caldera .....	45
5.5. Bombas.....	45
5.6. Valvulería.....	46
6. Conclusiones.....	47

II. PRESUPUESTO .....	48
III. ANEXOS .....	53
Anexo 1. Planos plantas .....	53
Anexo 2. Cálculo de cargas .....	58
Anexo 3. Ejemplos cálculo de cargas .....	64
Anexo 4. Cálculo de tuberías .....	66
Anexo 5. Válvulas tuberías .....	68
Anexo 6. Cálculo de conductos .....	70
Anexo 8. Pérdidas de carga conductos .....	77
IV. PLANOS.....	82
V. PLIEGO DE CONDICIONES .....	94
1. Objeto .....	94
2. Normativa .....	94
3. Características técnicas de materiales y equipos .....	95
3.1. Calderas de producción de agua caliente .....	95
3.2. Grupos enfriadores centrífugos .....	96
3.3. Grupos electrobombas en bancadas .....	99
3.4. Grupos electrobombas en línea .....	100
3.5. Climatizadores de tratamiento de aire .....	101
3.6. Ventiladores centrífugos de cubierta.....	102
3.7. Fancoils .....	103
3.8. Conductos rectangulares convencionales.....	104
3.9. Soportes.....	106
3.10. Conductos circulares.....	107
3.11. Difusores.....	109

3.12.	Difusores rotacionales .....	109
3.13.	Rejillas .....	110
3.14.	Compuertas de regulación .....	110
3.15.	Toberas .....	111
3.16.	Tuberías de circulación en ciclo cerrado .....	111
3.17.	Instalación de tuberías .....	112
3.18.	Tuberías de acero.....	113
3.19.	Tuberías de cobre.....	114
3.20.	Juntas antivibrantes .....	115
3.21.	Soportes antivibrantes .....	115
3.22.	Válvulas de asiento.....	118
3.23.	Válvulas de retención .....	118
3.24.	Grifos para alimentación y desagüe.....	119
3.25.	Válvulas de esfera.....	119
3.26.	Válvulas de mariposa.....	120
4.	Aislamientos .....	120
4.1.	Aislamientos de conductos de aire .....	120
4.2.	Aislamiento de tuberías de agua fría .....	121
4.3.	Aislamiento de tuberías de agua caliente .....	123
4.4.	Aislamiento de aparatos .....	125
5.	Termómetros.....	125
6.	Manómetros para circuitos hidráulicos.....	125
VI.	Bibliografía.....	127



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Condiciones exteriores Huelva.....	21
Tabla 2 Condiciones interiores de diseño.....	21
Tabla 3 Parametros Kcal/h*m2*K .....	22
Tabla 4 Cargas internas .....	22
Tabla 5 Cargas de invierno y verano en cada sala.....	27
Tabla 6 Necesidades potencia y caudal climatizadores.....	39
Tabla 7 Modelos de climatizadores elegidos.....	43
Tabla 8 Distribución fancoils salas.....	44
Tabla 9 Modelos bombas elegidas circuitos tuberías .....	46
Tabla 10 Cálculo de cargas de verano .....	64
Tabla 11 Parámetros de cálculo cargas de verano .....	65
Tabla 12 Cálculo cargas de invierno .....	65
Tabla 13 Cálculo pérdidas de carga accesorios para tuberías .....	66
Tabla 14 Cálculo pérdidas de carga tuberías de agua fría a 10°C para tuberías de acero DIN 2440 y 2448 .....	66
Tabla 15 Cálculo tuberías de agua caliente a 90°C para tuberías de acero DIN 2440 y 2448 .....	67
Tabla 16 Cálculo pérdidas de carga tuberías de agua caliente a 60°C para tuberías de acero DIN 2440 y 2448 .....	67
Tabla 17 Espesores mínimos de aislamiento de tuberías según RITE .....	69
Tabla 18 Longitud equivalente de accesorios conductos .....	72
Tabla 19 Especificaciones enfriadora TRANE CGAN .....	72
Tabla 20 Especificaciones técnicas caldera VITOPLEX .....	73
Tabla 21 Hoja de características fancoils AIRLAN FCZ.....	75
Tabla 22 Tabla difusores rotacionales TROX VDN .....	76
Tabla 23 Tabla rejillas de retorno TROX.....	76
Tabla 24 Camino crítico conductos impulsión planta baja .....	77
Tabla 25 Camino crítico conductos retorno planta baja.....	77
Tabla 26 Camino crítico conductos impulsión planta primera.....	78

Tabla 27 Camino crítico conductos retorno planta primera .....	78
Tabla 28 Camino crítico conductos impulsión planta segunda .....	79
Tabla 29 Camino crítico conductos retorno planta segunda .....	80
Tabla 30 Camino crítico conductos impulsión planta tercera .....	80
Tabla 31 Camino crítico conductos retorno planta tercera.....	81
Tabla 32 Camino crítico conductos impulsión planta cuarta .....	81

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Pérdidas de carga tuberías agua fría circuito 1 .....	32
Ilustración 3 Pérdidas de carga tuberías agua fría circuito 2 .....	33
Ilustración 2 Pérdidas de carga tuberías agua caliente circuito 1 .....	33
Ilustración 4 Pérdidas de carga tuberías agua caliente circuito 2 .....	34
Ilustración 5 Pérdidas de carga tuberías agua fría circuito 3 .....	34
Ilustración 6 Pérdidas de carga tuberías agua fría circuito 3 .....	34
Ilustración 7 Pérdidas de carga tuberías agua caliente circuito .....	35
Ilustración 8 Cálculo de condiciones de impulsión usando el diagrama psicrométrico .....	41
Ilustración 9 Salas planta baja .....	53
Ilustración 10 Salas planta primera .....	54
Ilustración 11 Salas planta segunda.....	55
Ilustración 12 Salas planta tercera .....	56
Ilustración 13 Salas planta cuarta .....	57
Ilustración 14 Aportaciones solares a través de vidrio sencillo.....	58
Ilustración 15 Factores de ganancia solar a través del vidrio .....	59
Ilustración 16 Cálculo ganancia solar a través de muros.....	60
Ilustración 17 Cálculo ganancia solar a través de techos .....	61
Ilustración 18 Cálculo ganancia solar a través de muros.....	62
Ilustración 19 Factores de viento.....	63
Ilustración 20 Caudal de aire exterior según RITE 1.1.4.2 .....	63
Ilustración 21 Esquema válvulas tuberías a climatizadores .....	68
Ilustración 22 Esquema válvulas tuberías a baterías .....	68
Ilustración 23 Esquema válvulas en bombas .....	69
Ilustración 24 Diagrama para el cálculo de pérdidas de carga de aire en conductos circulares .....	70
Ilustración 25 Diagrama de transformación de los conductos rectangulares en circulares a iguales pérdidas de carga .....	71
Ilustración 26 Climatizadores TERMOVEN Serie 2000 .....	74
Ilustración 27 Datos técnicos bombas GRUNDFOS TP .....	75



# **I. MEMORIA DESCRIPTIVA**

## **1. Introducción**

### **1.1. Objeto y motivación del proyecto**

Este proyecto consiste en el acondicionamiento para la climatización de un auditorio en Huelva. El estudio de este tipo de edificios desde el punto de vista de la climatización se centra en la búsqueda del confort térmico de las personas, pero asegurando niveles acústicos que no interfieran en el uso correcto del auditorio. Por este motivo es necesario prestar atención a la selección de equipos y componentes, que deben de ser capaces de proporcionar las características técnicas requeridas, con niveles sonoros aceptables.

Además, este proyecto supone una motivación ya que permite poner en práctica conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, en asignaturas como Climatización, Mecánica de Fluidos o Termodinámica.

También es importante destacar la motivación asociada a la consecución de objetivos para la climatización en un marco de eficiencia energética, optimizando consumos y buscando un ahorro general tanto en costes fijos como variables.

### **1.2. Objetivos**

Los objetivos que se pretenden lograr mediante este proyecto incluyen el dimensionar, calcular y elegir los componentes necesarios para realizar la climatización de un auditorio, logrando un confort térmico en cada sala a climatizar, y cumpliendo la normativa vigente.

Una vez realizados los cálculos se procede al dimensionamiento y elección de componentes y equipos, de forma que se busque maximizar el ahorro energético de la instalación.

Es necesario también ajustarse a un presupuesto de la instalación determinado.

Como objetivo personal también se buscará ampliar conocimientos y destrezas en el manejo de programas como Autocad y Excel.

### **1.3. Metodología de trabajo y normativa a seguir**

El desarrollo de esta instalación se realiza de acuerdo a la normativa en vigor, más particularmente:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (“RITE”).
- Código Técnico de la Edificación (“CTE”)
- Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía (“IDAE”)
- Normativa UNE de aplicación.
- Normativa DIN de aplicación.

## **2. Climatización y bases de diseño**

### **2.1. Descripción del edificio**

El edificio a estudiar es un auditorio ubicado en la ciudad de Huelva. Está formado por un sótano (en el que se incluye un aparcamiento), y cinco plantas a climatizar. En el Anexo 1 se muestran planos de las cinco plantas con salas a climatizar, enumeradas desde el 1 hasta el 72.

Se trata de un edificio de planta rectangular, con un área total a climatizar de 4585,9 m<sup>2</sup>.

Se climatizarán todos los espacios, exceptuando escaleras, vestíbulos y huecos para ascensores y montacargas. En total existen 66 salas a climatizar.

La orientación del edificio es sur (escenario orientado hacia el sur).

### **2.2. Condiciones exteriores de diseño**

Conociendo la localización del edificio (Huelva) es necesario definir las condiciones ambientales tanto en verano como en invierno para poder llevar a cabo los cálculos

posteriores. Según datos obtenidos por AEMET de la ciudad de Huelva se tienen los siguientes valores medios:

**Tabla 1 Condiciones exteriores Huelva**

Localización	Huelva
Latitud	37,26°
Altitud	4m
Tª seca Verano	31° C
Humedad relativa verano	56%
Tª seca Invierno	1° C
Humedad relativa invierno	76%

### 2.3. Condiciones interiores de diseño

Para llevar a cabo los cálculos de climatización de cada zona se sigue la normativa del RITE, parte II IT 1.1 “Exigencia de bienestar e higiene”. Para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno establece en su tabla 1.4.1.1 los siguientes valores de temperatura operativa y humedad relativa:

**Tabla 2 Condiciones interiores de diseño**

<b>Estación</b>	<b>Tª operativa (°C)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

### 2.4. Coeficientes de transmisión

Para cada material constructivo del edificio existe un coeficiente de transmisión que se emplea en el elemento constructivo que lo contenga. Para este auditorio se tienen los siguientes parámetros en  $\text{Kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°K}$ :

**Tabla 3 Parametros Kcal/h\*m2\*K**

Cristales	2,60
Muros exteriores	0,65
Tabiques	1,20
Tejados	0,46
Suelos interiores	1,10
Suelos exteriores	1,10
Techos	2,00
Puertas	2,02

## **2.5. Cargas internas**

Son las cargas asociadas al calor interno que se produce en cada zona. Incluyen las personas, que es un calor sensible y latente para cada individuo, según el tipo de actividad que se considere. También se tienen en cuenta las cargas asociadas al alumbrado y otras aplicaciones.

Es necesario conocer la ocupación de cada superficie para que se tenga en cuenta en el cálculo del calor interno generado por las personas. Como se trata de un edificio de gran afluencia en momentos puntuales, se debe establecer la ocupación de cálculo como la máxima. En este caso se estima en 6 m<sup>2</sup>/persona.

**Tabla 4 Cargas internas**

Alumbrado	20 W/m <sup>2</sup>
Aplicaciones	20 W
Calor sensible ocupantes	57
Calor latente ocupantes	55
Ocupación	6 m <sup>2</sup> /persona.

## 2.6. Ventilación

Al tratarse de un auditorio con afluencia de público, el RITE establece una calidad del aire IDA 3 (calidad media de aire) que en su apartado IT 1.1.4.2.2 requiere un caudal mínimo de aire de ventilación exterior de  $8\text{dm}^3/\text{s}$  por persona ( $28,8\text{m}^3/\text{h}$  por persona).

En el Anexo 2 se incluye el apartado del RITE correspondiente a este caudal de aire de ventilación.

## 3. Cálculo de cargas térmicas

### 3.1. Cargas de verano

Para obtener los valores de cargas térmicas de verano se ha hecho una distinción por salas a climatizar. Se parte de la situación más desfavorable, en la cual existe mayor carga térmica. En este caso, se calcula a partir de los valores del día 15 de julio a las 15h.

Estas cargas se pueden dividir en interiores y exteriores, debido a las causas que las provocan.

#### - Cargas exteriores

Son las debidas a las ganancias solares de calor a través de las superficies de cristal, y por transferencia de calor a través de paredes, suelos y techos.

#### Ganancia solar a través del vidrio

Para el cálculo de la radiación solar a través de cristales y vidrios se emplea la siguiente fórmula:

$$Q_l(\text{Kcal/h}) = Ma \cdot Mv \cdot L \cdot Alt \cdot Fa \cdot K \cdot Fv \cdot S$$

Donde:

*Ma*: Máxima aportación solar a través del vidrio

*Mv*: Coeficiente de corrección debido a la pérdida de carga producida por el tipo de marco de ventana

*L*: Coeficiente de corrección para la pérdida de carga por la suciedad en el cristal de la ventana

*Alt*: Coeficiente por altitud

*Fa*: Factor de almacenamiento a través del vidrio

*K*: Coeficiente de transmisión de los cristales (indicado en la Tabla 3)

*S*: Superficie del cristal

En el Anexo 2 se muestra la tabla para latitud 40° sobre las ganancias solares a través del vidrio, en función del mes seleccionado y la hora.

#### Ganancia solar por transmisión a través del cristal

También es necesario calcular la ganancia de calor a través de los cristales, que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$Q_v(Kcal/h) = \Delta T \cdot K \cdot S$$

Donde:

$\Delta T$ : Incremento de temperatura corregida entre temperatura exterior e interior. Esta diferencia se expresa como:

$$\Delta T = T_{ext} - C1 - C2 - T_{int}$$

Donde C1 representa la corrección de temperatura en función de la hora considerada, y C2 la corrección de temperatura en función del mes considerado.

*K*: coeficiente de transmisión de los cristales (indicado en la Tabla 3)

*S*: Superficie del cristal (m<sup>2</sup>)

#### Ganancia solar a través de techos, suelos y muros

Se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$Q_m(Kcal/h) = \Delta T_e \cdot K \cdot S$$

Donde:

$\Delta T_e$ : Diferencia de temperatura corregida. Esta diferencia se expresa como:

$$\Delta T_e = a + \Delta T_{es} + G \frac{R_s}{R_m} (\Delta T_{em} - \Delta T_{em})$$

En el Anexo 2 se define cada parámetro de esta fórmula.

$K$ : coeficiente de transmisión (indicado en la Tabla 3)

$S$ : Superficie ( $m^2$ )

- Cargas internas

Son las que se producen por personas, alumbrado, maquinaria y demás aplicaciones.

#### Ganancias debidas a los ocupantes

Conociendo la ocupación media de cada sala del edificio es posible determinar el calor que aportan las personas mediante la siguiente ecuación:

$$Q(Kcal/h) = n \cdot Q_p$$

Donde:

$n$ : número de personas en una superficie determinada

$Q_p$ : calor emitido por cada persona

#### Ganancias debidas al alumbrado y aplicaciones

Conociendo el factor de alumbrado de cada foco y la potencia producida por cada aplicación (Tabla 4) es posible conocer el calor que se obtiene para cada superficie.

A partir de la suma de cada calor se obtienen los valores de calor sensible y calor latente para cada sala.

Además, es necesario incluir las ganancias de calor por aire exterior, según los caudales ventilación exterior que establece el RITE, y se encuentra

En el Anexo 2 se muestra una tabla con los cálculos las cargas de verano para una de las salas del edificio, a modo de ejemplo. Este cálculo se realiza con cada una de las salas.

### **3.2. Cálculo de cargas de invierno**

Para el cálculo de las pérdidas de calor en invierno, se tienen en cuenta aquellas que tienen lugar a través del cristal, muros exteriores, techos y suelos, según su orientación. También influyen las pérdidas asociadas a las superficies en contacto con lugares no climatizados.

En este caso, las cargas asociadas a radiación solar y cargas internas debidas a personas, iluminación y demás aplicaciones no se tienen en cuenta, ya que se parte de la situación más desfavorable en la que éstas no existen, al tratarse de una carga positiva a la hora de aportar calor.

Estas pérdidas se obtienen según la siguiente ecuación:

$$Q(Kcal/h) = \Delta T \cdot K \cdot S \cdot f_v$$

Donde:

$\Delta T$ : diferencia de temperatura interior y exterior

$K$ : coeficiente de transmisión

$S$ : superficie (m<sup>2</sup>)

$f_v$ : factor de viento. Valor que viene determinado en función del material de la superficie en cuestión. En el Anexo 2 se especifica cada parámetro.

También hay que tener en cuenta las pérdidas debidas al aire exterior infiltrado, según la ecuación:

$$\text{Aire ext(kcal/h)} = Q_{ext} \cdot C_e \cdot \Delta T$$

Cuando el aire es más frío, el volumen específico disminuye y el  $C_e$  volumétrico aumenta. Se adopta para verano e invierno  $C_e=0,3 \text{ kcal/cm}^3$ .

Así se obtienen los valores de cargas de invierno que deben de ser compensados por el sistema. En el Anexo 2 se puede observar el cálculo de estas cargas para una de las salas, para no exceder el tamaño del documento. Para el resto de las salas se ha procedido al cálculo de la misma manera.

### 3.3. Resumen de cargas

A continuación se muestra una tabla con los valores de las cargas de verano e invierno obtenidas en cada sala:

Tabla 5 Cargas de invierno y verano en cada sala

Planta	Sala	Superficie (m2)	Verano (Kcal/h)		Invierno (kcal/h)
			Calor total efectivo	Calor total	Calor total
0	1	21,5	2735	3349	1575
0	2	60,42	6993	8220	3160,9
0	3	43,84	3383	4457	1451,7
0	4	5,07	468	622	415,3
0	5	5,5	466	619	637,5
0	6	7,56	746	900	451,3
0	7	19,93	1443	1903	522,5
0	8	15,77	1414	1874	1153,6

0	9	256	22963	29557	17770,1
0	10	18,57	1443	1903	650,2
0	11	440,75	32683	43877	17744,6
0	12	157,8	13652	17639	10462,5
0	13	24,2	1809	2422	1015,1
0	14	104,89	9478	12084	11605,4
0	15	44,9	3323	4396	2112,5
0	16.1	14	969	1276	477,9
0	16.2	10,5	808	1115	415,9
0	16.3	3,6	339	493	293,7
0	16.4	11,7	864	1171	437,2
0	17	32,44	2417	3184	1555,3
0	18	10,28	856	1162	370,1
1	24	281,44	20457	27664	4531,5
1	25	98,7	6837	9290	1421,7
1	26	7,6	596	750	427,4
1	27	3,3	363	516	364,4
1	28	14,23	1067	1373	715,8
1	29	5,07	429	583	211,5
1	30	3,48	393	547	181
1	31	208,3	16234	21601	7434,4
1	32	15,7	1201	1661	409,5
1	33	12,8	926	1233	393,8
1	34	45,24	3716	4942	2205,2
1	35	22,2	1578	2192	428,4
1	36	168,03	14219	18513	9509,1
1	37	58,7	4760	6294	7436,6
1	38	8,6	573	726	314
1	39	7	537	690	304,1

2	40	491,17	39194	51769	17465,8
2	41	99,6	7938	10544	3564,9
2	42	18,8	1431	1891	592,8
2	43	70,3	5384	7224	2567,7
2	44	23,8	1835	2449	681,4
2	45	44	3581	4655	2050
2	46	31,36	2212	2978	971,3
2	47	4,3	405	559	240,9
2	48	3	338	492	152,8
2	49	32,3	2325	3092	504,3
2	50	33,9	2563	3483	1575,6
2	51	287,7	19843	27203	8860,5
3	52	27,4	1985	2751	157,5
3	53	22	1659	2272	926,2
3	54	112,5	10311	13224	7288,1
3	55	143,7	11769	15449	6136,4
3	56	74,5	6058	7898	2594,2
3	57	23,7	1744	2358	829,1
3	58	29,5	2227	2994	2601,4
3	59	49,3	3670	4897	2304,6
3	60	34,3	2572	3492	1420,8
3	61	31,8	2503	3270	1032,1
4	62	71,7	6432	8272	4069,2
4	63	75,7	6768	8762	3826,3
4	64	70,6	5642	7482	2941,3
4	65	29,5	2392	3159	1783,2
4	66	44	3621	4695	2526,2
4	67	47,85	3988	5215	2382,1
4	68	20,6	1520	1980	1457

4	69	14,1	1027	1321	556,4
4	70	80,81	5933	7926	1962,4
4	71	160,5	11960	16100	3994,3
4	72	12	1225	1531	1038,4

## 4. Dimensionado y diseño de la instalación

### 4.1. Redes de tuberías

Para poder obtener los valores de carga de refrigeración y calefacción requeridos para cada sala se emplearán fancoils (salas más pequeñas) y climatizadores (salas mayores), alimentados por tuberías de cuatro vías. De esta forma, circula agua caliente por dos vías (una de impulsión y otra de retorno) y agua fría de la misma forma por las otras dos vías. La red de tuberías de agua caliente y fría sigue caminos prácticamente iguales, por los espacios de las entreplantas hasta los equipos situados en la cubierta de cada sala.

El circuito consta de tuberías de impulsión y retorno de agua caliente y fría, desde y hacia plantas superiores. El cálculo se realiza desde el elemento terminal (batería de agua fría o caliente) más alejada, ya que será el recorrido en el que exista normalmente mayor pérdida de carga.

Para este auditorio se dividirá en tres circuitos la red de tuberías, para transportar el agua a fancoils y climatizadores. El primer circuito suministra agua a los climatizadores y fancoils de las plantas baja y primera. El segundo circuito transporta el agua hacia los fancoils de las plantas primera y segunda, y el cuarto circuito a los fancoils de las plantas tercera y cuarta.

El material de las tuberías es acero no aleado apto para soldeo y roscado, según norma UNE 10255, con un aislamiento de espuma elastomérica.

El diseño de las tuberías se ha de realizar de tal forma que se cumpla el caudal de agua suministrado a cada equipo, según la siguiente ecuación:

$$Q(m^3/h) = \frac{P}{\Delta T \cdot C_e}$$

Donde:

$Q$ : caudal suministrado a cada fancoil (calor total efectivo) o climatizador (calor total)

$P$ : potencia calorífica requerida en cada sala (kcal/h)

$\Delta T$ : incremento de temperatura del agua. 5°C para agua fría y 10°C para el agua caliente

$C_e$ : calor específico del agua (1cal/g)

La potencia de cada batería es la obtenida en el cálculo de cargas de verano e invierno.

La numeración de los tramos en este caso se realizará de tal forma que cada red de tuberías de un nudo se corresponde con un tramo diferente. Los caudales se van sumando en cada derivación, hasta el elemento terminal.

La elección de tuberías debe realizarse siguiendo según los criterios del RITE apartado 12 IT 1.2.4.2, en el cual se establece una pérdida de carga máxima admisible de 30 mm.c.a./m, y velocidad máxima, menor o igual a 2 m/s.

Para determinar el diámetro de cada tubería del circuito se usan las tablas de tuberías de acero y cobre del Anexo 4 a partir del caudal calculado anteriormente, y teniendo en cuenta las restricciones antes mencionadas sobre pérdida de carga y velocidad máxima. También se calcula la pérdida de carga asociada a válvulas, filtros y manguitos del circuito según la [tabla](#).

Es necesario tener en cuenta también la pérdida de carga de las baterías de climatizadores y fancoils, y de las válvulas de control de 3 vías o 2 vías asociadas a éstas. En este caso, la pérdida de carga de cada uno de los elementos anteriores es de 2000 mm.c.a.

A la pérdida de carga total calculada se le añade un margen del 10% de seguridad.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para las pérdidas de carga de cada tramo de la red de tuberías, así como la altura que debe superar la bomba de cada circuito.





TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a./ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.	BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)		
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd		uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd				uds	perd
1-2	123,90	3/8"	15	0,29	4,55	1	0,1							0,1												0	69,75	69,75			
2-3	247,80	1/2"	15	0,34	7,24	1	0,2							1												0	123,60	193,35			
3-4	412,65	3/4"	9	0,32	10,41									2,4												0	115,29	308,64			
4-5	536,55	3/4"	15	0,42	8,62	1	0,2							1,4												0	150,30	458,94			
5-6	784,35	3/4"	30	0,6	8,63									1,2												0	294,90	753,84			
6-7	912,74	1"	12	0,44	26,13									1,5												0	331,56	1.085,40			
7-8	1041,12	1"	16	0,51	4,68	1	0,3							0,3												0	79,68	1.165,08			
8-9	1100,54	1"	18	0,54	6,93	1	0,3							1,8												0	157,14	1.322,22			
9-10	1219,37	1"	22	0,6	6,46									1,5												0	175,56	1.497,78			
10-11	1338,20	1"	26	0,65	10,7									1,5												0	317,20	1.814,98			
11-12	1456,89	1"	30	0,71	13,15	1	0,3							1,8												0	448,50	2.263,48			
IMPULSIÓN + RETORNO														0												0	2.263,48	4.526,96			
VALV. BATERIA FANCOIL		3/8"	15	0,29										1	0,15					1	1,3				1	2	3,45	51,75	4.578,71		
VALV. BOMBA		1"	30	0,71										2	0,3					1	2,6			1	8	13,3	399,00	4.977,71			

Subtotal 4.977,71

bateria (mm.c.a.)	2.000,00
valv control	2.000,00
total	8.977,71
% segur.	10,00%

Ilustración 4 Pérdidas de carga tuberías agua caliente circuito 2

ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	9,88
--------------------------------------	------

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a./ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.	BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)		
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd		uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd				uds	perd
1-2	588,45	3/4"	20	0,45	5,08	1	0,3							0,3												0	107,60	107,60			
2-3	1176,90	1"	22	0,56	8,93	1	0,6							2,1												0	242,66	350,26			
3-4	1765,35	1 1/4"	12	0,49	9,86	1	0,9							2,7												0	150,72	500,98			
4-5	2353,80	1 1/4"	20	0,65	5,56	1	0,9							2,7												0	165,20	666,18			
5-6	2959,60	1 1/2"	15	0,62	7,75	1	1,2							3,6												0	170,25	836,43			
6-7	3565,40	1 1/2"	21	0,74	34,64	2	1,2							2,4												0	777,84	1.614,27			
7-8	4208,60	1 1/2"	26	0,86	5,12	1	1,2							1,2												0	176,96	1.791,23			
8-9	4851,80	2"	11	0,62	8,71									3												0	128,81	1.920,04			
9-10	5528,60	2"	14	0,7	8,15									3												0	156,10	2.076,14			
10-11	6205,40	2"	18	0,8	6,5									3												0	171,00	2.247,14			
11-12	7333,80	2"	24	0,93	23,23	1	1,5							7,5												0	737,52	2.984,66			
IMPULSIÓN + RETORNO														0												0	2.984,66	5.969,32			
VALV. BATERIA FANCOIL		3/4"	20	0,45										1	0,21					1	1,7				1	6	7,91	188,20	6.127,52		
VALV. BOMBA		2"	24	0,93										2	0,3					2	1,8			1	3,2	1	12,1	22,2	532,80	6.660,32	

Subtotal 6.660,32

bateria (mm.c.a.)	2.000,00
valv control	2.000,00
total	10.660,32
% segur.	10,00%

Ilustración 5 Pérdidas de carga tuberías agua fría circuito 3

ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	11,73
--------------------------------------	-------



## 4.2. Cálculo de conductos

Los conductos se emplean para transportar el aire de los climatizadores a las salas a climatizar a través de una serie de redes y circuitos. Este aire llega a elementos terminales, que en este caso son difusores y rejillas. Los difusores reciben el caudal de aire de los conductos de impulsión, y por las rejillas de retorno se transporta el aire a través de los conductos de retorno hacia las UTAs.

Para calcular el caudal que requiere cada sala se emplean los valores de caudal de impulsión hallados previamente en el cálculo de cargas de verano.

El caudal de aire que circula por los conductos de retorno se calcula como la diferencia de caudales de aire suministrado (impulsión) y el caudal de aire exterior de ventilación. Éste depende de la ocupación de cada sala, y ha sido calculado previamente para las cargas de verano.

Posteriormente se debe de proceder al cálculo de las dimensiones de los conductos que unen los elementos terminales. Para ello se definen los circuitos por tramos con nudos que se sitúan cada vez que se produce una variación de caudal, empezando por el elemento más alejado.

Empleando la tabla del Anexo 5 se obtiene el diámetro de conducto equivalente, a partir del caudal requerido para cada elemento terminal, siempre que se cumpla que la velocidad del aire en dichos conductos sea inferior a 10 m/s, y que la pérdida de carga unitaria se encuentre entre 0,08 y 0,1 mm.c.a./ml. En este caso se ha diseñado a partir de una pérdida de carga de 0,09 mm.c.a./ml.

En el caso de tener falsos techos con suficiente espacio se pueden emplear conductos circulares. Sin embargo, en muchos casos esto no es posible, por lo que se tiene que recurrir a conductos rectangulares debido a la falta de espacio o falsos techos.

Para ello se ha usado el diagrama de transformación de los conductos circulares en conductos rectangulares a iguales pérdidas de carga del Anexo 5, que permite obtener un conducto rectangular equivalente al circular calculado anteriormente. Se debe de asegurar

que el factor de forma del conducto sea menor o igual que 3 (dimensión mayor/dimensión menor  $\leq 3$ ).

La elección de conjunto se ha realizado de tal forma que se mantenga, en la medida de lo posible, alguna de las medidas de conductos anteriores en las reducciones.

Una vez conocidos los conductos a instalar, se calcula la pérdida de carga para el recorrido más desfavorable para poder dimensionar el ventilador.

A la pérdida de carga total calculada por los conductos se le debe de sumar las pérdidas de carga de difusores y rejillas. Éstas se obtienen de los catálogos del fabricante.

Los difusores empleados son de la marca TROX, y se tratan de difusores rotacionales modelo VDN. Se sitúan de tal forma que la distancia entre ellos no sea inferior a 2,4 o 2,5 m, y que la distancia a cualquier pared sea, al menos, la mitad de esta distancia. Se deben seleccionar los difusores capaces de suministrar el caudal requerido en cada sala, con un nivel sonoro inferior o igual a 40 dB. El número de difusores de cada sala se obtiene a partir del caudal requerido en cada una de ellas. En total se usarán 194 difusores.

En el caso de las rejillas, se emplearán en todas las salas a climatizar.

Los difusores elegidos del catálogo de TROX de dimensiones 300x8, 500x24 y 600x48. Cada uno de estos difusores tiene una pérdida de carga asociada que debe añadirse al resto de pérdidas de carga.

Las rejillas de retorno también son del fabricante TROX, y se ha elegido el modelo AT, en medidas 525x165mm, 225x125mm, 425x325mm, y 352x225mm. Las rejillas de retorno se han elegido de dimensiones 525x165mm, 225x125mm, 425x325mm y 325x225mm.

En el Anexo 7 se muestran las tablas del catálogo de elementos terminales (difusores y rejillas) elegidos para este proyecto.

A la pérdida de carga total calculada en cada circuito se le añade un coeficiente de seguridad del 10%.

Para los caminos críticos de cada circuito de conductos se han obtenido unos valores de pérdidas de carga que se muestran en el Anexo 8.

## **5. Equipos y componentes**

### **5.1. Climatizadores**

Los climatizadores se encargan de tratar el aire de manera integral, pudiendo controlar todas sus variables: temperatura, humedad, ventilación y calidad del aire. También se conocen como Unidades de Tratamiento de Aire (UTA), o Air Handling Unit (AHU) en inglés.

Gracias a los climatizadores es posible obtener unas condiciones de humedad y temperatura en cada sala, consiguiendo el confort térmico deseado. Las calderas y máquinas frigoríficas se encargan de la producción de calor/frío, y a través de redes de tuberías de agua y conductos de aire se produce el intercambio de energía entre ambos fluidos, que se distribuye a cada sala por medio de difusores.

El climatizador está compuesto por varios elementos:

- Batería de frío y calor

Está compuesta por una serie de serpentines por los cuales circula el agua o aire, conectadas a máquinas generadoras de calor/frío que aportan la energía requerida al fluido.

- Baterías de filtros

Tienen la función de eliminar las partículas en suspensión que aparecen en el aire, de forma que no se contamine el resto de circuito, manteniendo la durabilidad de los equipos, y permitiendo una mayor cantidad de aire inyectado.

- Ventilador

Se encarga de impulsar el aire tratado a lo largo de la instalación, generando un caudal de impulsión calculado teniendo en cuenta las pérdidas que se producirán en el resto de tramos del circuito.

- Conductos de ventilación

Se incluyen aquí los difusores y elementos terminales que distribuyen el aire hasta la sala a climatizar.

Para este caso se emplearán climatizadores en las salas de mayor tamaño y con cargas térmicas mayores, que son: la cafetería, el salón de actos, el escenario primario, el restaurante, la sala de exposiciones temporales, la sala de exposiciones permanentes, y la caja escénica.

Se emplearán climatizadores del fabricante TERMOVEN, de la serie 2000. Estos equipos son unidades de tratamiento de aire que se diseñan a medida para cada instalación, con el fin de acoplarse a cada espacio, cumpliendo con los requerimientos de caudal y potencia.

En la siguiente tabla se muestran las necesidades de potencia y caudal de cada climatizador a instalar:

**Tabla 6 Necesidades potencia y caudal climatizadores**

Nº Sala	Sala	Baterías Frío/Calor		Ventiladores			
		Potencia Calorífica (kW)		Impulsión		Retorno	
		Frío	Calor	Caudal (m3/h)	Pérdida de carga (mm.c.a.)	Caudal (m3/h)	Pérdida de carga (mm.c.a.)
12	CAFETERÍA	20,51	12,17	3493	1,46	2744,2	1,64
24	SALÓN DE ACTOS	32,17	5,27	5040	7,53	3686,4	5,92
40	ESCENARIO PRIMARIO	60,21	20,31	9850	11,49	7488,4	11,49
36	RESTAURANTE	21,53	11,06	3615	4,52	2808,6	3,55
11	SALA EXP. TEMPORALES	51,03	20,64	8102	3,88	5999,6	4,37
9	SALA EXP. PERMANENTES	34,37	20,67	5892	2,91	4653,6	3,28
51	CAJA ESCÉNICA	31,64	10,30	4831	5,63	3448,6	5,63

Los valores de potencia se pasan de kcal/h a kW ya que es la unidad que emplean los fabricantes en sus catálogos.

Para determinar el modelo de climatizador a usar, y una vez conocidas las necesidades de climatización de cada elemento, se deben de calcular los siguientes parámetros:

### Potencia de la batería de calor

Se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$P_{calor} = Q_i \cdot 0,3 \cdot (T_{int} - T_{ext})$$

Donde  $Q_i$  representa el caudal de aire impulsado. Este valor de potencia representa el calor latente que combate las cargas de invierno.

### Potencia de la batería de frío

Se calcula como la suma de las potencias latente y sensible de cada sala, según las siguientes expresiones:

$$P_{sensible} = Q_i \cdot 0,3 \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

$$P_{latente} = Q_i \cdot 0,7 \cdot (H_{ext} - H_{int})$$

Al dividir ambas expresiones se obtiene una recta en el diagrama psicrométrico que constituye el lugar geométrico de los puntos que cumplen las condiciones de impulsión de la sala a climatizar (RC).

Si la recta de carga es horizontal ( $H=cte$ ), solo se tiene carga sensible, mientras que si fuera vertical ( $T=cte$ ) solo existiría carga latente.

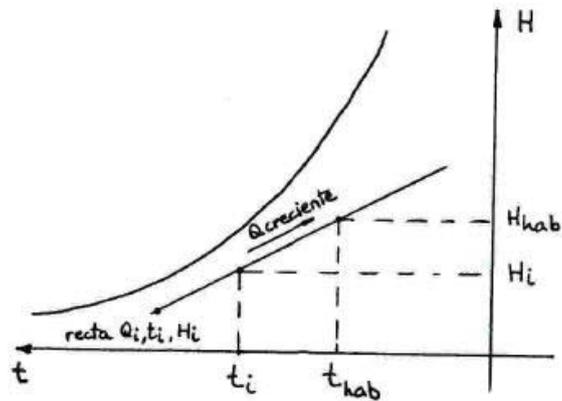


Ilustración 8 Cálculo de condiciones de impulsión usando el diagrama psicrométrico

### Caudal de impulsión

Se obtienen conociendo el factor de by-pass (FB) (tanto por uno de aire que no pasa por la batería). Para ello es necesario calcular las cargas sensibles y latentes de cada habitación:

$$CSEH = C_s + Q_v \cdot 0,3 \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

Donde:

*CSEH*: carga sensible efectiva de la habitación

$C_s$ : carga sensible de la habitación

$Q_v$ : caudal de ventilación

$$CLEH = C_l + Q_v \cdot 0,7 \cdot (H_{ext} - H_{int})$$

Donde:

*CLEH*: carga latente efectiva de la habitación

*l*: carga latente de la habitación

$Q_v$ : caudal de ventilación

Obteniéndose la carga total efectiva de la habitación mediante la suma de las dos anteriores:

$$CTEH = CSEH + CLEH$$

Se define el factor de calor sensible efectivo de la habitación:

$$FCSEH = \frac{CSEH}{CTEH}$$

Se obtiene el valor del caudal de impulsión:

$$Q_i = \frac{CSEH}{(1 - FB) \cdot 0,3 \cdot (T_{int} - T_a)} - \frac{CLEH}{(1 - FB) \cdot 0,7 \cdot (H_{int} - H_a)}$$

Donde  $a$  representa el punto de intersección de RC con la curva de saturación del diagrama psicrométrico.

Para calcular el caudal de extracción se resta al de impulsión el caudal de ventilación.

### Ventiladores

Se eligen aquellas unidades de tratamiento de aire con ventiladores capaces de suministrar el caudal superando las pérdidas de carga calculadas en los conductos.

En la siguiente tabla se muestran los modelos de climatizadores del suministrador "TERMOVEN" empleados en el proyecto:

**Tabla 7 Modelos de climatizadores elegidos**

<b>Climatizador</b>	<b>Sala</b>	<b>Modelo</b>
CL-1	CAFETERÍA	CLA 2010/1 H
CL-2	SALÓN DE ACTOS	CLA 2012/1H
CL-3	ESCENARIO PRIMARIO	CLA 2018/1 H
CL-4	RESTAURANTE	CLA 2010/1 H
CL-5	SALA EXP. TEMPORALES	CLA 2015/1H
CL-6	SALA EXP. PERMANENTES	CLA 2012/1H
CL-7	CAJA ESCÉNICA	CLA 2012/1H

## **5.2. Fancoils**

Los fancoils son equipos agua-aire compuestos por una batería o intercambiador de frío o calor, y un ventilador. Son comúnmente usados por su naturaleza compacta, prestaciones y precio.

Emplean como refrigerante el agua, que reciben desde una caldera o enfriadora a través de redes de tuberías. Esta agua circula por una serie de serpentines que provocan un intercambio de calor con el aire por convección.

En este auditorio se han empleado fancoils en las salas a climatizar, para poder compensar las cargas térmicas. Se colocarán en los falsos techos de las salas a climatizar, y en los espacios de las entreplantas. En total se emplearán 33 fancoils del fabricante AIRLAN, del modelo FCZ P colgante sin muelle, de cuatro tubos, para poder combatir tanto las cargas

térmicas de verano como de invierno. Estos fancoils permiten su instalación vertical y horizontal, y al ser de un tamaño compacto no suponen un problema excesivo de espacio.

En la siguiente tabla se muestran los fancoils que se va a emplear, y las cargas térmicas que deben de vencer, tanto de frío como de calor.

**Tabla 8 Distribución fancoils salas**

<b>Sala</b>	<b>Nº fancoils</b>	<b>Potencia frigorífica (kW)/fancoil</b>	<b>Potencia calorífica (kW)/fancoil</b>	<b>Modelo Fancoil</b>
3	2	1,97	0,84	FCZ 302-M
7	2	0,84	0,30	FCZ 302-M
8	1	1,64	1,34	FCZ 302-M
31	6	3,15	1,44	FCZ 401-H
32	1	1,40	0,48	FCZ 401-H
43	2	3,13	1,49	FCZ 401-H
41	6	1,54	0,69	FCZ 301-L
42	1	1,66	0,69	FCZ 301-L
55	4	3,42	1,78	FCZ 501-H
56	2	3,42	1,78	FCZ 501-H
62	2	3,74	2,37	FCZ 501-H
63	2	3,42	1,78	FCZ 501-H
64	2	3,42	1,78	FCZ 501-H

### **5.3. Grupos frigoríficos**

Son los encargados de suministrar la potencia frigorífica al sistema. Se acudirá al fabricante TRANE para la elección de las enfriadoras, y se ubicarán en la cubierta del edificio.

El modelo de enfriadora elegido debe combatir las cargas totales de verano, y ser capaz de suministrar dicha potencia de refrigeración. Las cargas totales de verano a combatir son 560,8 kW.

El modelo elegido es TRANE CGAN 213 STD, y se usarán dos enfriadoras colocadas en paralelo para que, en caso de fallo de alguna de ellas, se pueda usar la otra. En el Anexo 7, se muestran las características técnicas de esta enfriadora.

#### **5.4. Caldera**

La caldera se encarga de proporcionar la potencia calorífica para calentar el agua de la red de tuberías. Esta potencia debe ser suficiente para poder combatir las cargas de invierno totales en el edificio. En este caso, la potencia calorífica total requerida en invierno es de 289 kW.

El modelo de caldera a elegir será VITOPLEX 300, de potencia de calefacción útil 345 kW. Se trata de una caldera de tres pasos de humos, que permite una mayor eficiencia de la combustión. En el Anexo 7 se muestran las características técnicas de esta caldera.

#### **5.5. Bombas**

Las bombas son elementos necesarios para permitir la impulsión del agua a través de las tuberías. Existen dos parámetros fundamentales a la hora de elegir el tipo de bomba a utilizar: el caudal de impulsión, y la presión requerida por el fluido.

Para cada uno de los tres circuitos de tuberías explicados anteriormente se necesitarán cuatro bombas (dos de ellas para impulsar el agua del circuito de agua fría y las otras dos para el de agua caliente). Cada pareja de bombas se colocará en paralelo, de tal forma que, si se produce una avería en una de ellas, la impulsión de agua del circuito la asuma la otra.

Para poder transportar el agua a las enfriadoras se emplearán cuatro bombas (dos bombas para cada enfriadora), y dos bombas para la impulsión de agua a la caldera.

Para la elección de bombas se acude al fabricante GRUNDFOS, y se escogen en función al caudal de impulsión y de retorno obtenidos al calcular las pérdidas de carga de los tramos de tuberías.

Así se tienen los siguientes modelos de bomba para cada circuito:

**Tabla 9 Modelos bombas elegidas circuitos tuberías**

<b>Tramo</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Altura efectiva (m.c.a)</b>	<b>Modelo</b>
Circuito 1 agua fría	39,05	10,41	GRUNDFOS TPE 40-240/2
Circuito 1 agua caliente	6,28	8,19	GRUNDFOS TPE 40-120/2
Circuito 2 agua fría	6,44	10,55	GRUNDFOS TPE 40-180/2
Circuito 2 agua caliente	1,46	9,88	GRUNDFOS TPE 40-120/2
Circuito 3 agua fría	7,33	11,73	GRUNDFOS TPE 40-180/2
Circuito 3 agua caliente	1,96	9,88	GRUNDFOS TPE 40-120/2

Para el circuito que llega a las enfriadoras se requiere un caudal por cada bomba de 48,22 m<sup>3</sup>/h, y se emplará el modelo GRUNDFOS TPE 50-360/2, mientras que para el circuito que llega a las calderas se requerirán 29,6 m<sup>3</sup>/h, y se empleará el modelo GRUNDFOS TPE 40-360/2.

## **5.6. Valvulería**

Se incluyen aquí las válvulas y componentes asociados a la red de tuberías de agua fría y caliente, tales como válvulas de regulación, válvulas de mariposa y de bola, manguitos anti vibratorios, válvulas de equilibrado, trasductores,...

Para este tipo de componentes se acudiré al fabricante TOUR-ANDERSSON.

## 6. Conclusiones

Con este proyecto se pretende obtener una visión completa del dimensionamiento y cálculo de una instalación de climatización en un edificio público, de tal forma que se cumplan tanto los requerimientos legales para este tipo de establecimientos, así como las necesidades de confort térmico de sus ocupantes.

Se puede analizar que para lograr esto, es necesario combatir en mayor medida las cargas térmicas de verano que de invierno. Lógicamente, al tratarse de una región de la provincia de Huelva, los valores climatológicos en esta estación son más desfavorables que en invierno, lo que provoca unos resultados algo superiores a los obtenidos en regiones de España más septentrionales para edificios de similares características.

Del mismo modo se puede concluir que existe una diferencia importante en los valores de las cargas de verano obtenidas para unos determinados materiales constructivos, como por ejemplo los vidrios frente a las paredes. Esto puede desempeñar un papel importante en el proceso de diseño y construcción del edificio, de forma que se busque obtener un mayor ahorro y eficiencia energética por medio de elección de materiales y orientación de las salas.

En cuanto a la elección de equipos y componentes, se han elegido de acuerdo a las características requeridas y de tal forma que se maximice la eficiencia energética total del edificio. Por este motivo, los fancoils han sido empleados en salas más pequeñas ya que representan una solución más compacta y económica, mientras que para las salas con mayor demanda energética se recurre a climatizadores.

Con respecto a las redes de tuberías y conductos, se ha buscado un diseño que minimice las pérdidas de carga y la longitud de los tramos, aprovechando el espacio disponible en las entreplantas para su disposición. Esto repercute directamente en los elementos de impulsión tanto de agua como de aire, ya que se requieren potencias menores y, por lo tanto, se obtiene un ahorro energético destacable.

Finalmente, el coste total del proyecto de climatización se encuentra dentro de los márgenes de presupuestos para instalaciones en edificios de similares características de tamaño, situación y uso.

## II. PRESUPUESTO

A continuación, se detalla el coste asociado al material e instalación de cada componente del sistema de climatización del edificio. Se muestra también un presupuesto para abordar el coste total del proyecto de climatización.

1 PRODUCCIÓN DE FRÍO/CALOR					
1.1	ud	1 Caldera VITOPLEX 300 de 345 kW de potencia térmica útil, con tres pasos de humos. 1 INSTALACIÓN HIDRÁULICA - 2 electrobombas dobles tipo circuladora marca GRUNDFOS, modelos TPE 40-360/2 - 2 válvulas de corte motorizadas- Sistemas de seguridad formado por: Dos depósitos de expansión cerrados. Dos válvulas de seguridad. Dos presostato de mínima. - Seccionamiento: válvulas de corte que permiten aislar hidráulicamente el VITOMODUL de la instalación. - Equipamiento diverso: Manguitos antivibratorios. Toma para llenado. Toma para vaciado. Purgadores automáticos de aire. Instrumentación: termómetros y manómetros según normativa.	1	47.598,78	47.598,78
1.2	ud	ENFRIADORA TRANE CGAN 213 STD Potencia frigorífica: 428 kW INSTALACIÓN HIDRÁULICA - 4 electrobombas dobles tipo circuladora marca GRUNDFOS, modelos TPE 40-360/2 - 4 válvulas de corte motorizadas - Sistemas de seguridad formado por: Cuatro depósitos de expansión cerrados. Cuatro válvulas de seguridad. Cuatro presostato de mínima. - Seccionamiento: válvulas de corte que permiten aislar hidráulicamente el VITOMODUL de la instalación. - Equipamiento diverso: Manguitos antivibratorios. Toma para llenado. Toma para vaciado. Purgadores automáticos de aire. Instrumentación: termómetros y manómetros según normativa.	2	48.191,89	96.383,78
1.2.1	ud	Partida alzada de aislamiento completo de valvulería y tuberías de climatización en la producción de frío y calor a base de plancha de espuma elastomérica marca ARMAFLEX de espesor según normativa vigente.	1	14.480,71	14.480,71

1.3	ud	Conjunto de llenado de la instalación: Contador de agua. 2 Filtro de agua. 4 Válvulas de retención de 1 agua 2 Válvulas motorizadas. 8 Válvulas de corte. 2 Manómetros.	1	1.489,55	1.489,55
<b>2 EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE AIRE</b>					
2.1	ud	Climatizador marca TERMOVEN mod. CLA-2010/1H	2	17.689,09	35.378,18
2.2	ud	Climatizador marca TERMOVEN mod. CLA-2012/1 H	3	14.583,97	43.751,91
2.3	ud	Climatizador marca TERMOVEN mod. CLA-2018/1 H	1	17.632,02	17.632,02
2.4	ud	Climatizador marca TERMOVEN mod. CLA-2015/1H	1	16.035,87	16.035,87
<b>3 BOMBAS</b>					
3.1	ud	Grupo motobomba marca GRUNDFOS - Modelo: TPE 40-240/2 - Caudal: 39 m3/h - Pérdida de carga: 10,4 m.c.a.	1	5.022,98	5.022,98
3.2	ud	Grupo motobomba marca GRUNDFOS - Modelo: TPE 40-120/2 - Caudal: 7 m3/h - Pérdida de carga: 8,2 m.c.a.	3	3.282,60	9.847,80
3.3	ud	Grupo motobomba marca GRUNDFOS - Modelo: TPE 40-180/2 - Caudal: 7 m3/h - Pérdida de carga: 10,6 m.c.a.	2	3.548,70	7.097,40
3.4	ud	Grupo motobomba marca GRUNDFOS - Modelo: TPE 50-360/2 - Caudal: 48,2 m3/h - Pérdida de carga: 22,6 m.c.a.	1	6.389,76	6.389,76
3.5	ud	Grupo motobomba marca GRUNDFOS - Modelo: TPE 50-360/2 - Caudal: 29,6 m3/h - Pérdida de carga: 17,3 m.c.a.	1	5.483,65	5.483,65
<b>4 TUBERÍAS</b>					
4.1	m	Tubería de acero negro soldada tipo UNE-EN-10255 de 3/8" para soldar, para circuitos de climatización, incluso parte proporcional de soportes, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, accesorios de montaje, etc., con imprimación en minio electrolítico y acabado en esmalte, incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, completa e instalada según planos y pliego de condiciones.	4,55	18,65	84,86
4.2	m	Tubería de acero negro soldada tipo UNE-EN-10255 de 1/2" para soldar, para circuitos de climatización, incluso parte proporcional de soportes, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, accesorios de montaje, etc., con imprimación en minio electrolítico y acabado en esmalte, incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, completa e instalada según planos y pliego de condiciones.	7,24	21,53	155,88
4.3	m	Tubería de acero negro soldada tipo UNE-EN-10255 de 3/4" para soldar, para circuitos de climatización, incluso parte proporcional de soportes, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, accesorios de montaje, etc., con imprimación en minio electrolítico y acabado en esmalte, incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, completa e instalada según planos y pliego de condiciones.	47,5	23,07	1.095,83

4.4	m.	Tubería de acero negro soldada tipo UNE-EN-10255 de diámetro 1" para soldar, para circuitos de climatización, incluso parte proporcional de soportes, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, accesorios de montaje, etc., con imprimación en minio electrolítico y acabado en esmalte, incluso coquilla de espuma elastomerica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvulería, completa e instalada según planos y pliego de condiciones.	93,7	25,98	2.434,33
4.5	m.	Tubería de acero negro soldada tipo UNE-EN-10255 de diámetro 1 1/4" para soldar, para circuitos de climatización, incluso parte proporcional de soportes, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, accesorios de montaje, etc., con imprimación en minio electrolítico y acabado en esmalte, incluso coquilla de espuma elastomerica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvulería, completa e instalada según planos y pliego de condiciones.	68,6	29,29	2.009,29
4.5	m.	Tubería de acero negro soldada tipo UNE-EN-10255 de diámetro 1 1/2" para soldar, para circuitos de climatización, incluso parte proporcional de soportes, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, accesorios de montaje, etc., con imprimación en minio electrolítico y acabado en esmalte, incluso coquilla de espuma elastomerica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvulería, completa e instalada según planos y pliego de condiciones.	89,6	34,37	3.079,55
4.6	m.	Tubería de acero negro soldada tipo UNE-EN-10255 de diámetro 2" para soldar, para circuitos de climatización, incluso parte proporcional de soportes, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, accesorios de montaje, etc., con imprimación en minio electrolítico y acabado en esmalte, incluso coquilla de espuma elastomerica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvulería, completa e instalada según planos y pliego de condiciones.	81,7	40,24	3.287,61
4.7	m.	Tubería de acero negro soldada tipo UNE-EN-10255 de diámetro 2 1/2" para soldar, para circuitos de climatización, incluso parte proporcional de soportes, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, accesorios de montaje, etc., con imprimación en minio electrolítico y acabado en esmalte, incluso coquilla de espuma elastomerica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvulería, completa e instalada según planos y pliego de condiciones.	10,77	51,24	551,85
4.8	m.	Tubería de acero negro soldada tipo UNE-EN-10255 de diámetro 3" para soldar, para circuitos de climatización, incluso parte proporcional de soportes, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, accesorios de montaje, etc., con imprimación en minio electrolítico y acabado en esmalte, incluso coquilla de espuma elastomerica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvulería, completa e instalada según planos y pliego de condiciones.	27	63,09	1.703,43
4.9	m.	Tubería de acero negro soldada tipo UNE-EN-10255 de diámetro 4" para soldar, para circuitos de climatización, incluso parte proporcional de soportes, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, accesorios de montaje, etc., con imprimación en minio electrolítico y acabado en esmalte, incluso coquilla de espuma elastomerica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvulería, completa e instalada según planos y pliego de condiciones.	76	73,88	5.614,88

4.10	m	Tubería en acero negro clase UNE-EN-10255 de diámetro 6" sin soldadura, para circuitos de climatización, incluso parte proporcional de soportes, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, accesorios de montaje, etc., con imprimación en minio electrolítico y acabado en esmalte, incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvulería, completa e instalada según planos y pliego de condiciones.	12	113,81	1.365,72
4.11	ud	Dilatadores para la red de tuberías de climatización	1	3.195,60	3.195,60
<b>5 VALVULERÍA</b>					
5.1	ud	Suministro y montaje de VALVULERÍA de EQUILIBRADO, TRASDUCTORES Y EQUILIBRADORES, marca TOUR-ANDERSSON compuesto por el siguiente material de campo.  En el circuito de Frío: Válvula de equilibrado STAD STAD 40 - c/v1 STAD 50 - c/v1 Válvula de equilibrado STAF STAF 65 4 STAF 1253 STAF 1501 Válvula de equilibrado, control proporcional y corte modelo TBV-CM TBV-CM 15 LF (Kvs: 0,4) 4 TBV-CM 20 NF (Kvs: 2,0) 14 TBV-CM 25 NF (Kvs: 4,0) 18 Regulador de presión diferencial STAP STAP 40 1 STAP 50 1 STAP 65 4 Válvula TA-BPV. Válvula de descarga de acción proporcional. TA-BPV 32-R 7 Transductor TA Link PN 25 para medición en continuo, de la presión diferencial y del caudal y envío de la señal emitida al sistema de control centralizado. TA Link Rango 0-100 kPa 3 Toma de presión 2 vías 3 Capilar de 1 m <sup>3</sup>	2	19.759,24	39.518,48
<b>6 EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE AIRE</b>					
6.1	ud	Fancoil AIRLAN FCZ 302-M 4 Tubos	5	1.065,95	5.329,75
6.2	ud	Fancoil AIRLAN FCZ 401-H 4 Tubos	9	1.876,35	16.887,15
6.3	ud	Fancoil AIRLAN FCZ 301-L 4 Tubos	7	2.306,87	16.148,09
6.4	ud	Fancoil AIRLAN FCZ 501-H 4 Tubos	12	2.875,66	34.507,92
<b>7 CONDUCTOS</b>					
7.1	m2	Conductos rectangulares de aire, contruidos en plancha rígida de fibra de vidrio con protección de lámina de aluminio en ambas caras, marca ISOVER mod. CLIMAVÉR PLUS, de 25 mm. de espesor, según normas UNE y NTE-ICI-22.	4326	18,96	82.020,96
7.2	m2	Canalización de aire realizada en chapa de acero galvanizada de espesor según normativa vigente,	5882	19,95	117.345,90
7.3	m	Conducto de canalización de aire de 300 mm de diámetro, realizada con chapa de acero galvanizada de espesor según normativa vigente.	126	23,21	2.924,46
7.4	m	Conducto de canalización de aire de 350 mm de diámetro, realizada con chapa de acero galvanizada de espesor según normativa vigente.	10	38,60	386,00
7.5	m	Conducto de canalización de aire de 400 mm de diámetro, realizada con chapa de acero galvanizada de espesor según normativa vigente.	18	46,97	845,46
7.6	m	Conducto de canalización de aire de 600 mm de diámetro, realizada con chapa de acero galvanizada de espesor según normativa vigente.	16	54,04	864,64

7.7	m2	Aislamiento exterior de conductos de canalización de aire de chapa de acero, realizado en fibra de vidrio tipo ISOVER IBR-55	4326	12,79	55.329,54
7.8	m2	Recubrimiento exterior de conductos de canalización de aire, realizado en chapa de aluminio de 0,6 mm de espesor.	5882	28,88	169.872,16
<b>8 ELEMENTOS TERMINALES</b>					
8.1	ud	Difusor rotacional de impulsión 300x8 modelo VDW-Q-Z-H-M marca TROX	45	84,68	3.810,60
8.2	ud	Difusor rotacional de impulsión 500x24 modelo VDW-Q-Z-H-M marca TROX	157	118,55	18.612,35
8.3	ud	Difusor rotacional de impulsión 600x48 modelo VDW-Q-Z-H-M marca TROX	24	160,96	3.863,04
8.4	ud	Rejilla de retorno marca TROX modelo AT de dimensiones 525x165 mm, fabricada en aluminio.	20	21,87	437,40
8.5	ud	Rejilla de retorno marca TROX modelo AT de dimensiones 225x125 mm, fabricada en aluminio.	61	16,23	990,03
8.6	ud	Rejilla de retorno marca TROX modelo AT de dimensiones 425x325 mm, fabricada en aluminio.	59	27,40	1.616,60
8.7	ud	Rejilla de retorno marca TROX modelo AT de dimensiones 325x225 mm, fabricada en aluminio.	8	19,54	156,32
8.8	ud	Tobera de impulsión de largo alcance, marca TROX mod. DUES-LB400 diámetro de salida de aire de 235 mm, construida en aluminio,	20	169,60	3.392,00
8.9	ud	Boca de extracción modelo TROX LVS, tamaño 100, 132 mm de diámetro y 40 mm de alto. Alcance de 1.5 m y caudal 25 l/s (90 m3/h).	91	27,98	2.546,18
8.10	ud	Rejilla de impulsión marca TROX modelo AT de 225x125 mm, fabricada en aluminio	16	21,76	348,16
8.11	ud	Rejilla de impulsión marca TROX modelo AT de 425x125 mm, fabricada en aluminio.	8	19,00	152,00
8.12	ud	Rejilla de impulsión marca TROX modelo AT de 325x125 mm, fabricada en aluminio.	4	17,53	70,12
8.13	ud	Compuertas cortafuegos marca TROX mod. FKA-3	47	310,73	14.604,31
8.14	ud	Compuerta de regulación de 300x200 mm, marca KOOLAIR mod. 29-0	9	54,32	488,88
8.15	ud	Compuerta de regulación de 350x300 mm, marca KOOLAIR mod. 29-0	7	70,86	496,02
8.16	ud	Compuerta de regulación de 400x300 mm, marca KOOLAIR mod. 29-0	12	70,86	850,32
8.17	ud	Compuerta de regulación de 300x180 mm, marca TROX mod. JZ-A	3	54,32	162,96
8.18	ud	Compuerta de regulación de 300x180 mm, marca TROX mod. JZ-L	3	127,41	382,23
8.19	ud	Compuerta de regulación de 500x180 mm, marca TROX mod. JZ-A o equivalente,	1	56,16	56,16
8.20	ud	Compuerta de regulación de 500x180 mm, marca TROX mod. JZ-L	1	132,59	132,59
<b>Subtotal climatización</b>					<b>926.320,00</b>
<b>TOTAL CLIMATIZACIÓN</b>					<b>926.320,00</b>
<b>TOTAL OFERTA :</b>					<b>926.320,00 €</b>

### III. ANEXOS

#### Anexo 1. Planos plantas



Ilustración 9 Salas planta baja

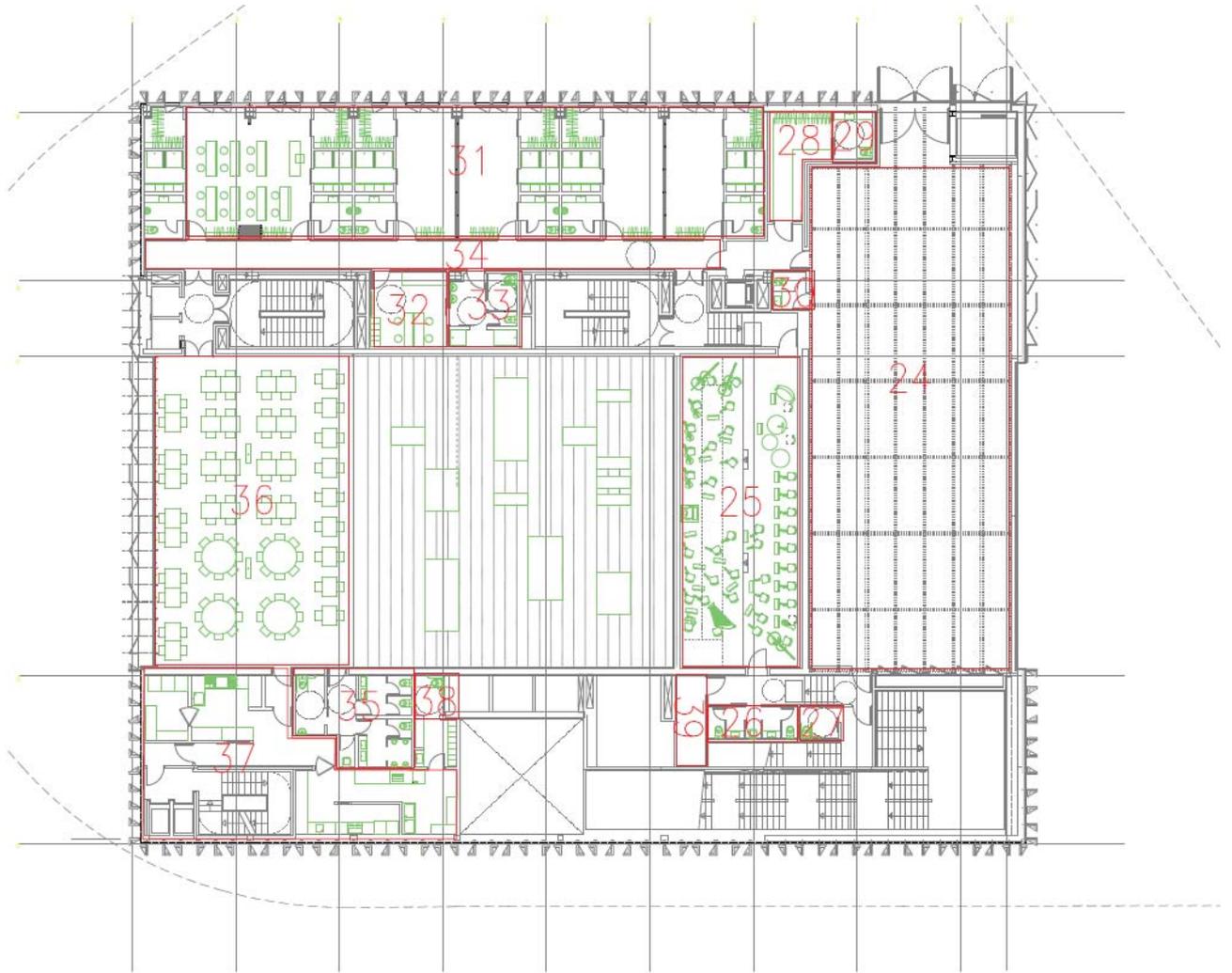


Ilustración 10 Salas planta primera

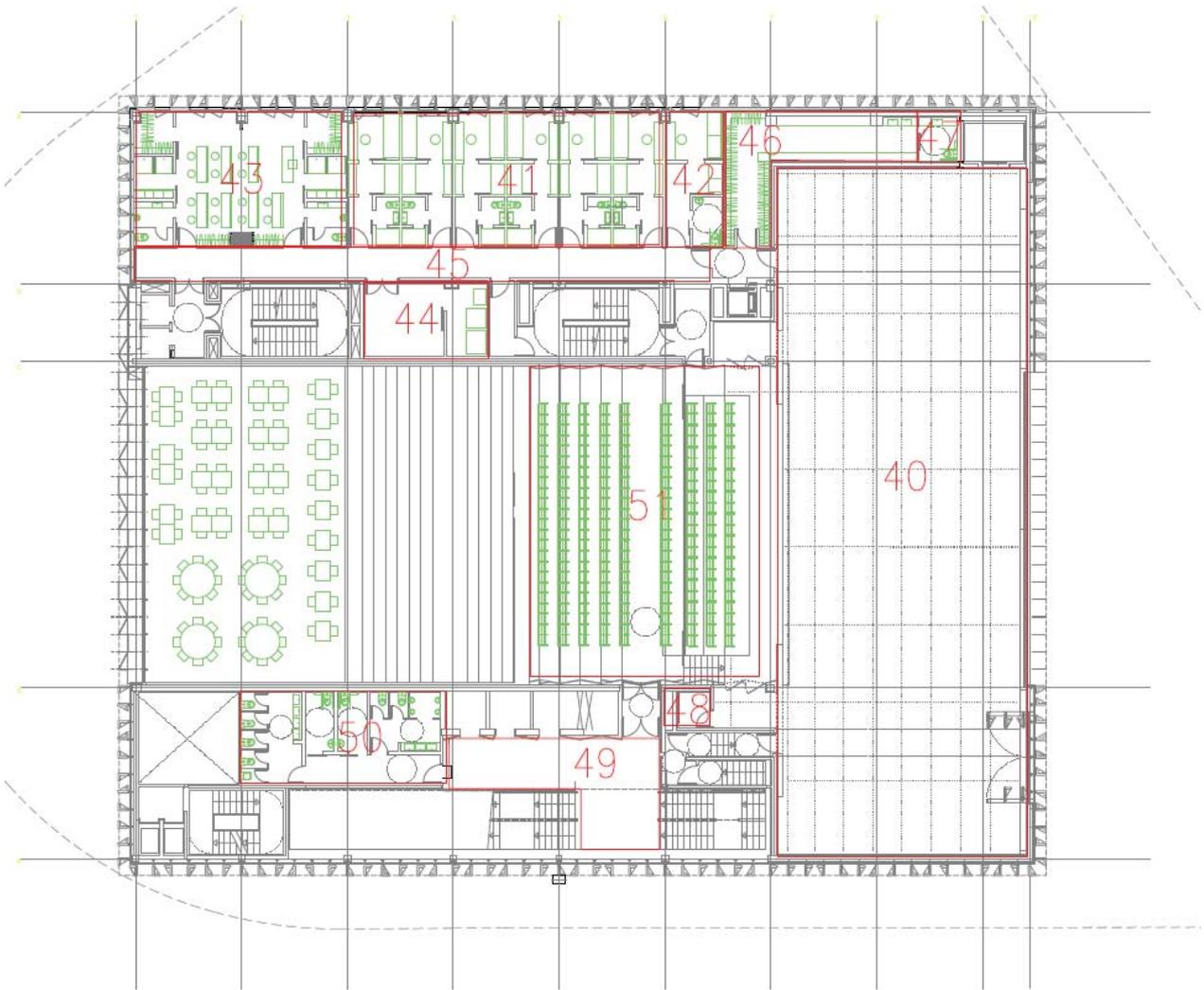


Ilustración 11 Salas planta segunda

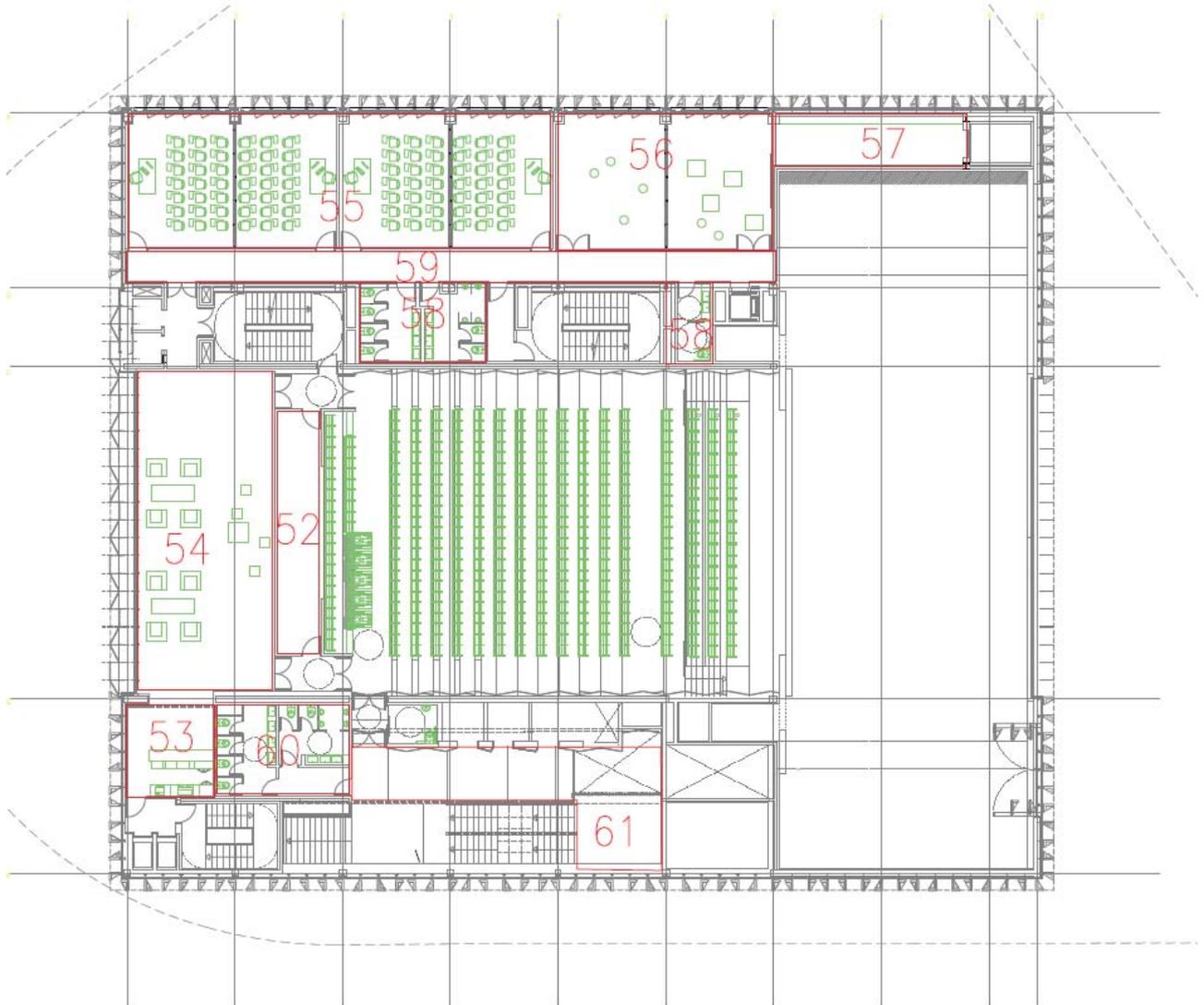


Ilustración 12 Salas planta tercera



Ilustración 13 Salas planta cuarta

# Anexo 2. Cálculo de cargas

TABLA 15. APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO (Cont.)  
kcal/h × (m<sup>2</sup> de abertura)

40°		40°																	
Dº LATITUD NORTE		HORA SOLAR																Dº LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época			
21 Junio	N	87	54	32	35	38	38	38	38	38	35	32	34	86	22 Diciembre	S	15		
	NE	320	360	303	198	81	38	38	38	38	35	32	27	16		SE	16		
	E	341	436	439	285	257	119	38	38	38	35	32	27	16		E	16		
	SE	138	238	295	303	265	192	92	38	38	35	32	27	16		NE	16		
	S	16	27	32	31	94	119	146	119	94	51	32	27	16		N	16		
SO	16	27	32	35	38	38	92	192	248	301	295	228	138	NO	16				
O	16	27	32	35	38	38	38	119	257	385	439	436	341	O	16				
NO	16	27	32	35	38	38	38	38	81	198	303	365	320	SO	16				
Horizontal	84	222	363	485	569	629	642	629	569	485	363	222	84	Horizontal	84				
22 Julio y 21 Mayo	N	65	38	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65	21 Enero y 21 Noviembre	S	5		
	NE	287	344	284	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13		SE	5		
	E	320	436	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13		E	5		
	SE	146	260	322	329	298	222	113	40	38	35	32	27	13		NE	5		
	S	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	13		N	5		
SO	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	13	NO	5				
O	13	27	32	35	38	38	38	116	265	390	444	436	320	O	5				
NO	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	13	SO	5				
Horizontal	65	198	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65	Horizontal	65				
24 Agosto y 20 Abril	N	19	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	19	20 Febrero y 23 Octubre	S	5		
	NE	184	276	222	124	43	38	38	38	38	35	29	21	8		SE	5		
	E	227	398	439	393	273	122	38	38	38	35	29	21	8		E	5		
	SE	130	284	374	396	377	290	179	67	38	35	29	21	8		NE	5		
	S	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	8		N	5		
SO	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	8	NO	5				
O	8	21	29	35	38	38	38	122	273	393	439	398	227	O	5				
NO	8	21	29	35	38	38	38	38	43	124	222	276	184	SO	5				
Horizontal	24	127	271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24	Horizontal	24				
22 Septiembre y 22 Marzo	N	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	22 Marzo y 22 Septiembre	S	0		
	NE	0	138	157	70	35	35	38	35	35	32	24	13	0		SE	0		
	E	0	314	404	377	268	122	38	35	35	32	24	13	0		E	0		
	SE	0	257	390	439	435	360	244	111	38	32	24	13	0		NE	0		
	S	0	32	119	319	298	330	329	330	298	219	119	32	0		N	0		
SO	0	13	24	32	38	111	244	360	425	439	390	257	0	NO	0				
O	0	13	24	32	35	35	38	122	268	377	404	314	0	O	0				
NO	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	SO	0				
Horizontal	0	57	181	326	414	477	496	477	414	326	181	57	0	Horizontal	0				
23 Octubre y 20 Febrero	N	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	20 Abril y 24 Agosto	S	0		
	NE	0	94	89	32	29	32	32	32	29	27	16	5	0		SE	0		
	E	0	230	317	336	228	105	32	32	29	27	16	5	0		E	0		
	SE	0	219	358	376	442	390	290	170	54	27	16	5	0		NE	0		
	S	0	57	160	282	371	417	439	417	371	282	160	57	0		N	0		
SO	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	NO	0				
O	0	5	16	27	29	32	32	165	238	336	317	230	0	O	0				
NO	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	SO	0				
Horizontal	0	21	78	173	273	333	349	333	273	173	78	21	0	Horizontal	0				
21 Noviembre y 21 Enero	N	0	0	8	19	24	27	27	24	19	8	0	0	0	21 Mayo y 23 Julio	S	0		
	NE	0	0	32	19	24	27	27	24	19	8	0	0	0		SE	0		
	E	0	0	246	271	200	89	29	27	24	19	8	0	0		E	0		
	SE	0	0	295	390	423	390	314	189	73	19	8	0	0		NE	0		
	S	0	0	160	282	377	428	450	428	377	282	160	0	0		N	0		
SO	0	0	8	19	24	27	27	24	19	8	0	0	0	NO	0				
O	0	0	8	19	24	27	27	27	24	19	8	0	0	O	0				
NO	0	0	8	19	24	27	27	27	24	19	8	0	0	SO	0				
Horizontal	0	0	43	116	198	249	279	249	198	116	43	0	0	Horizontal	0				
22 Diciembre	N	0	0	5	16	24	27	27	24	16	5	0	0	0	21 Junio	S	0		
	NE	0	0	19	16	24	27	27	24	16	5	0	0	0		SE	0		
	E	0	0	195	233	184	84	27	27	24	16	5	0	0		E	0		
	SE	0	0	238	363	401	385	311	198	31	19	5	0	0		NE	0		
	S	0	0	138	268	363	428	447	428	363	268	138	0	0		N	0		
SO	0	0	5	19	24	27	27	24	19	5	0	0	0	NO	0				
O	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0	O	0				
NO	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0	SO	0				
Horizontal	0	0	21	86	149	206	230	206	149	86	21	0	0	Horizontal	0				

Valores subrayados-máximos mensuales

Valores encuadrados-máximos anuales

Ilustración 14 Aportaciones solares a través de vidrio sencillo

**TABLA 16. FACTORES TOTALES DE GANANCIA SOLAR A TRAVÉS DEL VIDRIO**  
(coeficientes globales de insolación con o sin dispositivo de sombra o pantalla) \*

Aplicar estos coeficientes a los valores de las tablas 6 y 15  
Velocidad del viento 8 km/h. Angulo de incidencia 30°. Con máxima sombra de persiana

TIPO DE VIDRIO	SIN PERSIANA O PANTALLA	PERSIANAS VENECIANAS INTERIORES *			PERSIANAS VENECIANAS EXTERIORES		PERSIANA EXTERIOR		CORTINA EXTERIOR DE TELA	
		Listones horizontales o verticales inclinados 45° O CORTINAS DE TELA			Listones horizontales inclinados 45°		Listones inclinados 17° (horizontales) **		Circulación de aire arriba y lateralmente .....	
		Color claro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Exterior claro Interior oscuro	Color medio ****	Color oscuro ***	Color claro	Color medio u oscuro
VIDRIO SENCILLO ORDINARIO	1,00	0,56	0,65	0,75	0,15	0,13	0,22	0,15	0,20	0,25
VIDRIO SENCILLO 6 mm	0,94	0,56	0,65	0,74	0,14	0,12	0,21	0,14	0,19	0,24
<b>VIDRIO ABSORBENTE*****</b>										
Coefficiente de absorción 0,40 a 0,48	0,80	0,56	0,62	0,72	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Coefficiente de absorción 0,48 a 0,56	0,73	0,53	0,59	0,62	0,11	0,10	0,16	0,11	0,15	0,18
Coefficiente de absorción 0,56 a 0,70	0,62	0,51	0,54	0,56	0,10	0,10	0,14	0,10	0,12	0,16
<b>VIDRIO DOBLE</b>										
Vidrios ordinarios	0,90	0,54	0,61	0,67	0,14	0,12	0,20	0,14	0,18	0,22
Vidrios de 6 mm	0,80	0,52	0,59	0,65	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Vidrio interior ordinario										
Vidrio ext. absorbente de 0,48 a 0,56	0,52	0,36	0,39	0,43	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,13
Vidrio interior de 6 mm										
Vidrio ext. absorbente de 0,48 a 0,56	0,50	0,36	0,39	0,43	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,12
<b>VIDRIO TRIPLE</b>										
Vidrio ordinario	0,83	0,48	0,56	0,64	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Vidrio de 6 mm	0,89	0,47	0,52	0,57	0,10	0,10	0,15	0,10	0,14	0,17
<b>VIDRIO PINTADO</b>										
Color claro	0,28									
Color medio	0,39									
Color oscuro	0,50									
<b>VIDRIO DE COLOR*****</b>										
Ámbar	0,70									
Rojo oscuro	0,56									
Azul	0,60									
Gris	0,32									
Gris-verde	0,46									
Opalescente claro	0,43									
Opalescente oscuro	0,37									

Ilustración 15 Factores de ganancia solar a través del vidrio

CÁLCULO DE APORTACIONES DE CALOR A TRAVÉS DE MURDOS.

1-58

$$Q = K \times A \Delta t_e = S (\text{m}^2) \times \text{kcal/h.}$$

PRIMERA PARTE. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA

blas 19 y 20, la nueva diferencia de temperatura equivalente podrá determinarse por la relación empírica siguiente:

$$\Delta t_e = a + \Delta t_{e,1} + b \frac{R_s}{R_a} (\Delta t_{e,1} - \Delta t_{e,2})$$

en la que

$\Delta t_e$  = Diferencia equivalente corregida.  
 $a$  = Corrección proporcionada por la tabla 20 A, teniendo en cuenta:

Un incremento distinto de 8 °C entre las temperaturas interior y exterior (esta última tomada a las 15 horas del mes considerado).  
 Una variación de la temperatura seca exterior distinta de 11 °C.

$\Delta t_{e,1}$  = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared a la sombra (tabla 19 y 20)

$\Delta t_{e,2}$  = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared soleada (tabla 19 y 20).

$b$  = Coeficiente que considera el color de la cara exterior de la pared.  
 Para paredes de color oscuro  $b = 1$  (azul oscuro, rojo oscuro, marrón oscuro, etc.).  
 Para paredes de color medio  $b = 0,78$  (verde, azul o gris claros).  
 Para paredes de color claro  $b = 0,55$  (blanco, crema, etc.).

$R_s$  = Máxima insolación (kcal/h · m<sup>2</sup>), correspondiente al mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical para la orientación considerada (en el caso de pared); u horizontal (techo), tabla 15, página 42, o (tabla 6, página 23).

$R_a$  = Máxima insolación (kcal/h · m<sup>2</sup>) en el mes de Julio, a 40° de latitud Norte, a través de una superficie acristalada, vertical, para la orientación considerada (pared), u horizontal (techo), tabla 15, página 42, o (tabla 6, página 23).

NOTA: 1. Para las paredes a la sombra, cualquiera que sea su orientación:

$$\Delta t_{e,1} = \Delta t_{e,2} \text{ de donde } \Delta t_e = a + \Delta t_{e,1}$$

2. La tabla 19 se corresponde al hemisferio Norte. Sin embargo, puede utilizarse también en el hemisferio Sur, teniendo en cuenta las siguientes equivalencias:

Orientación en el hemisferio Sur	Orientación equivalente en el hemisferio Norte
Noreste	Sureste
Este	Este
Sureste	Noreste
Sur	Norte (sombra)
Suroeste	Noroeste
Oeste	Oeste
Noroeste	Suroeste
Norte (sombra)	Sur

COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN GLOBAL K

Este coeficiente expresado en kcal/h·m<sup>2</sup>·°C, indica la cantidad de calor intercambiada en una hora a través de una pared, por m<sup>2</sup> de superficie y por °C de diferencia entre las temperaturas del aire que baña sus caras interior y exterior. La cantidad de calor intercambiada, Q, a través de una pared de superficie A, para una diferencia de temperatura  $\Delta \theta$ , será:  $Q = KA \Delta \theta$ . La inversa de K (h · m<sup>2</sup> · °C/kcal) expresa la resistencia global ofrecida al paso del calor y es igual a la suma de las resistencias parciales ofrecidas por los dis-

tintos materiales que componen la pared, aumentada en las resistencias superficiales. Las tablas 21 a 23 dan unos coeficientes de transmisión para un cierto número de tipos de construcción.

Fundamento de las Tablas 21 a 33

Coeficientes de transmisión K de paredes, techos, tabiques, suelos, puertas y ventanas

Los valores de las tablas 21 a 33 se basan en los coeficientes indicados en la tabla 34, páginas 71 a 73.

NOTA: Se puede admitir, sin error importante, que los coeficientes de transmisión son los mismos en verano que en invierno. Si, por ejemplo, se tiene en invierno  $K = 1,5 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$ , el coeficiente de transmisión en verano se determinará en la forma siguiente:

1. Resistencia global R en invierno  
 $= 1/K = 0,66 \text{ h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C/kcal}$ .
2. Resistencia superficial exterior en invierno:  
 $= 0,035$  (tabla 34).
3. Resistencia de la pared sin la resistencia superficial exterior: (invierno)  
 $= 0,66 - 0,035 = 0,625$ .
4. Resistencia superficial exterior en verano  
 $= 0,052$  (tabla 34).
5. Resistencia global en verano  
 $= 0,625 + 0,052 = 0,677$ .
6. Coeficiente de transmisión global en verano  
 $1/R = 1/0,677 = 1,48 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C}$ .
7. El error será tanto más grande cuanto mayor sea el valor de K.

Empleo de las Tablas 21 a 33

Coeficientes de transmisión K de paredes, techos, tabiques, suelos, puertas y ventanas

Estos coeficientes se pueden aplicar sin ninguna corrección en la mayoría de los casos, tanto en verano como en invierno. Si se desea obtener valores más precisos utilícese la tabla 34.

Ejemplo 4. Coeficientes de transmisión

Datos:

Un tabique de 200 mm de espesor, construido de ladrillo hueco, revestimiento por las dos caras, listones metálicos sobre forro, enlucido a la arena, de 20 mm de espesor.

Determinar:

El coeficiente de transmisión global.

Solución:

$$K = 0,88 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C} \text{ (tabla 26, página 63).}$$

Ejemplo 5. Coeficiente de transmisión después de añadir un aislamiento

Los coeficientes de transmisión indicados en las tablas 21 a 30, no tienen en cuenta un aislamiento eventual (excepto para las terrazas, tabla 27, página 64).

FUNDAMENTAL PARA CÁLCULO

Ilustración 16 Cálculo ganancia solar a través de muros

1.º Determinación de  $a$ :  
 Temperatura exterior en Noviembre, a las 15 horas.  
 35 - 8 = 27 °C (tabla 3).  
 Si queremos mantener 24 °C en el interior, tendremos una diferencia de 27 - 24 = 3 °C.

De donde  $a = -4,6$  °C (tabla 20 A).

2.º Determinación de  $\Delta t_{e,i}$  y  $\Delta t_{e,m}$ :

Peso de la pared: 600 kg/m<sup>2</sup> (tabla 21).

$$\begin{aligned} \Delta t_{e,i} &= 0 \\ \Delta t_{e,m} &= 3,8 \end{aligned} \quad \text{tabla 19}$$

3.º Determinación de  $R_e$  y  $R_m$

$$\begin{aligned} R_e &= 214 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \\ R_m &= 444 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \end{aligned} \quad \text{tabla 15}$$

$$\text{De donde } \Delta t_e = -4,6 + 0 + 1 \times \frac{314}{444} (3,8 - 0).$$

$$\Delta t_e = -4,6 + 2,7 = 2 \text{ °C.}$$

Correcciones que se deben aplicar a los valores de las tablas 19 y 20

Si las condiciones consideradas son distintas de las que han servido de base a la construcción de las ta-

TABLA 20. DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)  
 TECHO SOLEADO O EN SOMBRA\*

Valedero para techos de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h., mes de Julio y 40° de latitud Norte\*\*

CONDICIONES	PESO DEL TECHO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																													
		MAÑANA												TARDE												MAÑANA					
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5						
Soleado	50	-2,2	-3,3	-3,9	-2,8	-0,5	3,9	8,3	13,3	17,8	21,1	23,9	25,6	25,0	22,8	19,4	15,6	12,2	8,9	5,5	3,9	1,7	0,5	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7		
	100	0	-0,5	-1,1	-0,5	1,1	5,0	8,9	12,8	16,7	20,0	22,8	23,9	23,2	19,4	16,7	13,9	11,1	8,3	6,7	4,4	3,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1		
	200	2,2	1,7	1,1	1,7	3,3	5,5	8,9	12,8	15,6	18,3	21,1	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,3	11,1	9,4	7,2	6,1	5,0	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	
	300	5,0	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15,0	17,3	19,4	21,1	21,7	21,1	20,0	18,9	17,2	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	
450	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	8,9	12,2	14,4	16,6	17,8	19,4	20,6	20,6	19,4	18,9	18,9	17,8	16,7	15,0	12,8	11,1	10,0	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8		
Cubierto de agua	100	-2,8	-1,1	0	1,1	2,2	5,5	8,9	10,6	12,2	11,1	10,0	8,9	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-2,2	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	
	200	-1,7	-1,1	-0,5	-0,5	0	2,8	5,5	7,2	8,3	8,3	8,9	8,3	8,3	7,8	6,7	5,5	3,9	2,8	1,7	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	
	300	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,1	2,8	3,9	5,5	6,7	7,8	8,3	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
	450	0	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	0	0	0	0	0	
Rociado	100	2,2	-1,1	0	1,1	2,2	4,4	6,7	8,3	10,0	9,4	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	
	200	-1,1	-1,1	-0,5	-0,5	0	1,1	2,8	5,0	7,2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	5,0	3,9	2,8	1,7	0,5	0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
	300	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
	450	0	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
(en la sombra)	100	-2,8	-2,8	-2,2	-1,1	0	1,1	3,3	5,0	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8
	200	-2,8	-2,8	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	-2,8	
	300	-1,7	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	-0,5	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5,0	5,5	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	
	450	0	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-0,5	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5,0	5,5	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	

Ecuación: Ganancias por transmisión a través del techo (kcal/h) = Área (m²) × (Diferencia equivalente de temperatura) × (Coeficiente de transmisión global, tablas 27 ó 28).

\* Si las bóvedas o buhardillas están ventiladas o si el techo está aislado, tomar el 75 % de los valores precedentes.

Para techos inclinados, considerar la proyección horizontal de la superficie.

\*\* Para condiciones diferentes, aplicar las condiciones indicadas en el texto

\*\*\* Los pesos por m² de los tipos de construcción clásicos están indicados en las tablas 27 ó 28.

TABLA 20 A. CORRECCIONES DE LAS DIFERENCIAS EQUIVALENTES DE TEMPERATURA (°C)

Temperatura exterior a las 15 h para el mes considerado menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 h																					
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26,0	-26,5	-27,0	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8				
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22,0	-22,5	-23,0	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8				
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8				
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8				
0	-5,0	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6				
+2	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7,0	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,6				
+4	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7				
+6	0,8	0,3	-0,3	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4,0	-4,5	-5,0	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8				
+8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	0,7	1,1	1,6	2,0	2,5	3,0	3,4	3,9	4,7	5,2	5,8				
+10	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2,0	-2,8	-3,3	-3,9				
+12	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	-0,1	-0,7	-1,2	-1,8				
+14	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,2				
+16	10,8	10,3	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2				
+18	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,2	9,8	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9	5,3	4,8	4,2				
+20	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,2	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,2				
+22	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10,0	9,4	8,9	8,3				

Ilustración 17 Cálculo ganancia solar a través de techos

Solución:

Diferencia entre las temperaturas interior y exterior = 10 °C.  
 Variación de la temperatura en 24 horas = 14 °C.  
 Corrección a la diferencia de temperatura equivalente = + 0,3 (tabla 20 A).  
 Diferencia de temperatura equivalente:  
 $23,8^{\circ} + 0,3^{\circ} = 24,1^{\circ}\text{C}$ .

Latitud, 30° Norte

Temperatura exterior en verano, 35 °C  
 en invierno - 7 °C

Variación media de la temperatura exterior en 24 horas: 10 °C.

Determinar:

La diferencia equivalente de temperatura a las 12 horas en el mes de Noviembre.

Solución:

Aplicando la relación indicada anteriormente:

$$\Delta t_{e,12} = a + \Delta t_{e,24} + b \frac{R_{t_i}}{R_{t_e}} (\Delta t_{e,24} - \Delta t_{e,12})$$

Ejemplo 3. Meses y latitudes diferentes

Datos:

Pared de 30 cm de ladrillo ordinario, sin enfucir, orientada al Oeste.

TABLA 19. DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)

Muros soleados o en sombra\*

Valedero para muros de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h. mes de Julio y 40° de latitud Norte\*\*

ORIENTACIÓN	PESO DEL MURO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																																			
		MAÑANA												TARDE												MAÑANA											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5												
NE	100	2,8	8,3	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	8,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1												
	300	-0,5	-1,1	-1,1	2,8	13,3	12,2	11,1	8,3	5,5	6,1	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5												
	700	2,2	1,7	2,2	2,2	2,2	5,5	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	2,8	2,8	2,8												
E	100	9,5	9,4	16,7	18,3	20,6	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	8,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7												
	300	-0,5	-0,5	0	13,7	16,7	17,2	17,2	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	2,8	2,2	1,7	0,5	0	0												
	700	2,8	2,8	3,3	4,4	7,8	11,1	13,3	13,9	13,3	11,1	10,0	8,9	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,9	3,9	3,9												
SE	100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	15,9	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	8,3	7,8	8,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1												
	300	0,5	0,5	0	7,2	11,1	13,3	13,6	14,4	13,9	11,7	10,0	8,3	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1												
	700	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	6,1	8,9	9,4	10,0	10,6	10,0	9,4	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	4,4	4,4	3,9												
S	100	-0,5	-1,1	-2,2	9,5	2,2	7,8	12,2	15,9	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	3,3	1,7	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5												
	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	2,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,8	11,1	8,1	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5												
	700	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	3,7	2,2	4,4	6,7	8,3	8,9	10,0	10,0	10,0	8,3	7,8	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,3	2,8												
SO	100	-1,1	-2,2	-2,2	-1,1	0	2,2	3,3	10,6	14,4	16,9	22,2	22,8	23,3	16,7	13,3	6,7	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5	-0,5												
	300	1,1	0,5	0	0	0	0,5	1,1	4,4	6,7	13,3	17,8	19,4	20,0	19,4	18,9	11,1	5,5	3,9	3,3	2,8	2,2	2,2	1,7	1,7												
	700	3,9	2,8	3,3	2,8	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	6,7	7,8	10,6	12,2	12,8	13,3	12,8	12,2	8,3	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9												
O	100	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	7,8	11,1	17,8	22,2	25,0	26,7	18,9	12,2	7,8	4,4	2,8	1,1	0,5	0	0	-0,5	-0,5												
	300	1,1	0,5	0	0	0	1,1	2,2	3,9	5,5	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	20,0	15,6	8,9	5,5	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1												
	700	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,5	6,7	9,4	11,1	13,9	15,6	15,0	14,4	10,6	7,8	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9												
NO	100	-1,7	-2,2	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	5,5	6,7	10,6	13,3	18,3	22,2	20,6	18,9	10,0	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1												
	300	-1,1	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	3,3	4,4	5,5	6,7	11,7	16,7	17,2	17,8	11,7	6,7	4,4	3,3	2,2	1,7	0,5	0	-0,5												
	700	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,8	3,3	5,0	6,7	9,4	11,1	11,7	12,2	7,8	4,4	3,9	3,9	3,3	3,3	2,8												
N (en la sombra)	100	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0,5	2,2	4,4	5,5	6,7	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1												
	300	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	-0,5	0	1,7	3,3	4,4	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1												
	700	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	2,8	4,4	3,9	3,9	2,8	2,2	1,7	1,1	1,1	0,5	0,5												
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5												

Ecuación: Ganancias por transmisión a través de los muros (kcal/h) = Área (m²) × (Diferencia equivalente de temperatura) × (Coeficiente de transmisión global, tablas 21 a 25).

\* Válido tanto si el muro tiene o no aislamiento.

\*\* Para condiciones diferentes, aplicar las correcciones indicadas en el texto.

\*\*\* El peso por m² de los tipos de construcción clásicos están indicados en las tablas 21 a 25.  
 Para pesos por m² inferiores a 100 kg/m², tomar los valores correspondientes a 100 kg/m².

Ilustración 18 Cálculo ganancia solar a través de muros

FACTORES DE VIENTO fv

<u>MATERIAL</u>	<u>ORIENTACION</u>	<u>fv</u>
Pared (P).....	N.....	1'2
Cristal (C).....	N.....	1'35
P.....	O.....	1'1
C.....	O.....	1'2
P.....	E.....	1'15
C.....	E.....	1'25
P&C.....	S.....	1
Cubierta.....	.....	1

Los demás se interpolan

Ilustración 19 Factores de viento

<b>Categoría</b>	<b>dm<sup>3</sup>/s por persona</b>
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Ilustración 20 Caudal de aire exterior según RITE 1.1.4.2



PARAMETROS DE CALCULO			
CRISTALES (F.G.S.)	0,48	VENTILACION (m3/h/Persona)	28,8
CRISTALES (K)	2,60 Kcal/h.m2.°K	VENTILACION (m3/h/m2)	
MUROS EXTERIORES (K)	0,65 Kcal/h.m2.°K	CALOR SENSIBLE OCUPANTES	57
TABICUES (K)	1,20 Kcal/h.m2.°K	CALOR LATENTE OCUPANTES	55
TEJADOS (K)	0,46 Kcal/h.m2.°K	CIUDAD	HUELVA
SUELOS INTERIORES (K)	1,10 Kcal/h.m2.°K	Tª SECA EXTERIOR VERANO (°C)	31
SUELOS EXTERIORES (K)	1,10 Kcal/h.m2.°K	HUMEDAD RELATIVA EXTERIOR VER. (%)	56%
TECHOS (K)	2,02 Kcal/h.m2.°K	Tª SECA INTERIOR VERANO (°C)	25
PUERTAS (K)	2,00 Kcal/h.m2.°K	HUMEDAD RELATIVA INTERIOR VER. (%)	50
ALUMBRADO (W/m2)	20	CONT. VAPOR AIRE EXTERIOR (Gr/Kg)	16,2
COEFICIENTE DE REACTANCIAS (%)	25	CONT. VAPOR AIRE INTERIOR (Gr/Kg)	10
APLICACIONES (W)	20	MES CONSIDERADO	JULIO
COEFICIENTE DE SEGURIDAD (%)	10	HORA CONSIDERADA	15
FACTOR DE BY-PASS EN BATERIA	15	OCUPACION ESTIMADA (m2/Persona)	6

Tabla 11 Parámetros de cálculo cargas de verano

### CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO

Temp. Exterior	1 °C
Temp. Interior	22 °C
Temp. TERRENO	7,64 °C

MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	Tªint - Tªext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
11											
CRISTAL	N			56,5		56,5	2,6	21	1,35	1,15	4785,8
CRISTAL	NE						2,6	21	1,35	1,15	0,0
CRISTAL	E						2,6	21	1,25	1,1	0,0
CRISTAL	SE						2,6	21	1,15	1,1	0,0
CRISTAL	S						2,6	21	1	1,1	0,0
CRISTAL	SO						2,6	21	1,1	1,1	0,0
CRISTAL	O						2,6	21	1,2	1,15	0,0
CRISTAL	NO						2,6	21	1,25	1,15	0,0
MURO EXT.	N						0,65	21	1,2	1,15	0,0
MURO EXT.	NE						0,65	21	1,2	1,15	0,0
MURO EXT.	E						0,65	21	1,15	1,1	0,0
MURO EXT.	SE						0,65	21	1,1	1,1	0,0
MURO EXT.	S						0,65	21	1	1,1	0,0
MURO EXT.	SO						0,65	21	1,05	1,1	0,0
MURO EXT.	O						0,65	21	1,1	1,15	0,0
MURO EXT.	NO						0,65	21	1,15	1,15	0,0
CUBIERTA	H						0,46	21	1	1,15	0,0
SUELO LNC				157,8		157,8	1,1	14	1	1,15	2794,6
				7,0		7,0	1	14	1	1	97,4
VOLUMEN	0										TOTAL 7677,9

<u>CAUDAL</u> m3/h	<u>Kcal/h</u>
AIRE EXTERIOR 442	2784,6

Cargas totales 10462,5

Tabla 12 Cálculo cargas de invierno

# Anexo 4. Cálculo de tuberías

Tabla 14 Cálculo pérdidas de carga tuberías de agua fría a 10°C para tuberías de acero DIN 2440 y 2448

Ø nominal Ø Interior	pulgadas mm	DIN 2440												DIN 2448												Ø nominal Ø Interior	pulgadas mm
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	22"	24"	26"	28"	30"		
Perdida de carga en mm.c.a. / m		CAUDAL EN L/H																									
3	49	130	210	394	848	1.273	2.441	4.915	7.472	15.299	26.967	43.037	92.570	167.792	265.496	343.450	481.682	664.595	892.507	1.196.183	1.495.148	1.916.629	2.568.850	2.690.870	3.174.543	3	3
4	65	136	248	456	992	1.491	2.818	5.675	8.780	17.666	31.139	49.695	106.890	198.736	314.969	396.882	572.324	767.408	1.030.579	1.381.234	1.783.068	2.166.456	2.619.842	3.107.076	3.794.305	4	4
5	81	136	290	527	1.124	1.690	3.200	6.453	9.997	20.142	34.814	56.810	122.459	222.193	352.145	443.393	639.877	857.989	1.152.222	1.544.266	1.993.530	2.422.172	2.929.073	3.473.816	4.242.162	5	5
6	97	136	310	564	1.231	1.851	3.505	7.069	10.951	22.065	38.957	62.232	134.146	243.401	385.756	485.712	700.590	939.879	1.262.196	1.691.659	2.183.803	2.653.356	3.208.638	3.938.938	4.647.055	6	6
7	101	149	339	631	1.348	2.029	3.947	7.771	11.828	23.533	42.079	67.216	144.895	262.903	416.664	524.629	757.113	1.046.429	1.363.327	1.827.200	2.358.777	2.958.952	3.465.726	4.284.539	5.019.393	7	7
8	101	159	362	683	1.441	2.169	4.112	8.307	12.645	26.003	44.984	71.859	154.999	281.055	445.433	577.112	809.388	1.116.680	1.457.458	2.017.421	2.521.639	3.063.832	3.705.016	4.548.293	5.365.957	8	8
9	101	170	388	724	1.550	2.335	4.362	8.811	13.667	27.581	47.713	76.218	164.295	298.104	472.453	612.120	858.485	1.166.539	1.545.868	2.139.798	2.674.602	3.249.864	3.929.763	4.824.194	5.691.457	9	9
10	101	181	409	773	1.634	2.462	4.674	9.288	14.407	29.073	50.294	80.341	173.182	314.229	498.009	645.211	904.923	1.250.722	1.629.488	2.235.545	2.819.276	3.425.468	4.142.334	5.085.146	5.999.322	10	10
11	101	190	434	817	1.714	2.582	4.902	9.741	15.110	30.492	52.749	86.245	181.635	329.866	522.316	676.724	949.012	1.311.758	1.709.021	2.365.636	2.996.883	3.592.661	4.344.517	5.333.347	6.292.142	11	11
12	101	201	453	847	1.790	2.696	5.120	10.361	15.762	31.848	56.332	90.080	199.712	344.220	545.842	706.815	991.293	1.370.097	1.785.014	2.470.826	3.098.364	3.752.412	4.606.966	5.570.499	6.571.928	12	12
13	106	209	472	882	1.890	2.850	5.329	10.784	16.426	33.148	58.633	93.758	197.458	368.094	567.816	736.676	1.031.771	1.426.043	1.857.902	2.571.717	3.214.471	3.905.634	4.888.757	5.797.959	6.840.280	13	13
14	110	219	496	927	1.961	2.958	5.530	11.191	17.046	34.399	60.846	97.296	204.912	381.989	589.252	763.448	1.070.719	1.479.874	1.928.036	2.668.797	3.335.814	4.053.366	5.073.303	6.016.626	7.096.494	14	14
15	115	227	513	960	2.030	3.061	5.724	11.584	17.644	36.607	62.982	100.713	212.104	395.396	609.934	790.243	1.108.300	1.531.815	1.995.707	2.762.467	3.482.896	4.195.324	5.251.367	6.228.007	7.347.638	15	15
16	119	234	530	991	2.097	3.162	6.013	11.964	18.223	36.774	65.047	104.016	219.060	408.363	629.537	816.160	1.144.647	1.582.052	2.061.157	2.853.064	3.566.135	4.332.912	5.423.589	6.432.258	7.588.609	16	16
17	123	241	546	1.022	2.161	3.259	6.198	12.332	18.784	37.906	67.049	107.217	231.668	420.931	668.149	848.128	1.179.875	1.630.742	2.124.592	2.940.871	3.675.888	4.466.264	5.590.507	6.630.220	7.822.159	17	17
18	127	251	569	1.051	2.224	3.354	6.377	12.690	19.329	39.005	68.993	110.325	236.385	433.135	687.520	865.668	1.214.082	1.678.020	2.186.187	3.026.131	3.782.458	4.595.747	5.752.585	6.822.440	8.048.936	18	18
19	131	258	584	1.095	2.319	3.445	6.593	13.037	20.251	40.536	70.883	113.348	244.917	445.003	706.359	899.389	1.265.739	1.724.001	2.246.094	3.109.054	3.896.106	4.721.682	5.910.219	7.009.391	8.269.495	19	19
20	134	264	599	1.123	2.380	3.535	6.722	13.376	20.778	41.999	72.725	116.293	251.279	456.564	724.710	912.494	1.268.788	1.768.788	2.304.444	3.169.822	3.987.061	4.844.343	6.063.756	7.191.483	8.484.323	20	20
21	139	271	614	1.151	2.438	3.650	6.988	13.706	21.291	43.037	74.521	119.165	257.485	467.839	742.606	935.028	1.301.717	1.812.468	2.361.352	3.268.595	4.085.521	4.963.974	6.213.501	7.369.077	8.693.844	21	21
22	142	280	629	1.178	2.496	3.767	7.051	14.009	21.792	44.049	76.274	121.969	263.544	478.848	760.082	957.032	1.383.526	1.855.121	2.416.921	3.345.514	4.181.664	5.080.790	6.359.721	7.542.491	8.998.433	22	22
23	145	287	643	1.204	2.552	3.852	7.209	14.344	22.281	45.039	77.989	124.710	269.467	489.610	777.164	978.541	1.414.621	1.896.814	2.471.241	3.420.704	4.275.646	5.194.979	6.502.654	7.712.006	9.098.423	23	23
24	149	293	665	1.230	2.607	3.934	7.364	14.932	22.761	46.008	79.666	127.993	275.263	500.141	783.880	999.587	1.445.046	1.937.610	2.524.392	3.494.275	4.367.606	5.306.712	6.642.512	7.877.875	9.294.110	24	24
25	153	299	679	1.255	2.661	4.016	7.516	15.240	23.230	46.957	81.309	130.019	280.939	510.454	810.250	1.020.200	1.474.844	1.977.565	2.576.446	3.566.330	4.457.669	5.416.140	6.779.486	8.040.323	9.485.762	25	25
26	156	305	692	1.280	2.713	4.025	7.665	15.541	23.690	47.867	82.919	132.594	286.503	520.563	826.296	1.040.044	1.504.052	2.016.729	2.627.470	3.636.957	4.545.848	5.523.401	6.913.746	8.199.652	9.731.617	26	26
27	159	311	705	1.323	2.765	4.173	7.811	15.838	24.141	48.799	84.499	135.120	291.960	530.479	842.036	1.060.223	1.532.703	2.055.146	2.677.522	3.706.239	4.632.546	5.628.618	7.045.448	8.355.748	9.897.893	27	27
28	162	320	718	1.347	2.816	4.250	7.974	16.128	24.584	49.694	86.049	137.600	297.316	540.214	857.488	1.079.678	1.560.828	2.092.856	2.726.655	3.774.249	4.717.554	5.731.904	7.174.733	8.509.078	10.038.787	28	28
29	165	326	731	1.371	2.865	4.325	8.095	16.414	25.019	50.574	87.572	140.035	302.580	549.776	872.666	1.098.789	1.598.456	2.129.903	2.774.918	3.841.055	4.801.057	5.833.361	7.301.730	8.659.692	10.216.478	29	29
30	168	331	743	1.394	2.914	4.399	8.379	16.694	25.447	51.438	89.065	142.429	307.753	559.174	887.584	1.117.573	1.615.611	2.166.314	2.822.356	3.906.719	4.883.132	5.933.084	7.426.555	8.807.732	10.391.131	30	30
31	172	336	756	1.417	3.009	4.472	8.517	16.970	25.868	52.289	90.542	144.784	312.840	568.418	902.256	1.136.046	1.642.317	2.202.123	2.869.009	3.971.297	4.963.850	6.031.158	7.549.316	8.953.304	10.562.897	31	31
0.30	0.40	0.57	0.68	0.83	0.91	1.07	1.27	1.40	1.67	1.80	2.12	2.67	3.36	4.28	5.33	6.48	7.84	9.47	11.34	13.56	16.15	19.15	22.50	26.15	30.15	34.50	

Accesorios/Valvulas	Longitud equivalentes ( m )														
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
Ø	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Codo a 45°				0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	0,9	1,2	1,5	2,1	2,7	3,3	3,9
Codo a 90°				0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	3	3,6	4,2	5,4	6,6	8,1
Codo a 90° Radio largo				0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	2,7	3,9	4,8	5,4
Té o Cruz				1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,5	6	7,5	9	10,5	15	18
Valv MARIPOSA							1,8	2,1	3	3,6	3,6	3	3,6	5,7	6,4
Valv COMPUERTA			0,16	0,21	0,27	0,3	0,46	0,6	0,85	0,98	1,2	1,8	2,1	2,7	3,6
Valv RETENCION de clapeta oscitante				1,5	2,1	2,7	3,3	4,2	4,8	6,6	8,3	10,4	13,5	16,5	19,5
Valv RETENCION de asiento								12,1	16,9	19,7	25,4	30,5	35,9	47,3	61,9
Valv BOLA			0,16	0,21	0,27	0,3	0,46	0,7	0,85	0,98	1,2	1,8	2,1		
Filtros de agua			1,5	1,7	1,8	2,6	2,6	3,2	9	10	15	15,9	19	36	50

Tabla 13 Cálculo pérdidas de carga accesorios para tuberías

Tabla 15 Cálculo tuberías de agua caliente a 90°C para tuberías de acero DIN 2440 y 2448

Ø nominal Ø Interior	pulgadas mm	DIN 2440														DIN 2448							
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"			
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500			
		12,5	16	21,6	27,2	35,9	41,8	53	68,8	80,8	105,3	130	155,4	207,3	260,4	309,7	339,5	386,8	437,2	486			
Perdida de carga en mm.c.a. / m		CAUDAL EN L/H														CAUDAL EN L/H							
		VELOCIDAD EN M/S														VELOCIDAD EN M/S							
3		54	105	238	440	935	1.415	2.650	5.280	8.050	16.250	28.150	45.000	97.300	176.500	280.000	353.000	510.000	685.000	921.000			
		0,12	0,15	0,18	0,21	0,26	0,29	0,33	0,39	0,44	0,52	0,59	0,66	0,80	0,92	1,03	1,08	1,19	1,27	1,38			
4		63	124	278	516	1.081	1.630	3.055	6.090	9.485	18.780	33.250	53.250	112.350	204.000	324.000	408.000	590.000	790.000	1.065.000			
		0,14	0,17	0,21	0,25	0,30	0,33	0,38	0,45	0,51	0,60	0,70	0,79	0,92	1,06	1,19	1,25	1,38	1,46	1,59			
5		71	138	311	577	1.228	1.826	3.420	6.940	10.600	21.000	37.200	59.500	125.500	228.000	362.000	456.000	659.000	884.000	1.190.000			
		0,16	0,19	0,24	0,28	0,34	0,37	0,43	0,52	0,57	0,67	0,78	0,87	1,03	1,19	1,33	1,40	1,54	1,64	1,78			
6		78	153	345	641	1.345	2.000	3.816	7.610	11.615	23.500	40.780	65.250	137.500	250.000	397.000	500.000	722.000	969.000	1.303.000			
		0,18	0,21	0,26	0,31	0,37	0,40	0,48	0,57	0,63	0,75	0,85	0,96	1,13	1,30	1,46	1,53	1,69	1,79	1,95			
7		85	166	373	692	1.453	2.197	4.122	8.220	12.550	25.400	44.000	70.500	148.500	270.000	428.700	540.000	780.000	1.046.500	1.408.000			
		0,19	0,23	0,28	0,33	0,40	0,44	0,52	0,61	0,68	0,81	0,92	1,03	1,22	1,41	1,58	1,66	1,82	1,94	2,11			
8		91	177	399	741	1.553	2.348	4.406	8.790	13.400	27.150	47.080	75.350	158.900	288.500	458.200	577.000	834.500	1.118.000	1.505.000			
		0,21	0,24	0,30	0,35	0,43	0,48	0,55	0,66	0,73	0,87	0,99	1,10	1,31	1,50	1,69	1,77	1,95	2,07	2,25			
9		96	190	423	785	1.647	2.491	4.672	9.325	14.215	28.800	49.900	79.950	166.500	306.250	486.000	612.000	885.000	1.186.500	1.596.000			
		0,22	0,26	0,32	0,38	0,45	0,50	0,59	0,70	0,77	0,92	1,04	1,17	1,39	1,60	1,79	1,88	2,07	2,20	2,39			
10		103	201	446	828	1.735	2.625	4.925	9.825	14.990	30.370	52.600	84.250	177.700	322.600	512.500	645.000	932.500	1.250.000	1.683.000			
		0,23	0,28	0,34	0,40	0,48	0,53	0,62	0,73	0,81	0,97	1,10	1,23	1,48	1,68	1,89	1,98	2,19	2,31	2,52			
11		108	210	474	882	1.850	2.754	5.168	10.300	15.725	31.800	56.200	88.300	186.300	338.500	537.500	676.500	978.000	1.312.000	1.765.000			
		0,24	0,29	0,36	0,42	0,51	0,56	0,65	0,77	0,85	1,01	1,16	1,29	1,53	1,77	1,98	2,07	2,29	2,43	2,64			
12		113	219	496	921	1.933	2.876	5.397	10.767	16.428	33.264	57.658	92.305	194.640	353.653	561.358	706.815	1.021.802	1.370.097	1.843.555			
		0,26	0,31	0,38	0,44	0,53	0,58	0,68	0,80	0,89	1,08	1,21	1,35	1,60	1,84	2,07	2,17	2,39	2,54	2,75			
13		118	228	516	959	2.012	2.994	5.617	11.207	17.097	34.622	60.212	96.074	202.588	368.094	584.279	735.676	1.063.525	1.426.043	1.918.833			
		0,27	0,32	0,39	0,46	0,55	0,61	0,71	0,84	0,93	1,10	1,26	1,41	1,67	1,92	2,15	2,26	2,49	2,64	2,87			
14		122	240	535	995	2.088	3.107	5.829	11.630	17.742	35.929	62.278	99.700	210.238	381.988	606.335	763.448	1.103.672	1.478.874	1.991.267			
		0,28	0,33	0,41	0,48	0,57	0,63	0,73	0,87	0,96	1,15	1,30	1,46	1,72	1,98	2,24	2,34	2,58	2,74	2,98			
15		128	248	554	1.030	2.161	3.216	6.034	12.038	18.365	37.190	64.464	103.200	217.614	395.395	627.617	814.564	1.142.409	1.531.815	2.061.157			
		0,29	0,34	0,42	0,49	0,59	0,65	0,76	0,90	0,99	1,19	1,35	1,51	1,77	2,06	2,31	2,50	2,67	2,83	3,08			
16		132	256	572	1.064	2.232	3.321	6.231	12.433	18.967	38.410	66.578	106.584	224.751	408.363	648.200	841.278	1.179.875	1.582.052	2.128.754			
		0,30	0,35	0,43	0,51	0,61	0,67	0,78	0,93	1,03	1,23	1,39	1,56	1,85	2,13	2,38	2,58	2,78	2,93	3,19			
17		136	264	590	1.096	2.301	3.424	6.423	12.816	19.551	39.592	68.627	109.655	231.668	420.931	668.149	867.710	1.216.187	1.630.742	2.194.265			
		0,31	0,37	0,45	0,52	0,63	0,69	0,81	0,96	1,06	1,26	1,44	1,61	1,91	2,20	2,46	2,66	2,85	3,02	3,29			
18		140	272	607	1.128	2.368	3.523	6.609	13.187	20.118	40.740	70.616	113.050	238.385	433.135	687.520	892.310	1.251.447	1.678.020	2.257.884			
		0,32	0,38	0,46	0,54	0,65	0,71	0,83	0,99	1,09	1,30	1,48	1,66	1,96	2,26	2,54	2,74	2,93	3,10	3,38			
19		144	279	624	1.159	2.433	3.619	6.791	13.549	20.669	41.856	72.551	116.147	244.917	445.003	706.359	916.762	1.285.739	1.724.011	2.319.756			
		0,33	0,39	0,47	0,55	0,67	0,73	0,85	1,01	1,12	1,34	1,52	1,70	2,02	2,32	2,60	2,81	3,01	3,19	3,47			
20		147	287	640	1.189	2.496	3.713	6.967	13.901	21.206	42.943	74.436	119.165	258.165	456.564	724.710	940.578	1.319.141	1.768.788	2.380.019			
		0,33	0,40	0,48	0,57	0,68	0,75	0,88	1,04	1,15	1,37	1,56	1,75	2,10	2,38	2,67	2,88	3,08	3,27	3,56			
21		151	294	665	1.218	2.557	3.805	7.139	14.244	21.730	44.004	76.274	122.108	264.540	467.839	742.606	963.805	1.351.717	1.812.468	2.438.794			
		0,34	0,41	0,50	0,58	0,70	0,77	0,90	1,06	1,18	1,40	1,60	1,79	2,18	2,44	2,74	2,96	3,16	3,35	3,65			
22		155	301	681	1.247	2.618	3.964	7.307	14.579	22.241	45.039	78.069	124.981	270.766	492.731	760.082	986.486	1.383.525	1.893.000	2.496.185			
		0,35	0,42	0,52	0,60	0,72	0,80	0,92	1,09	1,20	1,44	1,63	1,83	2,23	2,57	2,89	3,03	3,24	3,50	3,74			
23		158	307	696	1.275	2.676	4.053	7.471	14.907	22.741	46.052	79.824	127.790	276.851	503.805	777.164	1.008.657	1.414.621	1.935.000	2.552.286			
		0,36	0,42	0,53	0,61	0,73	0,82	0,94	1,11	1,23	1,47	1,67	1,87	2,28	2,63	2,97	3,09	3,31	3,58	3,82			
24		162	314	711	1.303	2.734	4.140	7.632	15.227	23.230	47.042	81.541	130.538	282.806	514.641	793.880	1.030.351	1.465.000	1.977.000	2.607.180			
		0,37	0,43	0,54	0,62	0,75	0,84	0,96	1,14	1,26	1,50	1,71	1,91	2,33	2,68	2,93	3,16	3,40	3,66	3,90			
25		167	325	725	1.329	2.790	4.225	7.938	15.541	23.709	48.012	83.222	133.230	288.637	525.253	810.250	1.051.598	1.485.000	2.018.500	2.660.942			
		0,38	0,45	0,55	0,64	0,77	0,86	1,00	1,18	1,28	1,53	1,74	1,95	2,38	2,74	2,99	3,22	3,47	3,73	3,98			
26		170	331	740	1.356	2.846	4.309	8.095	15.849	24.179	48.963	84.870	135.865	294.353	538.655	826.256	1.072.423	1.515.000	2.058.000	2.713.639			
		0,38	0,46	0,56	0,65	0,78	0,87	1,02	1,19	1,31	1,56	1,76	1,97	2,40	2,76	3,05	3,29	3,54	3,81	4,06			
27		173	337	754	1.403	2.900	4.391	8.249	16.151	24.639	49.896	86.467	138.451	299.961	545.859	842.036	1.092.852	1.544.000	2.097.000	2.765.332			
		0,39	0,47	0,57	0,67	0,80	0,89	1,04	1,21	1,33	1,58	1,78	1,99	2,42	2,80	3,10	3,35	3,61	3,88	4,14			
28		176	343	768	1.429	2.953	4.472	8.400	16.448	25.631	50.811	88.072	140.998	305.465	555.875	857.488	1.112.906	1.572.000	2.138.000	2.816.077			
		0,40	0,47	0,58	0,68	0,81	0,91	1,06	1,23	1,36	1,62	1,84	2,06	2,51	2,89	3,19	3,41	3,68	3,95	4,22			
29		180	350	781	1.454	3.005	4.551	8.549	16.739	26.085	51.711	89.633	143.493	310.872	565.715	872.666	1.132.605	1.600.000	2.172.000	2.865.923			
		0,41	0,48	0,59	0,70	0,82	0,92	1,08	1,25	1,41	1,68	1,88	2,10	2,56	2,95	3,25	3,47	3,74	4,02	4,30			
30		183	356	795	1.479	3.057	4.629	8.695	17.025	26.531	52.595	91.165	145.946	316.186	575.386	887.584	1.151.968	1.628.000	2.210.000	2.914.916			
		0,41	0,49	0,60	0,71	0,84	0,94	1,09	1,27	1,44	1,68												

## Anexo 5. Válvulas tuberías

### CONEXIÓN BATERIA CLIMATIZADORES

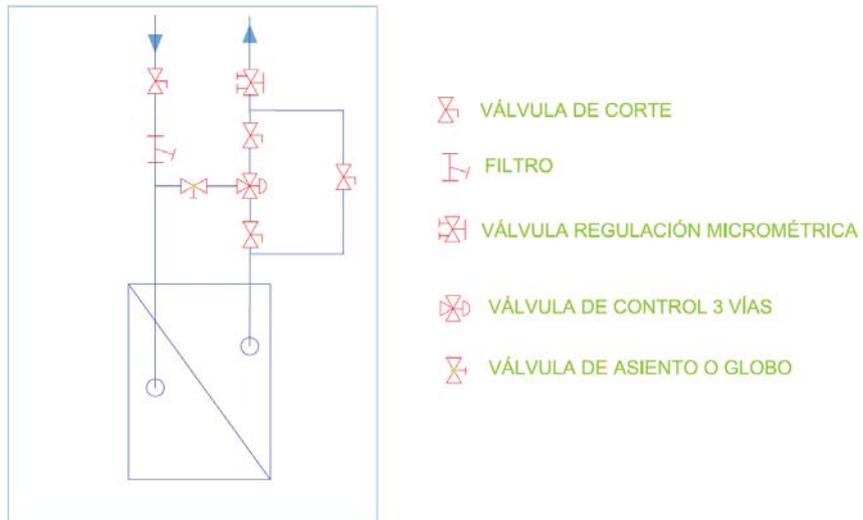


Ilustración 21 Esquema válvulas tuberías a climatizadores

### DETALLE CONEXION TUBERIA A BATERIAS

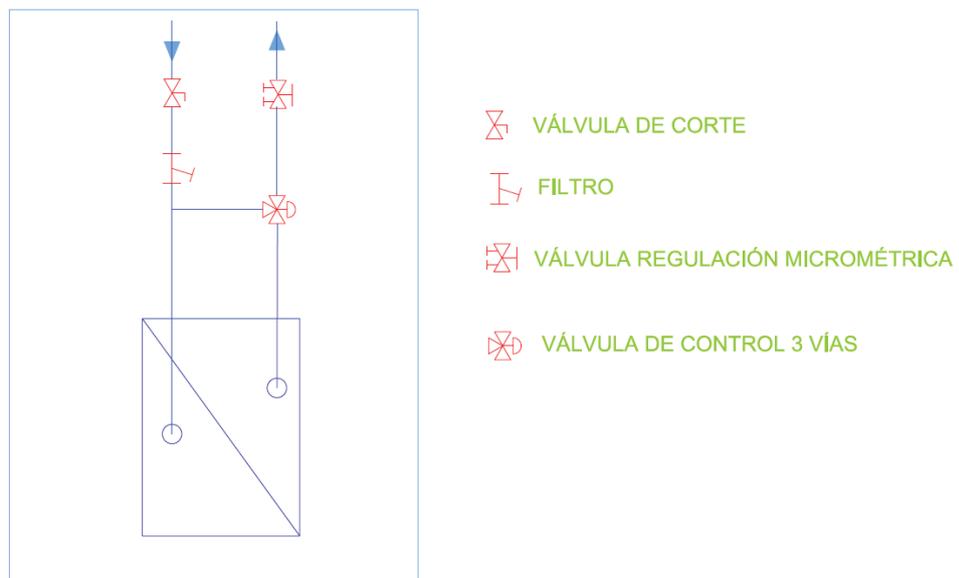


Ilustración 22 Esquema válvulas tuberías a baterías

### DETALLE VALVULERÍA EN BOMBAS

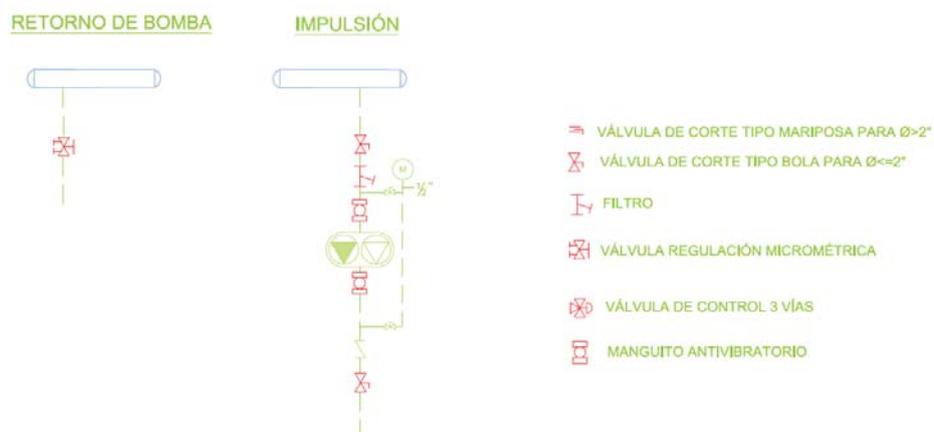


Ilustración 23 Esquema válvulas en bombas

Tabla 17 Espesores mínimos de aislamiento de tuberías según RITE

Tabla 12.4.2.1: 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
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

## Anexo 6. Cálculo de conductos

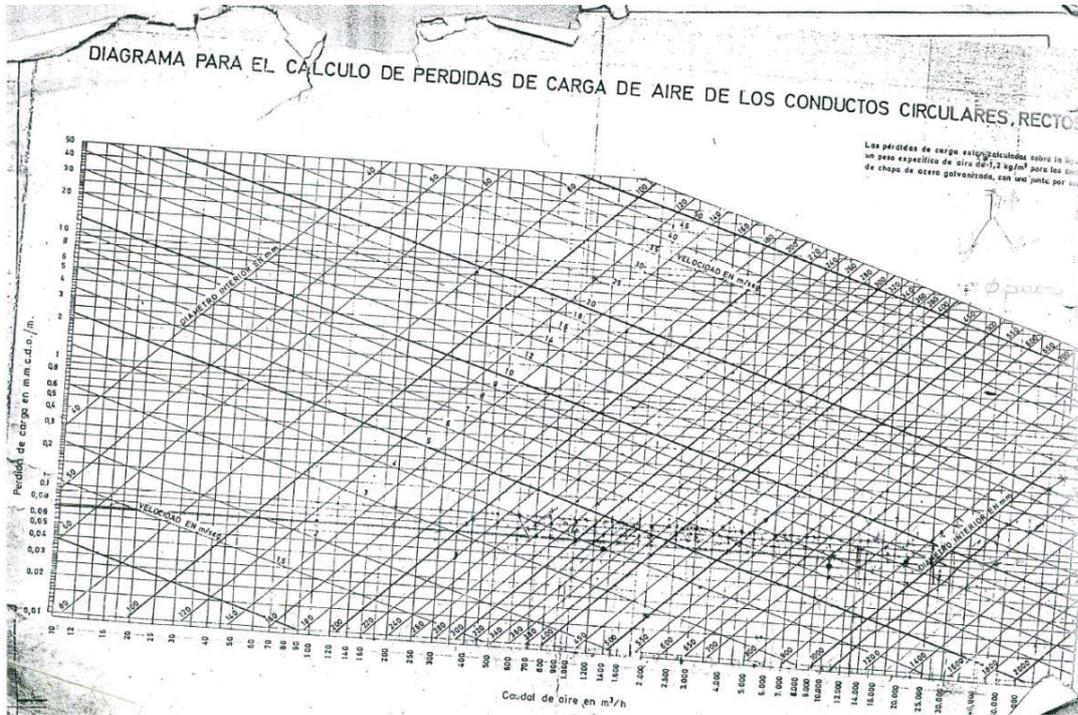
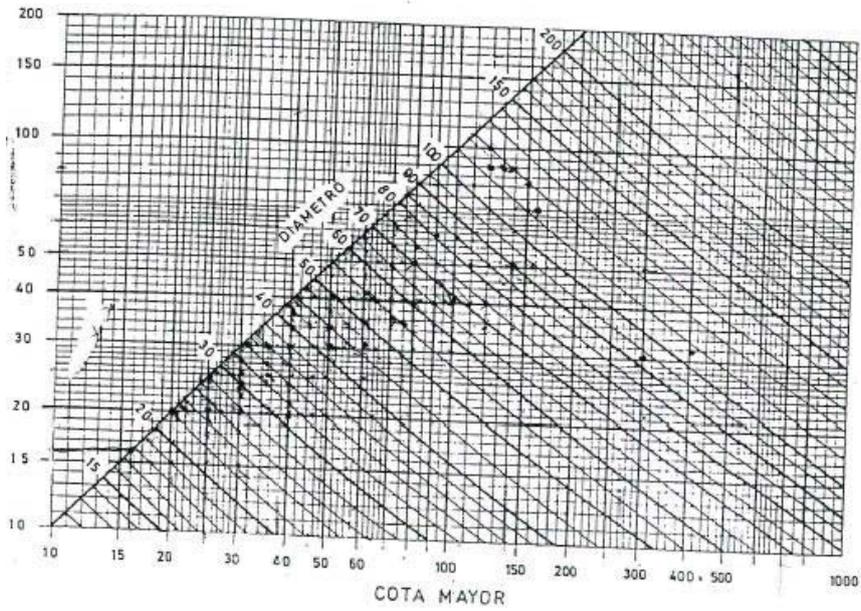


Ilustración 24 Diagrama para el cálculo de pérdidas de carga de aire en conductos circulares

DIAGRAMA DE TRANSFORMACION DE LOS CONDUCTOS RECTANGULARES EN CONDUCTOS CIRCULARES A IGUALES PERDIDAS DE CARGA



COEFICIENTES DE MEJORAMIENTO DE LOS CALCULOS DE PERDIDAS DE PRESION ESTATICA DE LOS CONDUCTOS EN MATERIALES DIFERENTES.

Conductos de acero galvanizado con una junta por metro.	1,00
Conductos de acero galvanizado sin junta.	0,85
Conductos de aluminio.	0,90
Conductos de Uralite.	1,50
Conductos en albaniteria lisa.	1,55

Ilustración 25 Diagrama de transformación de los conductos rectangulares en circulares a iguales pérdidas de carga

Tabla 18 Longitud equivalente de accesorios conductos

**LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE ACCESORIOS PARA REDES DE CONDUCTOS**

n°	0,325	0,53
v (m/s)	REDUCCIÓN	DERIVACIÓN
1	0,20	0,33
1,5	0,46	0,75
2	0,82	1,33
2,5	1,27	2,07
3	1,83	2,98
3,5	2,50	4,06
4	3,26	5,30
4,5	4,13	6,71
5	5,09	8,28
5,5	6,16	10,02
6	7,34	11,93
6,5	8,61	14,00
7	9,98	16,23
7,5	11,46	18,63
8	13,04	21,20
8,5	14,72	23,93
9	16,50	26,83
9,5	18,39	29,90
10	20,38	33,13
10,5	22,46	36,52
11	24,65	40,06
11,5	26,95	43,81
12	29,34	47,70
12,5	31,84	51,76
13	34,43	55,96
13,5	37,13	60,37
14	39,94	64,93
14,5	42,84	69,65
15	45,84	74,53
15,5	48,95	79,66
16	52,16	84,80
16,5	55,47	90,18
17	58,88	95,73
17,5	62,40	101,45
18	66,02	107,33
18,5	69,73	113,37
19	73,55	119,58
19,5	77,48	125,96
20	81,50	132,50

**LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE CODOS A 90° CON RELACIÓN R/D = 1,25**

alto (mm)	1200	900	750	600	500	400	300	250	200	150
2400	8,22	7,38	6,51	5,85	4,87					
1800	8,25	6,9	6,2	5,05	4,42	3,8	3,56			
1500	8	6,51	5,65	4,77	4,18	3,56	2,95			
1200	7,67	5,9	5,28	4,42	4,18	3,26	2,62	2,4	2,39	
1050		5,9	5,03	4,42	3,87	3,25	2,66	2,4	2,06	
900		5,5	4,79	4,14	3,53	2,98	2,7	2,36	2,08	
800			4,76	4,11	3,54	2,95	2,33	2,08	1,72	
700				3,84	3,54	2,95	2,33	2,08	1,72	
600				3,74	3,26	2,91	2,33	2,05	1,75	1,47
500					3,25	2,66	2,05	1,8	1,47	1,17
400						2,66	2,05	1,76	1,47	1,17
300							2,05	1,76	1,47	1,15
250								1,47	1,19	1,19
200									1,16	0,88
150										0,88

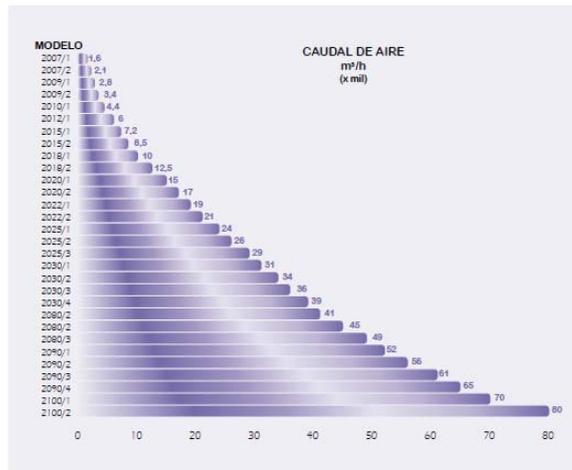
Anexo 7. Especificaciones técnicas equipos y componentes

Model		CGAN / CXAN 209	CGAN / CXAN 210	CGAN / CXAN 211	CGAN / CXAN 212	CGAN / CXAN 213	CGAN / CXAN 214
Main power supply	(V/Ph/Hz)	400/3/50					
Refrigerant	Type	R407C					
Net cooling capacity CGAN / CXAN (1)	(kW)	288/277	316/305	350/335	389/367	428/410	462/451
Total power input in cooling mode CGAN/CXAN	(kW)	107/109	120/118	130/131	139/145	156/155	172/165
Net heating capacity CXAN (1)	(kW)	291	317	351	384	425	467
Total power input in heating mode CXAN	(kW)	107	112	131	146	159	172
Number of refrigerant circuit		2	2	2	2	2	2
Number of compressors and steps		4	4	5	6	6	6
Available water pressure (2)	(kPa)	119/174	109/168	120/164	108/151	94/140	88/136
Chiller water connection type		Victaulic					
Chilled water connection diameter	(Inch/mm)	4" (100)	4" (100)	4" (100)	4" (100)	4" (100)	4" (100)
Height	(mm)	2323	2323	2323	2323	2323	2323
Length	(mm)	5135	5135	5135	5135	5135	5135
Width	(mm)	2230	2230	2230	2230	2230	2230
Operating Weight							
without hydraulic module CGAN/CXAN	(kg)	2680/2950	2710/2990	3070/3260	3370/3500	3490/3640	3590/3750
with hydraulic module CGAN/CXAN	(kg)	2980/3250	3010/3290	3370/3560	3670/3800	3790/3940	3890/4050
Water tank volume (Option)	(l)	600	600	600	600	600	600
Water tank additional shipping weight	(kg)	270	270	270	270	270	270

Tabla 19 Especificaciones enfriadora TRANE CGAN

<b>Potencia térmica útil de la caldera</b>					
- Vitoplex 300 (modelo TX3)	kW	80-105	130-170	225-285	345-460
- Vitoplex 200 (modelo SX2)	kW	90-120	150-200	270-350	440-560
- Vitorond 200	kW	125*1	160-195 *1	230-320 *1	380-560
<b>Vitotrans 300 adecuado para Vitoplex (modelos SX2 y TX3) y para Vitorond 200</b>					
- Funcionamiento con gas	Nº de pedido	Z000 701	Z000 702	Z002 118	Z000 704
- Funcionamiento con gasóleo	Nº de pedido	Z000 705	Z000 706	Z002 120	Z000 708
<b>Margen de potencia térmica útil del Vitotrans 300*2 para</b>					
- Funcionamiento con gas	de kW	7,7	11,8	21,3	30,3
	a kW	11,9	19,0	33,3	48,9
- Funcionamiento con gasóleo	de kW	5,2	8,2	14,6	20,8
	a kW	8,1	13,0	22,7	33,5
<b>Nº de distintivo de homologación para Vitotrans 300 en combinación con una caldera, como unidad de condensación:</b>					
- Vitoplex 300			CE-0085 AS 0204		
- Vitoplex 200			CE-0085 AS 0203		
- Vitorond 200			CE-0085 AU 0327		
<b>Presión de servicio adm.</b>	bar	4	4	4	6
<b>Temperatura admisible de impulsión (temperatura de seguridad)</b>	°C	110	110	110	110
<b>Pérdida de carga en pasos de humos (sobrepresión)*3</b>	Pa	65	85	100	105
	mbar	0,65	0,85	1,00	1,05
<b>Caudal másico de humos</b>	de kg/h	136	213	383	546
	a kg/h	213	341	596	954
<b>Dimensiones totales</b>					
Longitud total h con contrabridas	mm	666	781	859	995
Anchura total b:	mm	714	746	818	912
Altura total c	mm	1037	1152	1167	1350
<b>Medidas para la colocación</b>					
Longitud sin contrabridas	mm	648	760	837	928
Anchura a	mm	618	636	706	839
Altura d	mm	1081	1098	1172	1296
<b>Peso del intercambiador de calor</b>	kg	94	119	144	234
<b>Peso total</b>	kg	125	150	188	284
<b>Intercambiador de calor con aislamiento térmico</b>					
<b>Capacidad</b>					
Agua de calefacción	l	70	97	134	181
Humos	m <sup>3</sup>	0,055	0,096	0,133	0,223
<b>Conexiones</b>					
Impulsión y retomo del agua de calefacción	DN	40	50	50	65
Conducto de vaciado de condensados	R	½	½	½	½
<b>Conexión de humos</b>					
- A la caldera	NW	180	200	200	250
- Al sistema de salida de humos	NW	150	200	200	250

Tabla 20 Especificaciones técnicas caldera VITOPLEX



✓ Opcionales disponibles

- Cuadro eléctrico de fuerza.
- Cuadro eléctrico de control.
- Sondas de temperatura y humedad.
- Detectores de humos.
- Detectores de filtros sucios.
- Tejadillo para montaje en intemperie.
- Variadores de frecuencia.
- Lámparas germicidas.
- Entorno ATEX.
- Servomotores.
- Cableado de fuerza y control.
- Presostato flujo aire.
- Ojos de buey.
- Pata de apoyo.

Ilustración 26 Climatizadores TERMOVEN Serie 2000

Tabla 21 Hoja de características fancoils AIRLAN FCZ

Datos técnicos de la Unidad con doble batería

FCZ	101				102				201				202				301				302				401				402						
	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L
<b>Prestaciones en calefacción</b>																																			
<b>Instalaciones de 4 tubos con intercambiador adicional</b>																																			
Potencia calorífica	(1)	kW	1,31	1,14	0,84	2,20	1,86	1,38	1,80	1,52	1,14	3,05	2,49	1,76	2,87	2,45	2,02	4,84	4,01	3,18	3,50	2,97	2,38	5,92	4,86	3,75									
Caudal de agua	(1)	l/h	113	98	73	190	160	119	155	130	98	262	214	152	247	210	174	416	345	274	301	255	203	509	418	322									
Pérdidas de carga	(1)	kPa	5	4	2	4	3	2	12	9	6	9	6	4	36	27	19	27	19	13	10	8	5	9	5	4									
<b>Rendimientos en enfriamiento</b>																																			
Potencia frigorífica total	(2)	kW	1,00	0,84	0,65	1,00	0,84	0,65	1,60	1,29	0,89	1,60	1,29	0,89	2,65	2,18	1,68	2,65	2,18	1,68	3,60	2,93	2,21	3,60	2,93	2,21									
Potencia frigorífica sensible	(2)	kW	0,83	0,69	0,51	0,83	0,69	0,51	1,33	1,05	0,71	1,33	1,05	0,71	2,04	1,65	1,26	2,04	1,65	1,26	2,67	2,14	1,59	2,67	2,14	1,59									
Caudal de agua	(2)	l/h	172	144	112	172	144	112	275	221	153	275	221	153	456	374	288	456	374	288	619	503	379	619	503	379									
Pérdidas de carga	(2)	kPa	8	6	3	8	6	3	18	12	6	18	12	6	18	13	8	18	13	8	34	26	19	34	26	19									
<b>Ventilador</b>																																			
Ventilador Centrifugo		n°																																	
Caudal de aire		m³/h	200	160	110	200	160	110	290	220	140	290	220	140	450	350	260	450	350	260	600	460	330	600	460	330									
<b>Niveles sonoros</b>																																			
Nivel de potencia sonora	(3)	dB(A)	45	38	31	45	38	31	50	43	31	50	43	31	58	41	34	58	41	34	51	44	39	51	44	39									
Nivel de presión sonora		dB(A)	37	30	23	37	30	23	42	35	23	42	35	23	50	33	26	50	33	26	43	36	31	43	36	31									
<b>Dámetro de los racores</b>																																			
Batería Principal		Ø	1/2"				1/2"				3/4"				3/4"																				
Batería Secundaria		Ø	1/2"				1/2"				1/2"				1/2"																				
Batería sobredimensionada		Ø	1/2"				1/2"				1/2"				1/2"																				
<b>Características eléctricas</b>																																			
Potencia absorbida	W	30	25	20	30	25	20	35	25	13	35	25	13	44	33	25	44	33	25	57	43	30	57	43	30										
Conexiones eléctricas		V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1							
Alimentación		V/ph/Hz	230V-50Hz																																

FCZ	501				502				601				602				701				702				801				802				901				1001			
	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L	H	M	L	L
<b>Prestaciones en calefacción</b>																																								
<b>Instalaciones de 4 tubos con intercambiador adicional</b>																																								
Potencia calorífica	(1)	kW	4,18	3,74	2,90	7,21	6,33	4,66	4,88	4,11	2,83	6,50	6,98	5,14	5,54	4,80	4,10	9,85	8,37	6,90	5,97	5,36	4,71	10,75	9,51	8,18	6,41	6,30	5,30	6,01	6,23	5,43								
Caudal de agua	(1)	l/h	360	322	249	619	544	401	419	353	243	731	600	442	476	413	353	847	720	600	513	461	405	924	817	703	562	553	465	597	547	476								
Pérdidas de carga	(1)	kPa	12	10	6	9	8	4	19	14	9	15	11	6	25	19	18	20	15	13	28	23	15	23	18	14	15	14	11	19	16	13								
<b>Rendimientos en enfriamiento</b>																																								
Potencia frigorífica total	(2)	kW	4,25	3,69	2,68	4,25	3,69	2,68	4,65	3,90	2,85	4,65	3,90	2,85	5,50	4,89	3,90	5,50	4,89	3,90	6,10	5,67	4,84	6,10	5,67	4,84	6,91	5,00	4,29	7,62	6,88	5,69								
Potencia frigorífica sensible	(2)	kW	3,18	2,73	1,94	3,18	2,73	1,94	3,52	3,17	2,28	3,52	3,17	2,28	4,31	3,76	2,99	4,31	3,76	2,99	4,83	4,42	3,72	4,83	4,42	3,72	5,68	3,78	2,97	5,53	5,35	4,42								
Caudal de agua	(2)	l/h	731	634	460	731	634	460	800	671	490	800	671	490	946	841	675	946	841	675	1049	974	833	1049	974	833	1189	860	738	1311	1183	979								
Pérdidas de carga	(2)	kPa	49	42	25	49	42	25	26	19	11	26	19	11	35	28	19	35	28	19	41	36	27	41	36	27	22	12	9	37	31	22								
<b>Ventilador</b>																																								
Ventilador Centrifugo		n°	3				3				3				3				3				3				3													
Caudal de aire		m³/h	720	600	400	720	600	400	920	720	400	920	720	400	1140	930	700	1140	930	700	1300	1120	900	1300	1120	900	1140	930	700	1300	1120	900								
<b>Niveles sonoros</b>																																								
Nivel de potencia sonora	(3)	dB(A)	56	51	42	56	51	42	57	51	42	57	51	42	61	57	51	61	57	51	66	61	56	66	61	56	61	57	51	66	61	56								
Nivel de presión sonora		dB(A)	48	43	34	48	43	34	49	43	34	49	43	34	53	49	43	53	49	43	58	53	48	58	53	48	53	49	43	58	53	48								
<b>Dámetro de los racores</b>																																								
Batería Principal		Ø	3/4"				3/4"				3/4"				3/4"																									
Batería Secundaria		Ø	3/4"				3/4"				3/4"				3/4"																									
Batería sobredimensionada		Ø	3/4"				3/4"				3/4"				3/4"																									
<b>Características eléctricas</b>																																								
Potencia absorbida	W	76	52	38	76	52	38	82	61	40	82	61	40	106	80	59	106	80	59	131	100	80	131	100	80	106	80	59	131	100	80									
Conexiones eléctricas		V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1									
Alimentación		V/ph/Hz	230V-50Hz																																					

TPE 40-XX/2

TP 40-XX/2

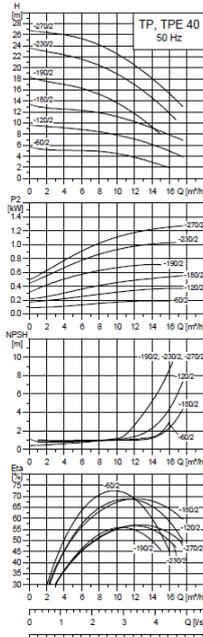
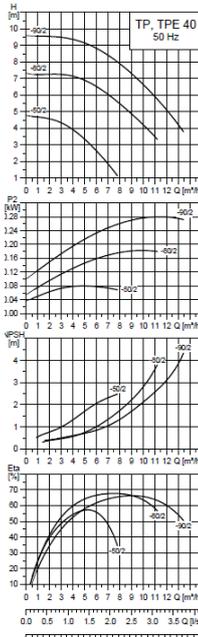
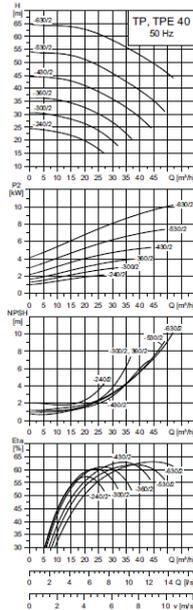


Ilustración 27 Datos técnicos bombas GRUNDFOS TP

Tabla 22 Tabla difusores rotacionales TROX VDN

Datos técnicos						
Tamaño	L <sub>WA</sub>	25 dB(A)	30 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)	45 dB(A)
300 x 8	Q	155	183	215	260	306
	Δp	21	30	41	60	83
400 x 16	Q	240	280	325	390	455
	Δp	16	22	30	43	59
500 x 24	Q	265	325	390	470	570
	Δp	11	17	25	36	53
600 x 24	Q	400	480	570	675	800
	Δp	11	16	22	31	44
600 x 48	Q	480	585	700	840	1.000
	Δp	12	17	25	36	52
652 x 54	Q	500	590	720	825	1.000
	Δp	12	17	24	33	44
825 x 72	Q	790	950	1.140	1.365	1.625
	Δp	11	16	23	32	46

Calculados con plenum de conexión horizontal.

Definiciones:

L<sub>WA</sub> en dB(A): Nivel de potencia sonora

Q en m³/h: Caudal de aire

Δp en Pa: Pérdida de carga

Tabla 23 Tabla rejillas de retorno TROX

Rejillas de retorno

Serie AT (Rango de caudales 100 a 6.000 m³/h)



		Datos técnicos con regulación abierta y lama a 0°															
Caudal m³/h	H	L															
		100	125	165	225	325	425	525	625	825	1.025	1.225	1.425	1.625	1.825	2.025	
100	Δp	2															
	dB(A)	<15															
200	Δp	0	5	4	2												
	dB(A)	24	19	17	<15												
300	Δp	20	12	9	5	3	2										
	dB(A)	34	29	27	20	15	<15										
400	Δp	22	17	9	5	4	2										
	dB(A)	36	34	27	22	18	<15										
500	Δp	26	14	8	6	3	3	2									
	dB(A)	39	32	27	23	18	<15	<15									
600	Δp	20	12	9	5	4	3	2									
	dB(A)	37	32	28	22	18	17	<15									
700	Δp	27	17	12	7	5	4	3	2								
	dB(A)	41	36	32	25	22	21	17	<15								
800	Δp	22	16	9	7	6	4	2	2	2							
	dB(A)	39	35	29	25	24	21	16	15	<15							
900	Δp	27	20	11	9	7	5	3	3	2	2						
	dB(A)	42	38	32	28	27	24	19	18	16	<15						
1.000	Δp	24	14	11	9	6	4	3	3	2							
	dB(A)	41	34	31	30	26	21	21	19	16							
1.200	Δp	20	15	13	9	6	5	4	3	2							
	dB(A)	39	36	35	31	26	25	23	21	17							
1.400	Δp	27	21	17	12	8	6	5	4	3	2	2					
	dB(A)	43	40	39	35	30	29	27	25	21	16	15					
1.600	Δp	27	22	16	10	8	7	6	4	2	2	2					
	dB(A)	43	42	38	34	32	30	28	24	19	18	16					
1.800	Δp	28	20	12	11	9	7	5	3	3	2	2					
	dB(A)	44	41	36	35	33	31	27	22	21	19	17					
2.000	Δp	24	15	13	11	9	6	4	3	3	2						
	dB(A)	44	39	38	36	34	30	25	24	22	19						











#### **IV. PLANOS**

PLANO 1. Red de tuberías planta primera

PLANO 2. Red de tuberías planta segunda

PLANO 3. Red de tuberías planta tercera

PLANO 4. Red de tuberías planta cuarta

PLANO 5. Red de conductos planta baja

PLANO 6. Red de conductos planta primera

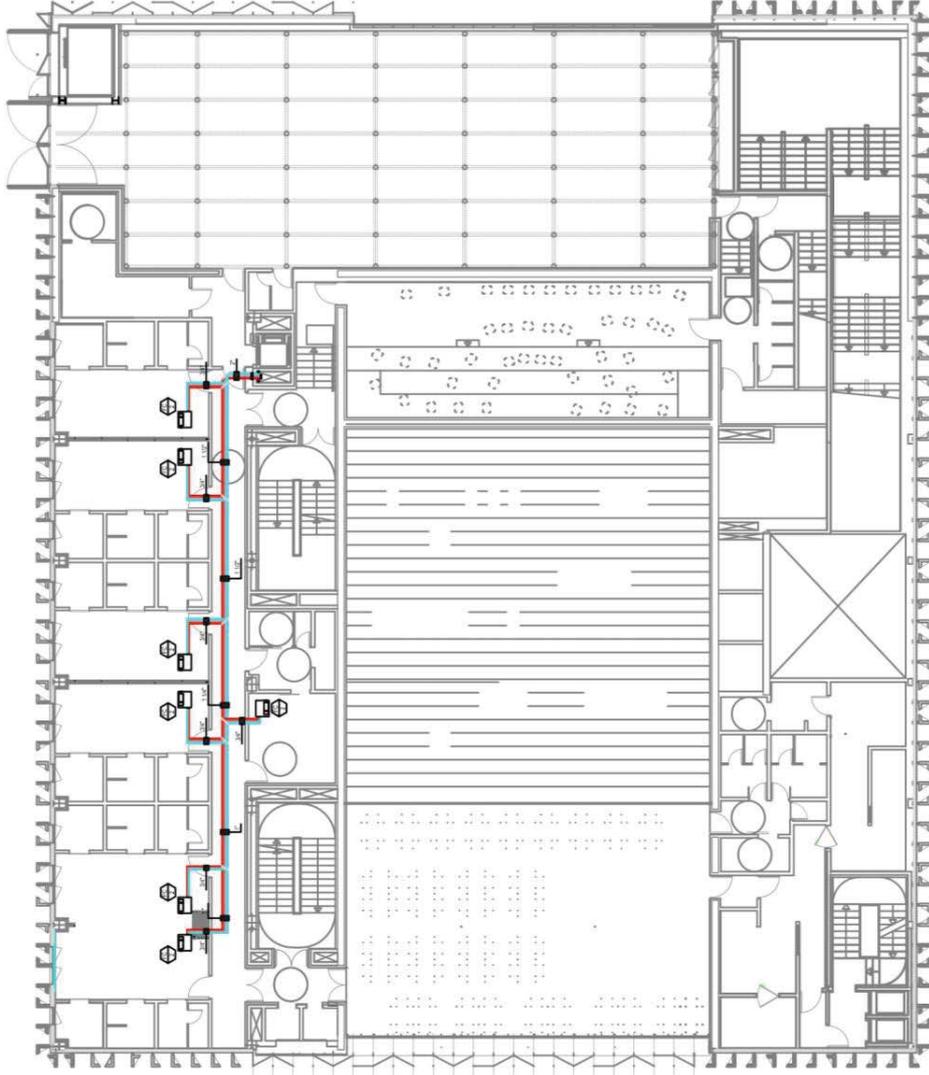
PLANO 7. Red de conductos planta segunda

PLANO 8. Red de conductos planta tercera

PLANO 9. Red de conductos planta cuarta

PLANO 10. Esquema principio frío

PLANO 11. Esquema principio calor



PROYECTO:

Climatización auditorio

ICAI

PLANO:

Red tuberías planta primera

AUTOR:

Francisco de la Peña

ESCALA:

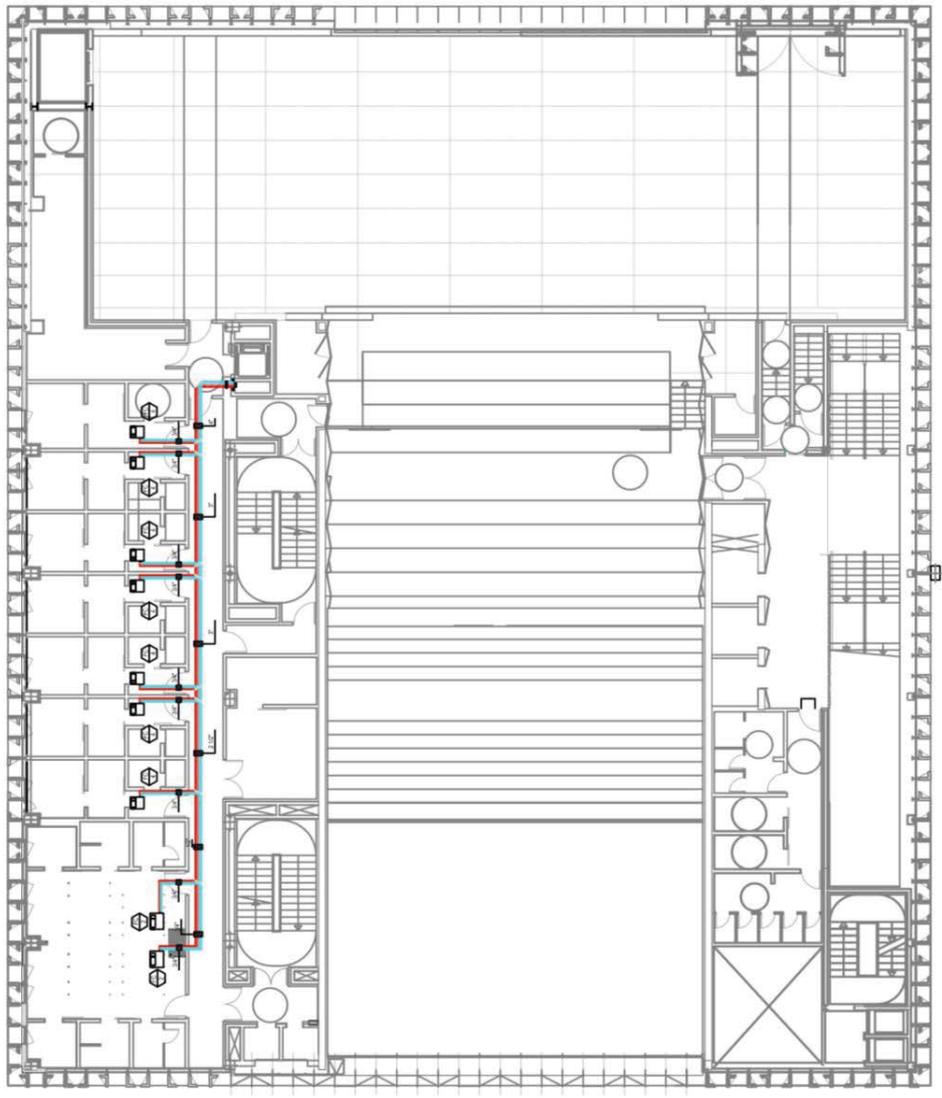
1:300

FECHA:

20/06/2019

Nº

1



PROYECTO:

Climatización auditorio

ICAI

PLANO:

Red tuberías planta segunda

AUTOR:

Francisco de la Peña

ESCALA:

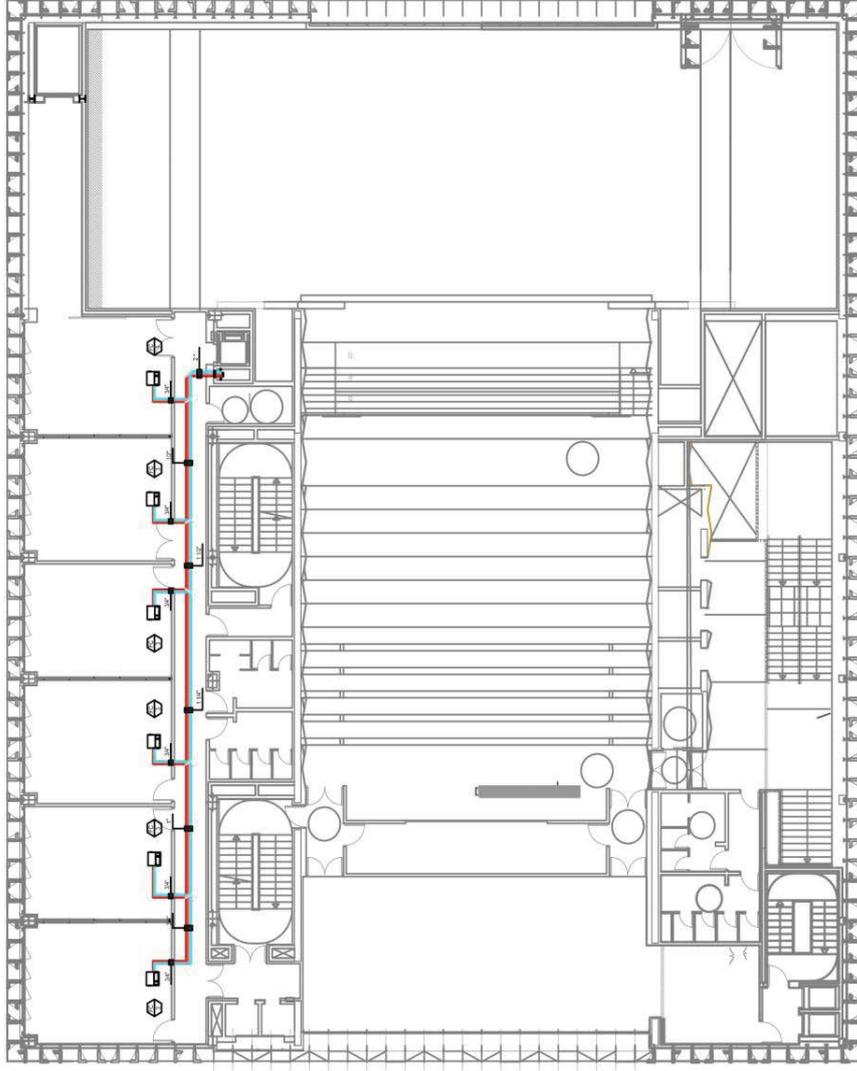
1:300

FECHA:

20/06/2019

Nº

2



PROYECTO:

Climatización auditorio

ICAI

PLANO:

Red tuberías planta tercera

AUTOR:

Francisco de la Peña

ESCALA:

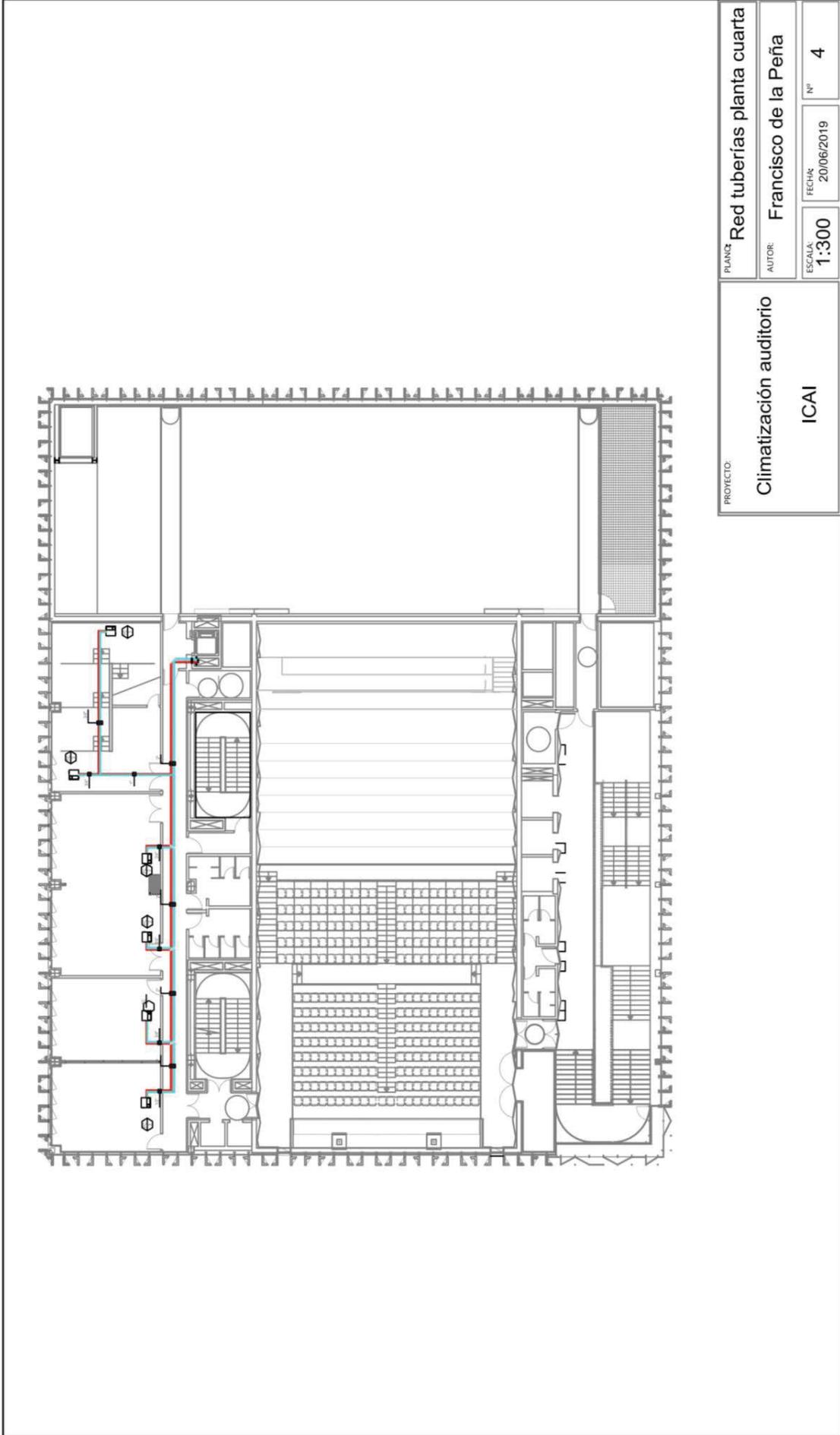
1:300

FECHA:

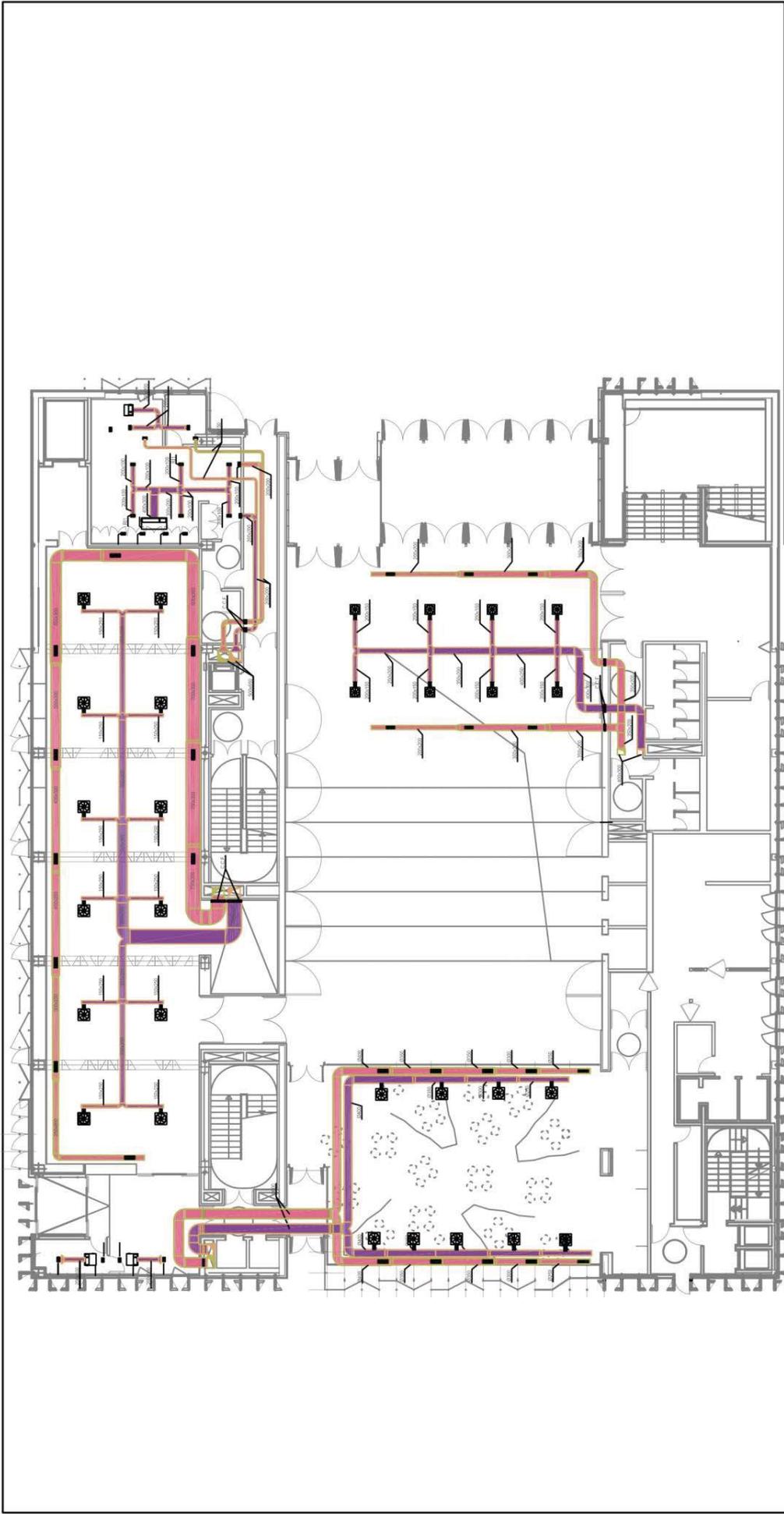
20/06/2019

Nº

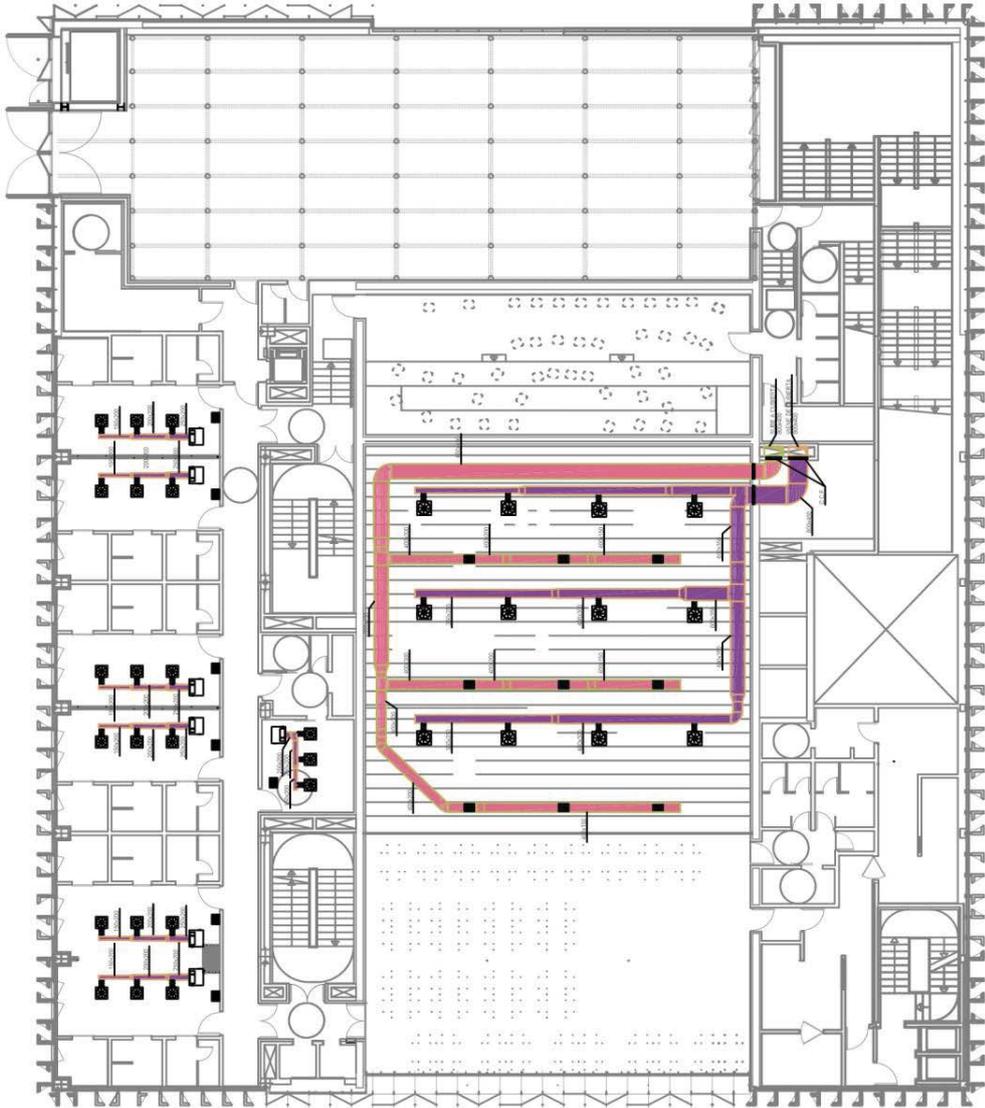
3



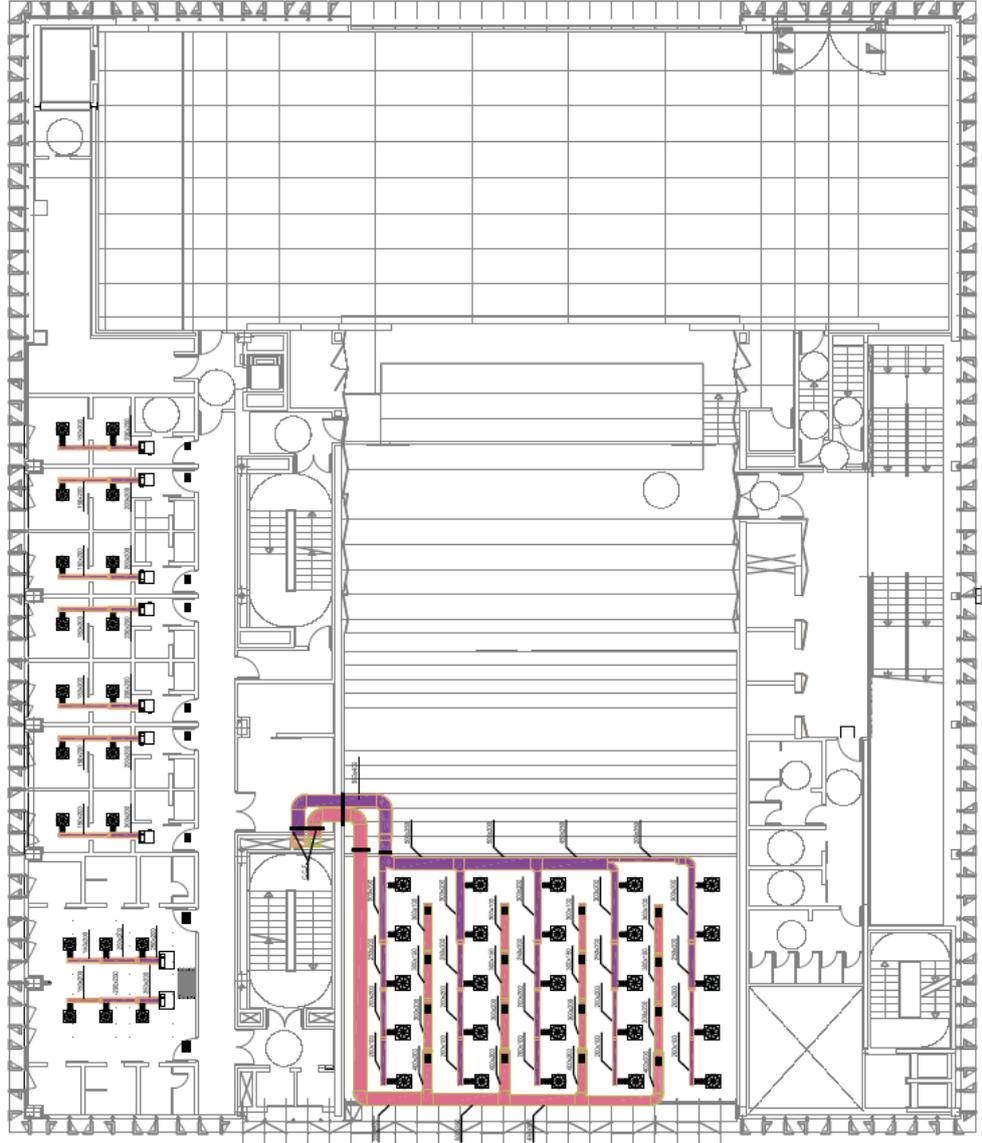
PROYECTO: <b>Climatización auditorio</b>  <b>ICAI</b>	PLANO: <b>Red tuberías planta cuarta</b>
	AUTOR: <b>Francisco de la Peña</b>
	ESCALA: <b>1:300</b>
	FECHA: 20/06/2019
	Nº <b>4</b>



PLANO: <b>Red conductos planta baja</b>	
AUTOR: <b>Francisco de la Peña</b>	
ESCALA: <b>1:300</b>	FECHA: <b>20/06/2019</b>
PROYECTO: <b>Climatización auditorio</b> <b>ICAI</b>	
Nº <b>5</b>	



PROYECTO:	Climatización auditorio	
	ICAI	
	Red conductos planta primera	
PIANQ2	AUTOR:	Francisco de la Peña
ESCALA:	FECHA:	Nº
1:300	20/06/2019	6



PROYECTO:

Climatización auditorio

ICAI

PLANO:

Red conductos planta segunda

AUTOR:

Francisco de la Peña

ESCALA:

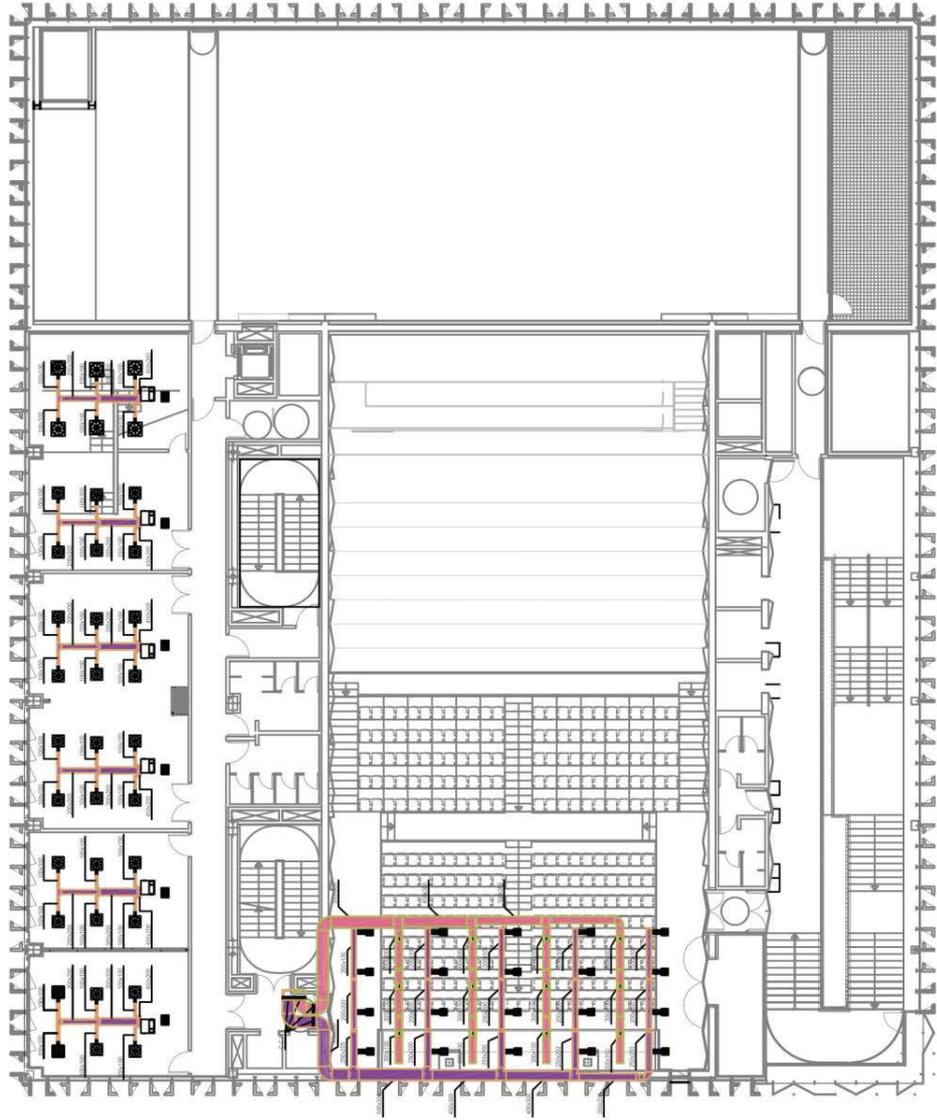
1:300

FECHA:

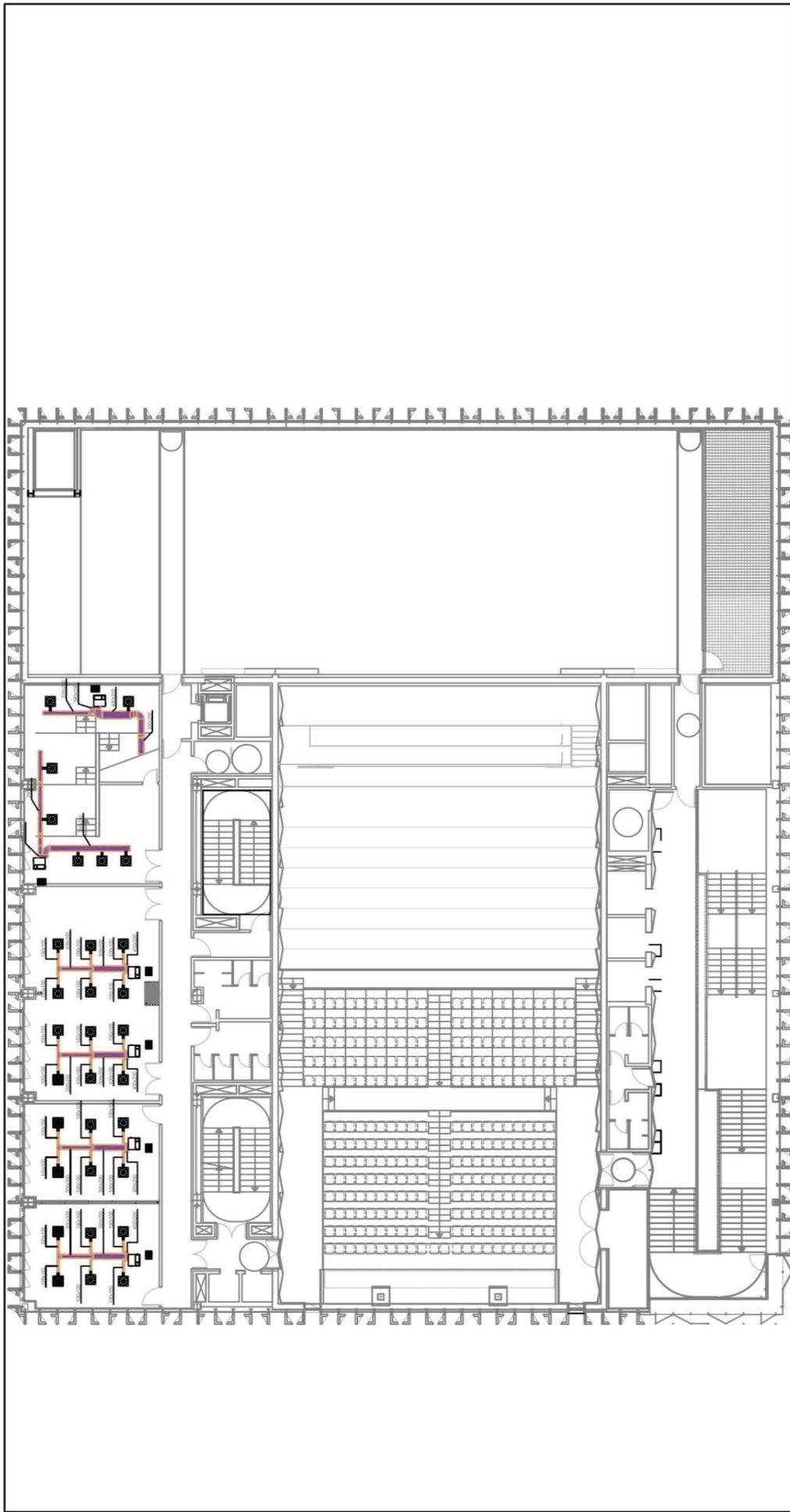
20/06/2019

Nº

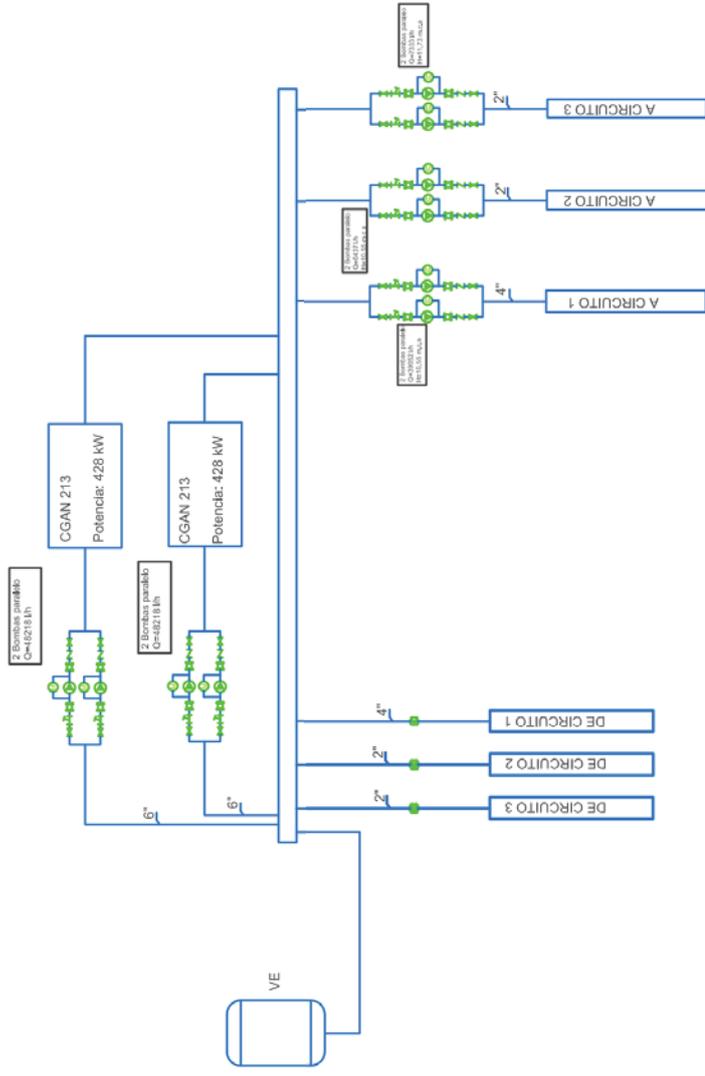
7



PROYECTO: <b>Climatización auditorio</b>  <b>ICAI</b>	PLANO: <b>Red conductos planta tercera</b>	ESCALA: <b>1:300</b>	FECHA: 20/06/2019	Nº <b>8</b>
	AUTOR: <b>Francisco de la Peña</b>			



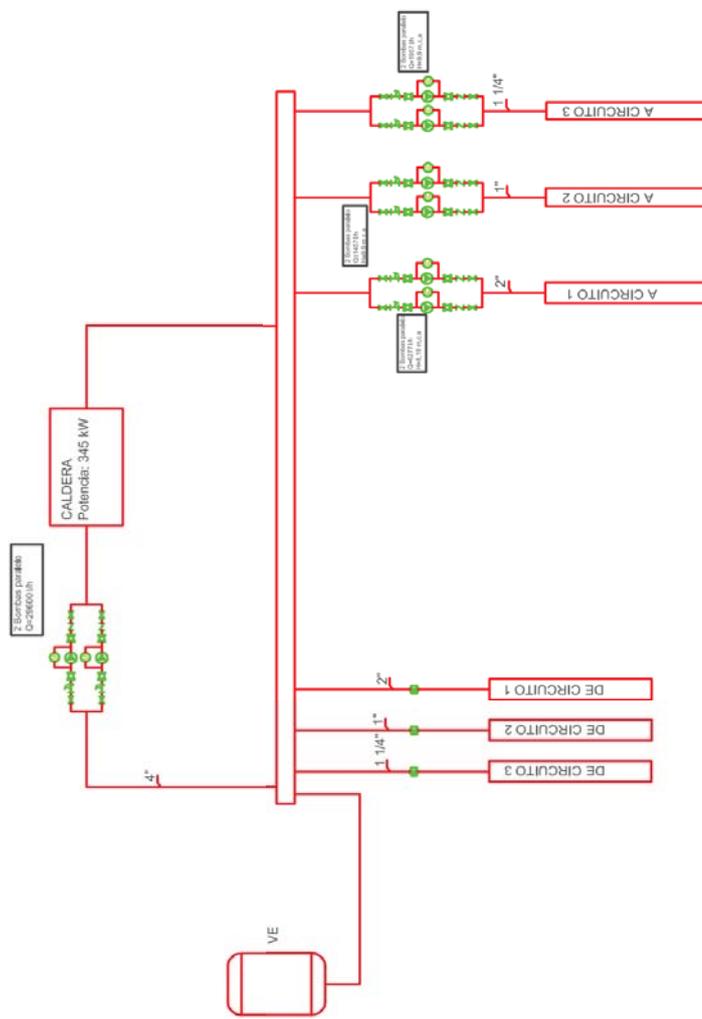
PLANO:		Red conductos planta cuarta	
AUTOR:		Francisco de la Peña	
ESCALA:	1:300	FECHA:	20/06/2019
PROYECTO:		ICAI	
		Nº 9	



LEENDA SIMBOLOGÍA

	BOMBA
	FILTRO DE AGUA
	MANÓMETRO
	VALVULA DE CORTE
	VALVULA DE RETENCIÓN

PROYECTO: <b>Climatización auditorio</b> <b>ICAI</b>	PLANO: <b>Esquema principio frio</b>
	AUTOR: <b>Francisco de la Peña</b>
ESCALA: <b>1:300</b>	FECHA: <b>20/06/2019</b>
	Nº <b>10</b>



LEYENDA SIMBOLÓGICA

⊕	BOMBA
⊖	FILTRO DE AGUA
⊕	MANGUITO ANTIVIBRATORIO
⊖	MANGUITO
⊕	VALVULA DE CORTE
⊖	VALVULA DE RETENCION

PROYECTO:	Climatización auditorio	
	ICAI	
PLANA:	Esquema principio calor	
AUTORS:	Francisco de la Peña	
ESCALA:	1:300	Nº
FECHA:	20/06/2019	11

## V. PLIEGO DE CONDICIONES

### 1. Objeto

En este pliego de condiciones se especifican los aspectos que inciden en el desarrollo de los trabajos, incluyendo la normativa y bases para el cumplimiento de legislación vigente, así como suministro de los materiales y equipos, ubicación y montaje de los mismos, y la realización de las correspondientes pruebas y verificación del funcionamiento de la instalación de climatización del auditorio.

### 2. Normativa

La normativa que afecta a la presente Instalación será la siguiente:

- **Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria de Presidencia del Gobierno.**

Real Decreto 1618/1980 de 4 de julio de 1980

Real Decreto 2946/1982 de 1 de octubre de 1982

Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento anterior

- **Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas del Ministerio de Industria y Energía.**

Real Decreto 3099/1977 de 8 de septiembre de 1977

Real Decreto 394/1979 de 2 de febrero de 1979

Real Decreto 754/1981 de 13 de marzo de 1981

Instrucciones Técnicas Complementarias.

- **Reglamento de Aparatos a Presión del Ministerio de Industria y Energía.**

Real Decreto 1244/1979 de abril de 1979.

Real Decreto 507/1982 de 15 de enero de 1982

Instrucciones Técnicas Complementarias.

- **Reglamento de Normalización y Homologación.- Ministerio de Industria y Energía.**

Real Decreto 2584/1981 de 18-9-81

- Normas Tecnológicas de Edificación del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo NTE.

Decreto 3565/1972 de 23 de diciembre de 1972

Disposiciones Complementarias.

- Norma Básica de Edificación del Ministerio de Obras Públicas y urbanismo NBE-CT-79 Condiciones térmicas en los edificios.

Real Decreto 2429/79 de 6 de julio de 1979.

### **3. Características técnicas de materiales y equipos**

Los Materiales y Equipos que forman parte de la Instalación cumplirán como mínimo los requisitos que se manifiestan en las Especificaciones que siguen:

#### **3.1. Calderas de producción de agua caliente**

Se suministrarán e instalarán en el lugar indicado en los planos y de las potencias indicadas en el presupuesto, calderas para producción de agua caliente con temperatura inferior a 110°, con hogar a sobrepresión, construidas totalmente de acero de gran espesor, soldado eléctricamente, con aislamiento de lana de roca de 100 mm de espesor y 110 kg/m<sup>3</sup> de densidad, con recubrimiento de chapa.

Salvo especificación en contrario, serán calderas pirotubulares, de tres pasos de humos y hogar presurizado.

Estas calderas estarán dispuestas para su utilización con quemadores de gas natural o de gasóleo C. El quemador se montará sobre la puerta que estará revestida de material refractario y permitirá un acceso cómodo al hogar y a los tubos de humos para su limpieza.

Salvo especificación en contrario, las calderas estarán diseñadas para una presión de trabajo de 6 bar, con una presión de prueba de 9 bar, estando homologadas para estas presiones.

Las calderas cumplirán el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y el Reglamento de Aparatos a Presión, así como el resto de normativa vigente, en lo referente a construcción, documentación, funcionamiento, rendimiento y seguridad, así como a su montaje.

Se suministrarán todos los accesorios de la caldera, tales como útiles de limpieza y condensación del fuego, termómetros, hidrómetros, válvula de alimentación, válvula de seguridad y desagüe de dimensiones necesarias.

### **3.2. Grupos enfriadores centrífugos**

Se suministrarán e instalarán grupos enfriadores centrífugos, montados sobre planchas de caucho antivibrantes, de la potencia y características señaladas en los planos correspondientes, que serán garantizadas por el fabricante del material.

Cada grupo comprenderá:

- a).- Compresor.
- b).- Condensador de refrigerante.

- c).- Enfriador de agua.
- d).- Sistema de purga de refrigerante.
- e).- Motor.
- f).- Sistema de control del grupo.

a).- Compresor

El compresor será de una sola turbina, suficientemente rígida, estará perfectamente equilibrada tanto estática como dinámicamente para evitar vibraciones a la velocidad de funcionamiento y estará construida en aleación de aluminio.

El sistema de lubricación será reforzado, mediante una bomba accionada por el eje y auxiliada por una bomba exterior, necesaria en el arranque.

La reducción de capacidad se consigue mediante la variación de la admisión del freón en el compresor, mediante un motor que acciona las compuertas de entrada. Dicho motor será accionado por un control de temperatura, que acusa las variaciones de la temperatura del agua enfriada a su salida.

b).- Condensador de Refrigerante

Estará formado por haces horizontales de tubos de cobre, fácilmente accesibles con soportes intermedios de acero para la adecuada sujeción y envolvente también de acero.

Estarán diseñados para una presión de trabajo adecuada al refrigerante utilizado, en el lado del refrigerante y 16 Kg/cm<sup>2</sup> en el lado del agua. La caída de presión del agua en el circuito será inferior a la marcada en los planos.

c).- Enfriador de agua

Será de las mismas características constructivas del condensador, irá provisto de mirillas y manómetro para el líquido refrigerante y válvula de seguridad.

Una válvula flotador controlará automáticamente el paso del líquido refrigerante al enfriador.

Estará diseñado para las mismas presiones de trabajo del condensador, y la pérdida de presión para el agua en su circuito no será superior a la marcada en los planos.

d).- Sistema de Purga

La unidad dispondrá de un sistema de purga de arranque manual con los elementos necesarios para aislarlo del sistema principal de refrigerante. Una vez en marcha, su funcionamiento será automático y permitirá la eliminación de vapor de agua, aire, gases no condensables, etc.

e).- Motor

El motor será con inducido de jaula de ardilla, del tamaño señalado en los planos.

Irá provisto de un arrancador del tamaño preciso a su potencia capaz de hacerlo alcanzar la velocidad de régimen en 8 segundos.

f).- Sistema de control

El centro de control de la unidad se suministrará completamente cableado en fábrica e incluirá los siguientes elementos:

- 1.- Control de temperatura del agua enfriada.
- 2.- Pulsadores arranque-parada del compresor, con luz piloto.
- 3.- Control automático-manual de capacidad.

4.- Control de corriente en el motor con selector de carga máxima.

5.- Termómetro indicador de temperatura del agua enfriada.

### **3.3. Grupos electrobombas en bancadas**

Se instalarán en los lugares indicados en los planos, ajustándose a las características en ellos señalados.

Serán bombas centrífugas, accionadas por motor eléctrico a través de acoplamiento y el montaje del grupo se hará sobre bancada de fundición.

Los materiales serán de primera calidad y estarán exentos de todos los defectos que puedan afectar la eficacia del producto acabado.

Los cuerpos de las bombas tendrán capacidad para soportar una presión hidrostática de 1,5 veces la presión máxima de trabajo, sin que esta presión de prueba baje de 5 atmósferas.

El impulsor será de bronce y del tipo cerrado, de sección simple, fundido en una sola pieza y estará compensado tanto hidráulica como mecánicamente.

El eje de las bombas será de aleación de acero o de acero al carbono tratado térmicamente.

Las bombas llevarán cierre mecánico en el eje. Estarán acopladas al motor eléctrico con elemento espaciador, para facilitar su desmontaje.

El motor, cuando el grupo esté montado en el interior, podrá llevar protección IP-23, en caso de ir al exterior, llevará protección IP-55 será de rotor en cortocircuito y de 4 polos. Su potencia dependerá de las exigencias de la bomba, que en ningún caso se deberá elegir con rendimiento inferior al 60%.

Todas las partes móviles de la unidad que normalmente exijan lubricación, deberán llevar depósitos a este fin y se lubricarán adecuadamente, antes de su entrega.

Las partes componentes del equipo llevarán el nombre o la marca del fabricante en una placa firmemente fijada en un lugar bien visible. En lugar de la placa, el nombre o marca del fabricante, podrán estar fundidos formando cuerpo con las piezas componentes del equipo, ir estampadas o marcadas previamente sobre ellas de otro modo cualquiera. Asimismo, en placa timbrada por el fabricante y fijada a la bomba, deberán figurar las características específicas bajo las cuales trabaja cada bomba.

Todas las piezas del equipo estarán fabricadas de modo que sean intercambiables con las piezas de repuesto del mismo fabricante.

### **3.4. Grupos electrobombas en línea**

Serán de tipo rotor seco, de motor incorporado. Su funcionamiento será a 1.450 r.p.m., completamente silencioso, sin vibraciones que puedan transmitirse al resto de la instalación, y los distintos elementos se podrán desmontar con facilidad, para su inspección y mantenimiento.

El montaje se realizará directamente sobre la tubería con bridas y cono de conexión.

Los materiales serán de primera calidad y estarán exentos de todos los defectos que puedan afectar la eficacia del producto acabado.

Los cuerpos de las bombas tendrán capacidad para soportar una presión hidrostática de 1,5 veces la presión máxima de trabajo, sin que esta presión de prueba baje de 5 atmósferas.

El impulsor será de bronce y del tipo cerrado, de sección simple, fundido en una sola pieza y estará compensado tanto hidráulica como mecánicamente.

El eje de las bombas serán de aleación de acero o de acero al carbono tratado térmicamente y estará protegido por un fuerte manguito de bronce.

Las bombas llevarán cierre mecánico en el eje.

El motor, cuando el grupo esté montado en el interior, podrá llevar protección IP-23, en caso de ir al exterior, llevará protección IP-55 será de rotor en cortocircuito y de 4 polos. Su potencia dependerá de las exigencias de la bomba, que en ningún caso se deberá elegir con rendimiento inferior al 60%.

Todas las partes móviles de la unidad que normalmente exijan lubricación, deberán llevar depósitos a este fin y se lubricarán adecuadamente, antes de su entrega.

Las partes componentes del equipo llevarán el nombre o la marca del fabricante en una placa firmemente fijada en un lugar bien visible. En lugar de la placa, el nombre o marca del fabricante, podrán estar fundidos formando cuerpo con las piezas componentes del equipo, ir estampadas o marcadas previamente sobre ellas de otro modo cualquiera. Asimismo, en placa timbrada por el fabricante y fijada a la bomba, deberán figurar las características específicas bajo las cuales trabaja cada bomba.

Todas las piezas del equipo estarán fabricadas de modo que sean intercambiables con las piezas de repuesto del mismo fabricante.

### **3.5. Climatizadores de tratamiento de aire**

Los climatizadores de tratamiento de aire cumplirán las siguientes características:

- Construidos con perfiles y paneles de chapa de acero galvanizado, que permitan extraer por simple desmontaje de los tornillos, cualquiera de los elementos montados en el climatizador.

El conjunto llevará un acabado de pintura especial contra intemperie y sobre techo. Los climatizadores que vayan en zonas interiores podrán ir sin pintura ni sobretecho.

- Aislamiento interior realizado con panel rígido de fibra de vidrio de 40 mm de espesor y 36 Kg/m<sup>3</sup> de densidad, recubierto con papel KRAFT-Aluminio tipo ALUMISOL, a excepción de las zonas de humidificación y de ventilación.

Cuando los climatizadores vayan al exterior el aislamiento será de 60 mm y la misma densidad.

La zona de humidificación llevará el aislamiento en el interior de panel Sandwich con las dos caras de chapa galvanizada.

La zona de ventilación, llevará aislamiento de fibra de vidrio de 40 mm de espesor y 38 Kg/m<sup>3</sup> de densidad sujeto con chapa perforada.

- Zonas de humidificación y de ventilador equipadas con puerta de inspección perfectamente estanca con ventanilla de vidrio, con cámara de aire intermedia y puntos de luz internos.

- Zonas de filtros, baterías, separadores de gotas, con posibilidad de extracción.

- La bandeja de recogida del agua de condensación y humidificación será lo suficientemente robusta para no tener que descansar en el suelo sino a través de perfiles laterales con un grosor de 3 mm.

Para evitar condensaciones y fugas, la bandeja llevará en fondo y laterales pintura bituminosa.

Los espesores de chapa y de los perfiles que forman bastidores estarán en relación al caudal y presión característicos del aparato, no admitiéndose ninguna clase de deformación en ningún punto del climatizador.

Las secciones de ventilación se unirán mediante acoplamientos estancos de lona u otro material elástico que anule las vibraciones, apoyándose dicha sección sobre antivibrantes de muelle o de goma, según lo requieran las características del ventilador.

Todo el conjunto de climatizador formará una estructura rígida que apoyará sobre soportes antivibrantes de muelle.

### **3.6. Ventiladores centrífugos de cubierta**

Se suministrarán e instalarán ventiladores centrífugos en el lugar indicado en los planos, del caudal, potencia y tamaño en ellos indicado.

Los ventiladores estarán compuestos por:

- Pletina de asiento cuadrada en chapa de acero, protegida contra la oxidación, con embocadura circular.
- Turbina centrífuga, equilibrada estática y dinámicamente.
- Motor eléctrico de tipo cerrado, protección IP-54, estanco al polvo, acoplado directamente a la turbina o por medio de correas.
- Soporte del conjunto motor-turbina, anclado firmemente a la base de la unidad.
- Caperuza de protección, de aluminio o de poliéster.
- La instalación se realizará de acuerdo con las normas facilitadas por el fabricante.

### **3.7. Fancoils**

Se suministrarán e instalarán unidades de fan-coil en los lugares indicados en los planos y de las características técnicas que se señalan en los mismos. Dichos aparatos estarán alimentados desde la producción centralizada de agua caliente y fría. Estarán esencialmente dotados de:

- Robusto chasis metálico de chapa de acero galvanizada donde van montados los demás aparatos con objeto de conseguir un conjunto más compacto.
- Grupo electroventilador constituido por dos ventiladores centrífugos de doble aspiración, con turbina perfectamente equilibrada, ensamblada con el eje del motor eléctrico, con cojinete de bronce sobre suspensión elástica.
- Motor de fase partida con condensador permanente (PSC)
- Batería radiante de tubos de cobre con aletas en aluminio extraíble y prevista para el perfecto funcionamiento con agua caliente o fría, dotada de purgador.

- Filtros regenerables para el filtrado del aire, fácilmente desmontables para limpieza.
- Revestimiento absorbente acústico.
- Llaves de doble regulación sobre las entradas y salidas de los fluidos de alimentación.
- Rejilla de impulsión lineal de aluminio extruído, con lado abatible para registro del mando.
- Bandeja de recogida de condensación, situada debajo de la batería, dotada de racord de vaciado y revestida de impermeabilizante.
- Selector para cambio de velocidades con posición cero.

El nivel acústico de los aparatos deberá ser inferior a los valores límites admitidos por la ASHRAE GUIDE para cada local, según la actividad que en él se desarrolla.

Los fan-coils de tipo alta capacidad, dispondrán de un variador continuo de velocidad, con posición cero.

### **3.8. Conductos rectangulares convencionales**

- Conductos de chapa metálica

La obra de conductos de chapa metálica requerida por el sistema, se construirá y montará en forma irreprochable, los conductos, a no ser que se apruebe de otro modo, se ajustarán con exactitud a las dimensiones indicadas en los planos, y serán rectos y lisos en su interior, con juntas o uniones esmeradamente terminadas. Los conductos se anclarán firmemente al edificio de una manera adecuada y se instalarán de tal modo que, estén exentos por completo de vibraciones en todas las condiciones de funcionamiento.

- Codos

Los codos tendrán, siempre que sea posible, un radio de eje no inferior a 1,5 veces la anchura del conducto.

- Alabes de dirección

Todos los codos y otros accesorios en donde se cambie la dirección de la corriente de aire y sea necesario, estarán provistos de alabes de dirección. Estos alabes serán de chapa metálica galvanizada, de galga gruesa, curvados de manera que dirijan en forma aerodinámica el flujo de aire que pase por ellos. Estarán montados en bastidores de metal galvanizados e instalados de forma que sean silenciosos y exentos de vibraciones.

- Conexiones flexibles

Las conexiones de los conductos a la entrada y salida de los ventiladores se realizarán interponiendo un tramo flexible de lona. La conexión flexible será por lo menos de 10 cm. para impedir la transmisión de vibraciones.

La lona se fijará a la unidad mediante marco de angular, realizándose una junta permanente y estanca al aire.

- Dispositivos para salvar obstrucciones

Se instalarán dispositivos de líneas aerodinámicas alrededor de cualquier obstrucción que pase a través de un conducto, y se aumentará proporcionalmente el tamaño del conducto para cualquier obstrucción que ocupe más del 10% de la sección del mismo.

- Cambios de sección del conducto

Los cambios de la sección del conducto se harán de tal forma que el ángulo de cualquier lado de la pieza de transición formado con el eje del conducto no sea superior a 15°.

- Espesores de las obras metálicas y refuerzos

Los conductos de chapa metálica se arriostrarán y reforzarán adecuadamente, con angulares de acero galvanizado u otros medios estructurales aprobados, donde sea necesario. Todos los conductos mayores de 40 cm. en cualquier dimensión, llevarán matrizadas unas diagonales de refuerzo para evitar pulsaciones. A no ser que se especifique de otro modo, los refuerzos y uniones de los conductos de chapa metálica se ajustarán a la tabla siguiente:

<b>Espesor de la chapa</b>	<b>Lado Mayor</b>	<b>Unión Transversal</b>
0,6 mm	hasta 40 cm	Bayoneta deslizante a 240 cm máximo
0,8 mm	de 41 a 90 cm	Bayoneta deslizante a 200 cm máximo
0,8 mm	de 91 a 130 cm	Bridas de angular galvanizado de 25 por 25 a 100 cm máximo
1 mm	de 131 a 200 mm	Bridas de angular galvanizado de 30 por 30 a 100 cm máximo
1,2 mm	a partir de 201 cm	Bridas de angular galvanizado de 40 por 40 a 100 cm máximo y refuerzo intermedio long.

### 3.9. Soportes

Todos los conductos quedarán sólidamente sujetos a la estructura del edificio, mediante soportes metálicos de las características siguientes:

<b>Dimensión lado mayor</b>	<b>Tipo de soporte</b>
hasta 60 cm	Perfil en C de chapa galvanizada de 1,5 separación máxima 2,5 m
hasta 150 cm	Perfil de acero 30 x 30 x 3 separación máxima 1,8 m

superior a 150 cm	Perfil de acero 40 x 40 x 4 separación máxima 1,2 m
-------------------	--

A los soportes de perfil de acero, se les darán dos manos de minio como pintura de protección.

Los soportes irán colgados por medio de varilla roscada cadmiada, completa de tuercas y contratueras cadmiadas.

En los soportes de conductos con lado mayor hasta a 60 cm, la varilla será M-6, para los de lado mayor hasta 150 cm. será M-8 y para los de medida superior a 150 cm. será M-10.

Todas las uniones y derivaciones, irán selladas con masilla especial, tipo MINNESOTA EC-750 ó similar.

### **3.10. Conductos circulares**

#### Conductos de fleje metálico

La obra de conductos de chapa metálica requerida por el sistema, se construirá en forma irreprochable. Los conductos, a no ser que se apruebe de otro modo, se ajustarán con exactitud a las dimensiones indicadas en los planos, y serán rectos y lisos en su interior con juntas o uniones esmeradamente terminadas.

Los conductos se anclarán firmemente al edificio de una manera adecuada y se instalarán de tal modo que estén exentos por completo de vibraciones en todas las condiciones de funcionamiento.

#### Codos

Los codos tendrán un radio de curvatura no inferior a 1½ veces el diámetro del conducto. Estarán constituidos de 5 secciones de chapa negra soldada, galvanizada posteriormente.

## Tes

Los "tes" de derivaciones podrán salir directamente del conducto principal en el curso de conexiones directas a las unidades. En el resto de los casos, la unión se realizará mediante piezas cónicas. Todas las piezas se harán de chapa negra, galvanizada posteriormente.

## Conexiones flexibles

Las conexiones flexibles de los conductos en la entrada y salida de los ventiladores se realizarán interponiendo un tramo flexible de lona. La conexión flexible será por los menos de 10 cm. para impedir la transmisión de vibraciones. La lona se fijará a la unidad mediante marco de angular, realizándose una junta permanente y estanca al aire.

## Cambios de sección del conducto y derivaciones

Los cambios de la sección del conducto se harán de tal forma que el ángulo formado por cualquier lado de la pieza de transición con el eje del conjunto no sea superior a 15 °.

Las derivaciones se harán en las mismas piezas de transición con objeto de ahorrar en accesorios.

Las piezas se fabricarán en chapa negra, galvanizada posteriormente.

## Características de la chapa para conductos

La chapa metálica será galvanizada y sus espesores se ajustarán al siguiente cuadro:

diámetro . Hasta 5"	4/10 mm.
diámetro . de 6" a 12"	6/10 mm.
diámetro. de 2" a 32"	8/10 mm.

Todas las piezas de unión llevarán un rebordado circular para ajuste estanco entre piezas, sellando la unión con masilla de tipo asfáltico, como la EC750 de MINNESOTA ó similar.

### **3.11. Difusores**

Se suministrarán e instalarán, en los lugares indicados en los planos, difusores circulares, rectangulares o cuadrados, de aluminio.

Irán provistos de toma con lamas deflectoras para conseguir la más perfecta distribución del aire y estarán dotados de control de volumen.

Estarán contruidos por conos concéntricos divergentes que creen zonas de depresión para facilitar la mezcla del aire ambiente con el de impulsión, creando una corriente de aire secundaria que permitirá reducir la velocidad del aire así como la diferencia de temperaturas entre ambiente e impulsión.

El radio de difusión máximo no podrá ser mayor de una vez y media la altura de montaje del difusor respecto del suelo del local.

Para su conexión al conducto, se montará un cuello de chapa, al cual se atornillará el difusor.

### **3.12. Difusores rotacionales**

Se suministrarán e instalarán, en los lugares indicados en los planos, difusores rotacionales circulares o cuadrados, de aluminio.

Irán provistos de toma con lamas móviles para conseguir la más perfecta distribución del aire y estarán dotados de control de volumen.

Estarán contruidos por ranuras radiales/no radiales que permiten una distribución radial abierta o concentrada.

El plenum de conexión, en chapa de acero galvanizado y aislado, incorpora una chapa ecualizadora interior para garantizar una correcta distribución del aire y boca de entrada, de diámetro normalizado según ISO, con compuerta de regulación manual accesible desde el local.

La altura recomendada de montaje está entre 2,5 y 4 m como intervalo aproximado.

La fijación del difusor al plenum se realizará mediante tornillos.

### **3.13. Rejillas**

Se suministrarán e instalarán en los lugares señalados en los planos, rejillas de las siguientes características:

- 1) Rejillas de impulsión.
- 2) Rejillas de retorno y extracción.
- 3) Rejillas de toma de aire exterior.

Las rejillas de impulsión serán de aluminio, con doble fila de aletas de tipo aerodinámico y direccionales. Irán provistas de compuerta de regulación de caudal.

Las rejillas de retorno y de extracción, serán de aluminio, con una fila de aletas y compuerta de regulación de caudal, adecuadas para su instalación en paredes y techo.

Las rejillas de toma de aire exterior, serán de aluminio extruido con lamas de perfil especial anti lluvia y red metálica galvanizada antipájaro, de 10 x 10. Cuando se indique, serán de tipo especial para atenuación acústica.

### **3.14. Compuertas de regulación**

Se suministrarán e instalarán en los lugares indicados en planos, en los climatizadores y en los ramales principales de distribución de aire, compuertas de regulación.

Las compuertas estarán construidas con perfiles de aluminio extruido y las aletas serán del tipo perfil "ala de avión" con pérdida de carga mínima.

Las compuertas destinadas a regulación del tipo "todo-nada", tendrán giro de aletas "en paralelo", en tanto que aquellas destinadas a regulaciones de tipo proporcional, giro de aletas "en posición".

En cualquier caso, los mecanismos de accionamiento estarán situados fuera de la corriente de aire.

### **3.15. Toberas**

Las toberas se suministrarán e instalarán de las dimensiones y en los lugares indicados en los planos.

La tobera y el aro exterior serán de aluminio y los elementos de conexión con el conducto serán de chapa de acero galvanizada. El conjunto será de construcción robusta.

Las toberas podrán ser fijas u orientables, permitiendo estas últimas, impulsar la vena de aire en todas las direcciones, con un ángulo de  $\pm 30^\circ$ .

La orientación de la tobera podrá hacerse manualmente mediante un servomotor eléctrico o neumático.

Llevarán juntas entre tobera y aro y entre aro y elementos de chapa de acero galvanizado.

Los requerimientos acústicos serán los indicados en proyecto en la norma C-95-1 y en la normativa legal vigente.

### **3.16. Tuberías de circulación en ciclo cerrado**

Las tuberías de agua en ciclo cerrado serán de acero soldado DIN- 2440, St 00 para aquellas de diámetro inferior e igual a 6", mientras que para aquellas de diámetro superior al indicado, serán de acero estirado según norma DIN-2448 St 00.

Todas las tuberías, vayan o no aisladas, se pintarán con dos manos de minio.

Toda la tubería que vaya empotrada por tabiques, cuando vaya sin aislamiento, irá protegida totalmente con un panel adhesivo grueso.

Todos los pasos por forjados y paredes se harán a través de tubos metálicos o de fibrocemento de diámetro interior superior en 2 cm. al del tubo aislado correspondiente, o bien a través de un solo tubo, que permita el paso de varias tuberías con separación suficiente para permitir el montaje de las coquillas de aislamiento independientes por tubería.

Todos los soportes de tubería serán de modelos homologados del tipo insonorizado, con arandela de goma, tipo HILTI-FLAMCO o similar aprobado.

### **3.17. Instalación de tuberías**

Todos los cambios de diámetro se efectuarán mediante accesorios de reducción y los cambios de dirección por medio de curvas normalizadas. En la tubería negra y hasta 2 pulgadas inclusive de tamaño, se permitirá el doblado de la misma siempre que se eviten deformaciones y se mantenga toda la sección. Las conexiones de las tuberías a los equipos se harán siempre de acuerdo con los detalles que indique el fabricante.

En la tubería negra, los cambios de diámetro se efectuarán mediante accesorios de reducción excéntricos, de manera que la parte superior de la tubería, mantenga un perfil plano.

Los tendidos horizontales de distribución para las instalaciones de calefacción y refrigeración por agua caliente y fría respectivamente, irán inclinados en sentido ascendente, con una pendiente no inferior al 0,5% hacia el vaso de expansión o hacia los purgadores y con preferencia en el sentido de circulación del agua.

Se suministrarán e instalarán purgadores de aire en todos los puntos elevados de la instalación. Las conexiones de las derivaciones se ejecutarán de forma que quede asegurada

una circulación expedita, se eliminen las bolsas de aire y se obtenga un drenaje completo del sistema.

Durante el montaje de tuberías, los extremos abiertos de éstas se protegerán con tapas, que impidan la entrada de escombros, etc., siendo de total responsabilidad del instalador los daños en la instalación y la obra que por la inobservancia de este apartado pudieran producirse.

Se instalarán desagües que consistirán en tuberías de acero galvanizado con grifos macho, en los puntos más bajos de las tuberías principales en cada "anillo" de planta, en la proximidad de las calderas, depósitos, enfriadores, o en otros lugares necesarios para el completo drenaje, de las instalaciones de tuberías. La pendiente de estas tuberías en ningún caso será inferior al 1%.

Todas las válvulas, equipos, accesorios, aparatos, etc., se instalarán de modo que sean fácilmente accesibles para su reparación y recambio. En el lado de descarga de todas las válvulas y en las conexiones definitivas a equipos, se instalarán bridas o racores de unión. Todas las tuberías, válvulas, accesorios, etc. se instalarán de modo que una vez que se haya aplicado el recubrimiento o aislamiento, quede como mínimo 2 cm. de separación entre el aislamiento acabado y otras instalaciones, y entre el aislamiento acabado de las tuberías contiguas.

Toda la tubería cumplirá totalmente el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE). Deberá llevar dos manos de minio con un espesor mínimo de 40  $\mu\text{m}$  y un acabado con dos manos de esmalte sintético con un espesor mínimo de 50  $\mu\text{m}$ .

La separación máxima entre soportes o suspensores en tendidos horizontales, no será superior a lo siguiente:

### **3.18. Tuberías de acero**

<b>Diámetro de la tubería en mm</b>	<b>Separación máxima entre soportes en m</b>
---	--

	Tramos verticales	Tramos horizontales
≤ 15	2,5	1,8
20	3	2,5
25	3	2,5
32	3	2,8
40	3,5	3
50	3,5	3
70	4,5	3
80	4,5	3,5
100	4,5	4
125	5	5
≥150	6	6

### 3.19. Tuberías de cobre

Diámetro de la tubería en mm	Separación máxima entre soportes en m	
	Tramos verticales	Tramos horizontales
≤ 10	1,80	1,20
de 12 a 20	2,40	1,80
de 25 a 40	3,00	2,40

de 50 a 100	3,70	3,00
-------------	------	------

El instalador presentará estudio de dilatación y soportación que deberá ser aprobado por la D.F.

Cuando se instalen válvulas en tramos verticales de tubería de aspiración de las bombas, se dispondrá un soporte adecuado en el codo de conexión a la boca de toma de la bomba. En ningún caso se emplearán las conexiones a bombas y otro equipo como sustentación de cualquier tramos de tubo, accesorios o válvula.

### **3.20. Juntas antivibrantes**

En las tuberías conexas a aquellos equipos sometidos a vibraciones, como condensador y evaporador frigoríficos, bombas de impulsión de agua, así como el resto de equipos especificados, se montarán juntas antivibrantes metálicas, construidas en acero inoxidable.

Dispondrán de camisa interior, para reducir la pérdida de carga del elemento.

El fuelle, de acero inoxidable, será de doble pared.

Las bridas de conexión formarán un solo elemento junto con el cuerpo central; para diámetros superiores a 65 mm, incorporarán tirantes para limitar la longitud máxima y mínima.

### **3.21. Soportes antivibrantes**

Todos los equipos de la instalación, que en su normal funcionamiento producen vibraciones, deberán aislarse del resto del edificio por medio de soportes que impidan la transmisión de vibraciones a la estructura del edificio a la vez que limitan el nivel sonoro.

Los soportes antivibrantes serán de muelles de acero sobre armadura metálica con piso de caucho.

Cuando estén destinadas a montaje a la intemperie, llevarán protección metálica adecuada.

Los soportes deberán calcularse para una eficiencia de aislamiento de acuerdo con los siguientes valores:

	<b>ZONAS CRITICAS</b>	<b>ZONAS NO CRITICAS</b>
- Unidades fan-coils	96%	80%
- Compresores alternativos (hasta 10 C.V.).		
- Ventiladores axiales (10 a 50 C.V.).	94%	75%
- Bombas centrífugas (has- ta 3 C.V.).		
- Unidades climatizadoras		
- Ventiladores axiales - (hasta 10 C.V.).		
- Unidades acondiciona- das autónomas (colgadas)		
- Unidades fan-coil (colga- das).	90%	70%

- Tuberías colgadas.

	ZONAS CRITICAS	ZONAS NO CRITICAS
	(Centrales sobre forjados, locales con ocupación o próximos).	(Centrales sobre el terreno, locales alejados de zonas de ocupación)
- Compresores centrífugos	99%	94%
- Ventiladores centrífugos (mayores de 25 CV).		
- Bombas centrífugas (mayores de 5 CV).		
- Compresores alternativos (mayores de 50 CV).	98%	90%
- Compresores alternativos (de 10 a 50 CV).		
- Ventiladores centrífugos ( 5 a 25 CV).	96%	80%
- Ventiladores axiales (mayores de 50 CV).		
- Bombas centrífugas (3 a		

5 CV).	90%	80%
- Unidades acondicionado-		
ras (autónomas).	90%	80%

### **3.22. Válvulas de asiento**

Se utilizarán para regulación y equilibrado, montándose en salidas de impulsión y en puntos que precisen regular el caudal.

Las válvulas serán del tipo a flujo abierto, cuerpo y volante de hierro fundido o bronce, con el obturador de acero o bronce, anillos de estanqueidad en acero inoxidable o bronce (de acuerdo con la presión del servicio), eje con rosca interior de acero inoxidable o bronce torneado y rectificado, y con dispositivo de estanqueidad al exterior para el recambio de la garnición del prensaestopas durante el ejercicio a válvula abierta.

Todas las válvulas hasta 65 mm. (2½") de ø, serán de conexiones roscadas; las de diámetros superiores serán de conexiones con bridas y vendrán dotadas de contrabridas, juntas, tuercas y tornillos.

Todos los tornillos, tuercas y arandelas serán cincados o cadmiados, no admitiéndose sin esta protección.

### **3.23. Válvulas de retención**

Se utilizarán para evitar la circulación del agua en sentido inverso al requerido.

Las válvulas de retención serán a clapeta giratoria, cuerpo y tapa de fundición, anillos de estanqueidad de bronce, horquilla de acero, tornillos y tuercas de sujeción de la tapa de

bronce. Estarán equipadas con bridas de ataques para diámetros superiores a 65 mm. y roscadas para diámetros inferiores.

El montaje de las válvulas serán los adecuados para permitir un registro fácil.

Todos los tornillos, tuercas y arandelas serán cincados o cadmiados, no admitiéndose sin esta protección.

### **3.24. Grifos para alimentación y desagüe**

En todos los circuitos de alimentación de agua de la red a las instalaciones, se montarán grifos macho de bronce, roscados con prensaestopas. Igual tipo de grifo se montará para los desagües de colectores, puntos bajos de la instalación y equipos de central.

En la llegada de agua de la red se montará un desconector que garantice la imposibilidad de retorno de agua del circuito a la red.

Todos aquellos desagües, de uso frecuente, llevarán montados grifos esféricos de bronce roscados.

Todos los tornillos, tuercas y arandelas serán cincados o cadmiados, no admitiéndose sin esta protección.

### **3.25. Válvulas de esfera**

Las válvulas de esfera serán con cuerpo de latón, bronce o acero al carbono, con esfera de latón o hierro perfectamente pulidos, y asiento de teflón.

Todas las válvulas hasta 50 mm de  $\varnothing$ , serán de conexiones roscadas; las de diámetros superiores a 65 inclusive, serán de conexiones con bridas y vendrán dotadas de contrabridas, juntas, tuercas y tornillos.

La maniobra de apertura será por giro de 90°, sin dirección y sin rozamientos con otros diámetros. La posición de la palanca, será indicativa del posicionamiento de la válvula.

Todos los tornillos, tuercas y arandelas serán cincados o cadmiados, no admitiéndose sin esta protección.

### **3.26. Válvulas de mariposa**

Las válvulas de mariposa se utilizarán para corte en los circuitos indicados en planos y medición.

Estarán compuestas por cuerpo, eje, disco y anillo.

Las válvulas tendrán el cuerpo construido de una sola pieza de fundición.

La mariposa será de fundición modular. El anillo de tipo envolvente permitirá el cierre estanco con la presión requerida. Será de caucho EPDM (Etileno propileno dina monómero).

El eje será de acero inoxidable, firmemente unido al disco.

Las válvulas estarán equipadas con bridas y contrabridas de ataque.

El mando podrá ser de palanca, desmultiplicador axial con volante manual o actuador eléctrico con reductor según el uso a que esté destinada.

Todos los tornillos, tuercas y arandelas serán cincados o cadmiados, no admitiéndose sin esta protección.

## **4. Aislamientos**

### **4.1. Aislamientos de conductos de aire**

Todos los conductos de aire irán aislados térmicamente por medio de manta de fibra de vidrio de 13,5 Kg/m<sup>3</sup> de densidad mínima, recubierta de papel de aluminio.

El espesor en los interiores del edificio será de 45 mm. y en exteriores de 100 mm.

El aislamiento se sujetará fuertemente al conducto sellando las juntas con cinta de aluminio y en conductos con alguna dimensión superior a 1.500, el aislamiento se fijará al conducto con tiras de chapa galvanizada, ancladas al conducto.

En las zonas en que el conducto quede a la intemperie, el acabado final se realizará con un recubrimiento de chapa de aluminio de 0,6 de espesor.

## **4.2. Aislamiento de tuberías de agua fría**

Todas las tuberías de agua fría (primaria, secundaria y retorno), irán convenientemente aisladas con planchas o coquillas de espuma elastomérica, de poliuretano o material similar, de estructura celular estanca.

Para una conductividad térmica del material de  $c = 0,04 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$  a  $20^\circ\text{C}$ , cuando las tuberías discurren por zonas interiores como sótanos, aparcamientos y huecos, los espesores del aislamiento serán:

- Diámetro de tubería  $\leq 1/2"$  espesor de coquilla 20 mm.
- Diámetro de tubería  $\leq 3/4"$  espesor de coquilla 30 mm.
- Diámetro de tubería = 1" espesor de coquilla 30 mm.
- Diámetro de tubería  $\leq 1\frac{1}{4}"$  espesor de coquilla 40 mm.
- Diámetro de tubería  $\leq 2\frac{1}{2}"$  espesor de coquilla 40 mm.
- Diámetro de tubería  $> 3"$  espesor de coquilla 50 mm.

La equivalencia para materiales con distinto coeficiente de transmisión vendrá dada por la expresión:

$$\frac{In^{Re} / Ri}{c} = \frac{In^{Re'} / Ri}{c'}$$

donde:

Ri = radio interior del aislamiento

Re = radio exterior del aislamiento base

Re'= radio exterior del aislamiento alternativo

c = conductividad térmica aislamiento base

c' = conductividad térmica aislamiento alternativo

En todos los casos en que la tubería discorra por zonas exteriores y por las salas de máquinas, se montará sobre el aislamiento un recubrimiento a base de chapa de aluminio de espesor mínimo 0,6 mm.

En las zonas interiores donde la tubería quede vista, se montarán collarines de aluminio.

Las coquillas se montarán embutidas en la tubería en tramos de la máxima longitud disponible, de forma que se haga con el mínimo número de piezas. En caso de aislarse después del montaje, se cortarán las coquillas longitudinalmente y se encolarán posteriormente con adhesivo especial, ejerciendo una compresión fuerte. Las uniones entre coquillas se acabarán con cinta adhesiva del mismo material que el aislamiento.

Cuando no existan coquillas, se instalarán planchas superpuestas hasta formar el espesor especificado. Esta solución también será adoptada para aislamiento de válvulas, bridas, etc. Todas las uniones de piezas se encolarán con adhesivo especial, ejerciendo una compresión fuerte.

Las zonas sobre las que se aplique tanto el pegamento como la cinta adhesiva deberán estar limpias de grasa y polvo.

Al terminar el montaje, se deberá esperar al menos 48 horas para la puesta en marcha de la instalación.

### **4.3. Aislamiento de tuberías de agua caliente**

Todas las tuberías de agua caliente (primaria, secundaria y retorno), irán convenientemente aisladas con planchas o coquillas de espuma elastomérica, de poliuretano o material similar, de estructura celular estanca.

Los espesores de las coquillas, para materiales con conductividad térmica  $c = 0,032$  W/m.°C a 50 °C, se determinarán en función de las siguientes variables:

- Diámetro de la tubería, temperatura del fluido y del local o espacio por donde vaya la tubería:

- Agua caliente secundaria (40° - 65°):

diámetro tubería  $\leq 2$ " espesor de coquilla 20 mm.

diámetro tubería  $\geq 2\frac{1}{2}$ " espesor de coquilla 30 mm.

- Agua caliente primaria (100° - 66°):

diámetro tubería  $\leq 1\frac{1}{4}$ " espesor de coquilla 20 mm.

diámetro tubería  $\leq 3$ " espesor de coquilla 30 mm.

diámetro tubería  $\leq 10$ " espesor de coquilla 40 mm.

diámetro tubería  $\leq 12"$  espesor de coquilla 50 mm.

Los espesores de coquilla arriba indicados son para tuberías que vayan por locales no calefactados, como sótanos, aparcamientos, pasillos, etc. Cuando la tubería vaya por el exterior, todos los espesores se incrementarán en 20 mm.

En todos los casos se cumplirá lo especificado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).

En todos los casos en que la tubería discurra por zonas exteriores y por las salas de máquinas, se montará sobre el aislamiento un recubrimiento de chapa de aluminio de espesor mínimo 0,6 mm.

En las zonas interiores donde la tubería quede vista, se montarán collarines de aluminio.

Las coquillas se montarán embutidas en la tubería en tramos de la máxima longitud disponible, de forma que se haga con el mínimo número de piezas. En caso de aislarse después del montaje, se cortarán las coquillas longitudinalmente y se encolarán posteriormente con adhesivo especial, ejerciendo una compresión fuerte. Las uniones entre coquillas se acabarán con cinta adhesiva del mismo material que el aislamiento.

Cuando no existan coquillas, se instalarán planchas superpuestas hasta formar el espesor especificado. Esta solución también será adoptada para aislamiento de depósitos, válvulas, bridas, etc. Todas las uniones de piezas se encolarán con adhesivo especial, ejerciendo una compresión fuerte.

Las zonas sobre las que se aplique tanto el pegamento como la cinta adhesiva deberán estar limpias de grasa y polvo.

Al terminar el montaje, se deberá esperar al menos 48 horas para la puesta en marcha de la instalación.

#### **4.4. Aislamiento de aparatos**

Los intercambiadores, depósitos y acumuladores deberán aislarse mediante espuma elastomérica, de poliuretano o material similar, de estructura celular estanca.

El espesor en ningún caso será inferior a 50 mm, para un material con coeficiente de conductividad de  $c = 0,032 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$  a  $50^\circ\text{C}$ .

El acabado será con recubrimiento de chapa de aluminio de 0,6 mm. de espesor, incluso conexiones y accesorios.

#### **5. Termómetros**

La presente norma se refiere a las características que deben reunir los termómetros de control de temperatura, según que se refieran al control de líquidos o gases.

- Termómetros para control de líquidos:

Serán de mercurio, vidriados y con envolvente metálica exterior, rectos o acodados de forma que permitan su colocación paralela a la tubería en que se controla la temperatura.

- Termómetros para control de gases:

Serán del tipo de cuadrante con bulbo sensible y capilar, de dimensiones adecuadas.

#### **6. Manómetros para circuitos hidráulicos**

Se instalarán manómetros en todas las tuberías de aspiración e impulsión de bombas, en las entradas y salidas de evaporadores, condensadores y baterías, así como en los colectores de distribución.

Se montarán sobre grifo de bronce, conexasionado el conjunto a la tubería a través de un bucle tipo "rabo de cerdo".

La esfera de los manómetros será de 80 de  $\varnothing$  como mínimo y la conexión a 3/8"; la graduación de la esfera estará en metros de columna de agua y sus valores estarán de acuerdo con la presión a medir.

Además de la aguja indicadora de la presión que existe en el circuito, llevarán otra aguja en rojo, cuya posición se fija por medio de un tornillo para indicar la posición que, en funcionamiento normal, debe ocupar la aguja indicadora.

La posición de los manómetros será tal, que permita una rápida y fácil lectura y su conexión a la tubería estará situada en tramos rectos, lo más alejado posible de los codos o curvas de las tuberías.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- [1] <http://www.aemet.es>
- [2] Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE PARTE II Instrucción Técnica IT1. Diseño y dimensionado
- [3] “Climatización de un museo en Madrid”. Autor: Ana María López Jiménez
- [4] “Climatización de un centro comercial en Valladolid”. Autor: David Rivera Nieto
- [5] Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía (“IDAE”)
- [6] Código Técnico de la Edificación (“CTE”)
- [7] Apuntes Climatización Fernando Cepeda
- [8] <https://www.trox.es>
- [9] <http://algoquedecir.over-blog.es/>
- [10] <https://www.trane.com>
- [11] <http://www.airlan.es/>
- [12] <https://es.grundfos.com/>