ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Especialidad Mecánica

CLIMATIZACIÓN DE UN MUSEO EN MADRID

Autor: Ana María López Jiménez

Director: Fernando Cepeda Fernández

Madrid

Julio 2018

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. Ana María López Jiménez.

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra:

PROYECTO CLIMATIZACIÓN DE UN MUSEO EN MADRID, 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 pudieran 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 exclusive 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 19 de Julio de 2018

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 MUSEO EN MADRID

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

curso académico 2017/18 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.: Ana María López Jiménez Fecha: 16/07/2018

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Fernando Cepeda Fernández Fecha: 17 / 07 / 2018

CLIMATIZACIÓN DE UN MUSEO EN MADRID

Autor: López Jiménez, Ana María

Directores: Cepeda Fernández, Fernando

Entidad Colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

La finalidad de este proyecto fin de grado es el estudio y diseño de los elementos para habilitar la climatización de un museo situado en Madrid. El proyecto ha sido realizado dentro de los márgenes que marca la legislación española actualmente.

El edificio está compuesto por un sótano, planta baja, primera, segunda, tercera, cuarta, galerías y cubiertas. Dentro del museo existen espacios dedicados a diferentes fines, desde salas de exposiciones, hasta una cafetería y zonas de trabajo. Cabe mencionar que al ser el fin de cada zona distinto, las condiciones climatológicas por las que hay que velar en cada espacio serán diferentes.

Para poder comenzar con el diseño del sistema de climatización del edificio necesitamos saber las características constructivas del mismo. Hemos de considerar los diferentes coeficientes de transmisión de los materiales constructivos, así como la orientación de las salas.

En segundo lugar, hemos de conocer las condiciones de humedad y temperatura que se dan en el lugar donde está ubicado el museo, Madrid. En concreto, nos interesa conocer los momento más desfavorables de frío y calor del año para el diseño las instalaciones de calefacción y refrigeración correspondientes. Se detallará también cuáles son las condiciones interiores por las que habrá que velar.

La tecnología empleada en la climatización de una sala será específica según su finalidad y tamaño. Para los espacios dedicados a la exposición de obras de arte se procederá a la instalación de climatizadores, alejados de la propia habitación para evitar que las piezas sufran debido a la posible humedad. Para las zonas de trabajo con salas de menor tamaño, se emplearán fancoils. El área total de todos los espacios a climatizar es 15925m^2.

Una vez calculadas las cargas a combatir en cada sala, se ha procedido al diseño de las redes de tuberías de agua caliente y agua fría, y al dimensionamiento de los distintos conductos que se encargarán de transportar el aire procedente de los

climatizadores. Así mismo, se han elegido las rejillas y difusores que se colocarán en cada habitación para la mejor distribución del aire.

Para el circuito de calor se ha instalado una caldera, y para la producción de frío dos equipos frigoríficos, todos ellos situados en las cubiertas. Las bombas de agua se encuentran también en las cubiertas y se han diseñado de tal manera que sean capaces de vencer las pérdidas de cargas producidas por las tuberías.

Por último, se ha realizado el presupuesto de los distintos elementos que componen la instalación. La cifra asciende a 2.072.383€, siendo el precio por metro cuadrado climatizado de 130€/m^2.

CLIMATIZACIÓN DE UN MUSEO EN MADRID

Author: López Jiménez, Ana María

Directors: Cepeda Fernández, Fernando

Collaborating Entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

The aim of this end-of-degree project is the study and design of the elements to air condition a museum located in Madrid. The project has been conducted respecting the standards given by the current Spanish legislation.

The building is composed of a basement, a ground, a first, a second, a third and a fourth floor, galleries and roofs. Inside the museum there are areas dedicated to different purposes, from expositions halls, to cafés or work zones. As each area has a specific purpose, the climate conditions they need to have will be different one to another.

In order to start with the design of the air conditioning system of the building it is necessary to know the structural characteristics of it. We have to consider the different transfer coefficients of the materials, as well as the orientation of the rooms.

Secondly, we have to know about the humid conditions and temperature from the place where the museum is located, Madrid. To be more precise, our interest is to know the time of least cold and heat during the year, for the design of the pertinent facilities of heating and refrigeration. It will also be detailed which are the interior conditions to look for.

The technology employed in the air conditioning of a room/hall will be specified according to his objective and size. For the areas dedicated to the exhibition of pieces of art we will proceed to the installation of air-conditioners, far from the room in order to avoid the possible damage caused in the pieces by the humid. For the work zones with

rooms of lesser size, we will use fancoils. The total area of all the spaces to air condition is of 15925 m^2.

Once calculated the charges to fight in each room, we have proceeded to the design of the net of pipes of hot water and cold water, and the sizing of the different conduits that will transport the air from the air-conditioners. As well, It has been chosen the grilles and diffusers that will be set in each room for the best distribution of the air.

For the circuit of heat a boiler has been installed, and for the production of cold, two cooling equipments, all located in the roofs. The water pumps can also be found in the roofs and it has been designed in such a way so they are capable of/can defeat/resist the losses of charges caused by the pipes.

Finally, a budget has been made of the different elements that form the installation. The figure rise to 2.072.383€, being the price for each air-conditioned square meter of 130€/m^2.

ÍNDICE

I. MEMORIA DESCRIPTIVA. 15
1. Introducción. 15
1.1. Motivación del proyecto. 15
1.2. Objeto del proyecto. 15
1.3. Normativa a cumplimentar. 16
2. Bases para el diseño. 16
2.1. Descripción edificio. 16
2.2. Condiciones exteriores 17
2.3. Condiciones interiores. 17
2.4. Coeficientes de transmisión. 18
2.5. Cargas internas 18
2.6. Ventilación. 18
3. Cálculo de Cargas térmicas. 19
3.1. Cargas en Verano: 19
3.2. Cargas en Invierno: 22
3.3. Resumen Cargas 23
4. Diseño de la instalación. 29
4.1. Red de tuberías. 29
4.2. Red de conductos. 32
5. Elección de equipos y elementos terminales. 34
5.1. Climatizadores. 34
5.2. Fancoils. 41
5.3. Sistemas frigoríficos. 45
5.4. Calderas. 45
5.5. Elementos terminales: Difusores y Rejillas. 45
5.6. Bombas 53
II. PRESUPUESTO. 54
1. Grupos frigoríficos. 54
2. Caldera. 54
3. Climatizadores. 54
4. Fancoils. 57
5. Bombas. 57
6. Tuberías. 58
7. Conductos. 59

8. Elementos terminales: rejillas y difusores. 59
9. Tabla resumen presupuesto. 60
III. ANEXOS. 63
1. Bocetos plantas. 63
1.1. Planta sótano: 63
1.2. Planta baja: 63
1.3. Planta primera y entreplanta: 64
1.4. Planta segunda: 64
1.5. Planta tercera: 64
1.6. Planta cuarta: 65
2. Anexos calidad del aire. 65
3. Cálculo de cargas. 66
3.1. Hoja excel de cargas en verano. 66
3.2. Tabla1. 67
3.3. Tabla 2. 68
3.4. Tabla 3. 69
3.5. Tabla 4. 70
3.6. Hoja excel de cargas en invierno. 71
3.7. Factores de viento. 71
4. Anexos diseño tuberías. 72
4.1. Tabla cálculo de tuberías agua fría a10ºC según el diagrama de Moody y ecuaciones anexas para tuberías de acero DIN 2440 y 2448. 72
4.2. Tabla cálculo de tuberías agua caliente a 90ºC según el diagrama de Moody y ecuaciones anexas para tuberías de acero DIN 2440 y 2448. 73
4.3. Tabla accesorio para tuberías: 74
4.4. Esquemas valvulería. 75
4.5. Excells cálculo de tuberías. 76
5. Anexos diseño red de conductos. 80
5.1. Accesorios de conductos. 81
5.2. Tabla equivalencia conductos circulares y rectangulares. 82
5.3. Ejemplo camino crítico conductos. 83
6. Tabla elección difusores TROX. 85
7. Tabla elección rejillas TROX. 85
8. Características caldera. 86
9. Características equipos frigoríficos. 86
10. Características Fancoil. 87

11. Características bombas. 87
12. Características difusores. 88
13. Características rejillas. 89
IV. PLIEGO DE CONDICIONES. 90
1. OBJETO. 90
2. TRABAJOS COMPRENDIDOS. 90
1.1. Máquinas enfriadoras. 90
1.2. Unidades de tratamiento de aire. 91
1.3. Fancoils. 93
1.4. Ventiladores. 95
1.5. Bombas. 97
1.5. Valvulería. 98
1.6. Compuertas cortafuego. 101
1.7. Tuberías. 101
1.8. Conductos de aire. 102
1.9. Aislamiento tuberías. 104
1.10. Aislamiento de conductos. 105
1.11. Protección del aislamiento. 105
1.12. Automatismos. 105
1.13. Difusores de aire. 106
1.14. Rejillas. 106
2. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS COMPRENDIDOS. 107
3. MONTAJE DEL EQUIPO. 107
1. Coordinación del trabajo con otros oficios. 107
2. Planos de taller. 108
3. Inspección de los trabajos. 108
4. Modificaciones a los planos y especificaciones. 108
5. Limpieza general. 109
4. ENSAYOS. 109
1. Ensayos e inspección en fábrica. 109
2. Ensayos parciales en obra. 109
3. Ensayo de materiales. 109
4. Pruebas finales de recepción. 109
5. GARANTÍAS. 110
V. BIBLIOGRAFÍA. 111
VI. PLANOS. 112

1. Planos edificio. 112
1.1. Red de tuberías planta sótano. 112
1.2. Red de conductos planta sótano. 112
1.3. Red de tuberías galerías. 112
1.4. Red de conductos galerías. 112
1.5. Red de tuberías planta baja. 112
1.6. Red de conductos planta baja. 112
1.7. Red de tuberías planta primera/entreplanta. 112
1.8. Red de conductos planta primera/entreplanta. 112
1.9. Red de conductos planta segunda. 112
1.10. Red de tuberías planta tercera. 112
1.11. Red de conductos planta tercera. 112
1.12. Red de tuberías planta cuarta. 112
1.13. Red de conductos planta cuarta. 112
1.14. Red de tuberías cubiertas. 112
1.15. Red de conductos cubiertas. 112
2. Esquemas de principio. 112
2.1. Esquema de principio de calor. 112
2.2. Esquema de principio de frío. 112

I. MEMORIA DESCRIPTIVA.

1. Introducción.

1.1. Motivación del proyecto.

Con este trabajo pretendo poner en práctica mis conocimientos estudiados al cursar la asignatura de Climatización, profundizando el estudio en dicha materia. En un edificio, es necesario que exista un compromiso entre bienestar y ahorro energético. La finalidad es perseguir un edificio climatizado eficientemente, optimizando el consumo de energía y asegurando el confort de la persona en la ejecución de su actividad.

El edificio se va habilitar como museo, siendo imprescindible la sensación de confort de los visitantes para que puedan disfrutar tranquilamente de la actividad de ocio. Otro aspecto que hay que tener muy presente es el patrimonio cultural que albergá el edificio. Es de suma importancia que las obras de arte se mantengan en las mejores condiciones posibles, evitando así su deterioro.

1.2. Objeto del proyecto.

Con este trabajo se pretenden lograr diversos objetivos. El objetivo principal es el diseño del sistema de climatización de un museo en Madrid.

Para alcanzar el objetivo principal ha sido necesario el cumpliminto de objetivos secundarios. En primer lugar se ha realizado el estudio de la normativa aplicable y de obligado cumplimiento. Después, se ha precedido a realizar los cálculos de cargas, y diseño de redes y equipos. Por último se ha procedido a la elaboración de planos y presupuesto del proyecto.

A nivel personal este proyecto alberga otros objetivos. Ha supuesto el aprendizaje en la elaboración de proyecos, y profundizar conocimientos. Ha significado

también, el alcanzar una mayor fluidez en herramientas como Autocad y excel para el diseño e interpretación gráfica.

1.3. Normativa a cumplimentar.

La normativa de necesario cumplimiento que se aplicará en la instalación está compuesta por:

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, por el que se aprueba el "Reglamento de instalaciones en edificios" (RITE). (Actualizado a abril de 2013).
- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Normas UNE de obligado cumplimiento.

2. Bases para el diseño.

2.1.Descripción edificio.

El museo localizado en la ciudad de Madrid, es planta rectangular, y está formado por un sótano, planta baja, primera, segunda, tercera, cuarta, y una entreplanta situada entre la primera y la segunda. Existen además, unas galerías que se encuentran entre el sótano y la planta baja cuyo espacio, junto con el de las cubiertas, es útil para la instalación de los equipos.

Los anexo 1, son unos bocetos de las plantas en los que se distinguen las salas que han de ser climatizadas. A cada planta se le ha asignado una letra, siendo la letra A para el sótano, la letra B para la planta baja, la C para la planta primera, la G para la entreplanta, la D para la planta segunda, la E para la tercera, y la letra F para la planta cuarta. A su vez, cada sala ha sido numerada dentro de su planta para su clasifiación. El número total de salas que deben gozar de una adecuada climatización es 184. El área total de las zonas aclimatizar en cada planta es de 15925m^2.

Dentro del mismo museo nos encontramos zonas habilitadas para distintintos usos que se han de tener en cuenta a la hora de establezer exigencias. La gran mayoría de salas están destinadas a exposiciones, por lo que se ha de considerar que se respeten los

niveles de ruido y la buena preservación de las obras de arte. No obstante, el edificio dispone también de oficinas, cafetería, tienda, sala de conferencias, salón de actos, biblioteca, y otras salas cuyos requerimientos son distintos a la hora de climatizarlas.

En cuanto a la orientación del edificio, el Sur correponde con la entrada principal (sala B6), la pared perteciente a la cafetería (sala B2) estaría orientado al Oeste.

Existen ventanas en las paredes orientadas al Sur, al Este y al Oeste, no existiendo en las pared de la fachada orientada al norte. En el edificio entra también la luz através de dos critaleras de 430m^2 situadas en las cubiertas.

2.2.Condiciones exteriores

Para el cálculo de las carga dentro de un edificio, es de vital importancia conocer la localización del mismo así como las condiciones térmicas e higrométricas que se dan en dicha región. Las condiciones térmicas e higrométricas se han considerado según la norma UNE y datos climáticos trihorarios para Madrid dados por la AEMET. Con esta situación, las condiciones consideradas son:

Situación:	Madrid
Latitud:	40º
Altitud sobre el mar:	650m
Temperatura seca en Invierno:	-4.4ºC
Humedad relativa en Invierno:	80%
Temperatura seca en Verano:	36.2ºC
Humedad relativa en Verano:	27%

2.3. Condiciones interiores.

El RITE nos marca el bienestar e higiene que se ha de dar en las instalaciones térmicas en el artículo 11 capítulo II.Exigencias técnicas. Las condiciones que se han de dar dentro del museo para verano e invierno son las siguientes:

Temperatura interior Verano:	24ºC
Humedad relativa interior Verano:	Entre el 40% y el 55%
Temperatura interior Invierno:	22ºC
Humedad relativa interior Invierno:	Entre el 45% y el 55%

2.4. Coeficientes de transmisión.

Los coeficientes de transmisión considerados, en los distintos elementos del edificio, son los sigueintes:

Cristal ventanas	K = 3,2 kcal/h.m².ºC R=0.48
Pared exterior	K = 0,26 kcal/h.m².ºC
Cubierta	K = 0,37 kcal/h.m².ºC
Solera	K = 0,9 kcal/h.m².ºC
Tabiques	K=1.2 kcal/h.m².ºC
Puertas	K=2 kcal/h.m².ºC
Techos	K=2.02 kcal/h.m².ºC

2.5. Cargas internas

Las cargas internas se tienen en cuenta a la hora de realizar los cálculos de las cargas térmicas en verano, y son las relacionadas con la iluminación, la ocupación de personas y los equipos.

Iluminación	35 W/m².
Ocupación	1 persona cada 6 m²
Equipos	20W/m².

2.6.Ventilación.

El RITE en el IT 1.1.4.2.2 señala las categorías de calidad del aire interior en función del uso del edificio o local. En nuesrto caso, dependiendo de qué sala se trate la

categoría de calidad del aire interior (IDA) que se debe alcanzar debe ser o IDA 2 o IDA3. En anexo 2 se encuentan dicha clasificación obtenida del RITE.

IDA2	45 m³/h (12.5 l/s)
IDA3	28.8 m³/h (8 l/s)

3. Cálculo de Cargas térmicas.

El cálculo de cargas en una sala se ha de realizar para la situación más desfavorable tanto en invierno como en verano. Dicho momento en invierno corresponde con las 8 de la mañana del mes de enero, y en verano se han de considerar otros factores como la orientación y la superficie acristalada de la habitación. Este momento crítico en verano suele ser las 15 horas del mes de Julio aunque puede ser a otra hora o mes distinto.

3.1.Cargas en Verano:

El cálculo de cargas térmicas que se producen en verano se ha realizado con la ayuda de una tabla excel introduciendo las fórmulas correspondientes a la teoría de climatización, que se explica a continuación. En el anexo 3.1. se recoge un ejemplo de hoja de cálculo de una de las salas. Este cálculo se ha realizado para todas las habitaciones.

Según la procedencia de la carga térmica, se puede clasificar en aportaciones exteriores y aportaciones interiores.

- ***Calor externo:***

- Insolación a través del vidrio:

La ecuación que nos permite calcular la carga térmica por insolación (I) en Kcal/h es la siguiente:

$$I = Ma * Mu * L * Alt * Fa * Fu * Fv * S$$

Siendo:

Ma	Máxima aportación solar através del cristal. Empleando tabla anexo 3.3.
Mu	Coeficiente de correción por el tipo de marco de la ventana.
L	Coeficiente por limpieza del cristal.
Alt	Coeficiente por altitud.
Fa	Factor de almacenamiento a través del vidrio
Fv	Factor de ganacia solar a través del vidrio
S	Superficie del vidrio en m^2.

- Diferencia de temperatura a través del vidrio:

El calor que llega a través de los cristales es también debido a la diferencia de temperatura entre fuera y dentro de la sala. Este calor viene dado en Kcal/h por esta expresión:

$$Q = \Delta T * K * S$$

Donde:

K	Coeficiente de transmisión.
S	Superficie en m^2.
ΔT	Diferencia de temperatura corregida. A su vez se puede expresar como: $\Delta T = T_{ext} - C1 - C2 - T_{int}$; Siendo C1 la correción de la temperaturaen función de la hora considerada, y C2 la correción de la temperaturaen función del mes considerado.

- Aportaciones por muros

El calor a través de los muros se calcula de la siguente forma:

$$Q = \Delta Te * K * S$$

K	Coeficiente de transmisión.
S	Superficie en m^2.
ΔTe	Diferencia equivalente corregida.Que se calcula a partir de la siguiente expresión: $$\Delta Te = a + \Delta Tes + G\frac{Rs}{Rm}(\Delta Tem - \Delta tes)$$ Cuyos parámetros a,ΔTes, G, Rs, Rm, ΔTemy Δtes están definidos en el anexo 3.5.

- Aportaciones por techo

Cálculo similar al de las cargas producidas por la transmisión de los muros, pero utilizando el anexo 3.4.

- Aportaciones por suelo

– ***Calor interno:***

- Ganancias de calor debidas a los ocupantes

  El calor produucido por las personas viene dado por:

$$Q = N * Q_p$$

N	Número de personas esperadas en una sala. La proprción de personas pr metro cuadrado esperada ha sido dada previamente.
Q_p	Calor que emite una persona.

La tabla del anexo 3., recoge el valor del calor que emite una persona según las circunstancias en las que se encuentra.

- Ganancias por iluminación.

El calor desprendido por la iluminación forma parte del calor sensible. Previamente se ha dado el factor de iluminación esperado en W/m². Para calcular el calor estimado

debido al alumbrado en cada sala basta con multiplicar dicho factor por el área de la habitación.

- Cargas por inflitración.

El edificio se encuentra en sobrepresión, por lo tanto no se consideran cargas por infiltración.

3.2.Cargas en Invierno:

Para carcular las pérdidas en invierno nos hemos ayudado de otra hoja excel, en la cual introducimos para cada sala la superficie de cristales, muros exteriores, cubierta, suelo y de paredes que dan a locales no climatizados. Tenemos en cuenta los distintos coeficientes de transmisión de cada elemento y la orientación en el caso de cristales y muros. En el anexo 3.6. se muestra un ejemplo de la tabla que se ha realizado para el cálculo de una habitación. Este cálculo se ha realizado para todas las salas.

La ecuacíon para hayar las pérdidas que produce cada elemento es la siguiente:

$$Transmisión\ total = S * K * \Delta T * fv$$

Siendo S y K la superficie y el coeficiente de transmisión ya mencionados. ΔT es el incremento de temperatura entre el interior y el exterior. Y fv es el factor de viento que varía según el material del elemento y la orientación del mismo. Dichos valores se pueden encontrar en el anexo 3.7.

Las pérdidas totales en invierno son, por tanto, la suma de todas las pérdidas producidas por cada elemento. A esto, hay que añadirle las pérdidas por el caudal de aire exterior que llega, definido por:

$$Perd = Q_{airext} * 0.3 * \Delta T$$

En cuanto a las cargas interiores en invierno no contabilizan, ya que el calor producido por las personas, equipos, e iluminación hace que aumente de calor en una sala, por lo que no se trataría de la situación más desfavorable.

3.3.Resumen Cargas.

Los cálculos de las carga obtenidos tanto para invierno como para verano en cada zona se encuentran recogidos en la siguiente tabla. Las tablas Excel de cada sala no se han incluido en la memoria por su gran extensión.

			Verano (Kcal/h)		Invierno (Kcal/h)	
PLANTAS	Sala	Área	Calor total efectivo	Calor Total	Pérdidas por transmisión	Calidad de aire
Planta sótano	A1	12,74	1534	1768	1501	IDA 2
	A2	22,82	3543	4011	2162	IDA 2
	A3	23,08	2389	2857	1383	IDA 2
	A4	20,10	4021	4373	2167	IDA 2
	A5	27,56	3915	4501	2335	IDA 2
	A6	19,34	1879	2230	1012	IDA 2
	A7	249,71	35272	50853	5045	IDA 3
	A8	27,77	2745	3331	1225	IDA 2
	A9	26,00	2480	2948	1190	IDA 2
	A10	20,98	2078	2429	1284	IDA 2
	A11	497,63	45277	54992	9981	IDA 2
	A12	80,29	7344	8866	2151	IDA 2
	A13	37,07	3459	4390	1931	IDA 2
	A14	60,80	5901	7071	2325	IDA 2
	A15	119,19	15954	22097	3543	IDA 3
	A16	51,23	4800	5853	1361	IDA 2
	A17	25,53	2548	3016	1410	IDA 2
	A18	89,79	8522	10278	2636	IDA 2
	A19	81,86	8541	10297	2719	IDA 2
	A20	232,33	21505	26070	4837	IDA 2

			Verano (Kcal/h)		Invierno (Kcal/h)	
PLANTAS	Sala	Área	Calor total efectivo	Calor Total	Pérdidas por transmisión	Calidad de aire
Planta sótano	A21	66,80	6384	7671	1887	IDA 2
	A22	180,83	16776	20287	3666	IDA 2
	A23	198,88	18835	22697	5593	IDA 2
	A24	37,44	3855	4558	2181	IDA 2
	A25	47,67	5006	5942	2720	IDA 2
	A26	49,05	4964	5900	2109	IDA 2
	A27	34,72	5325	5325	1629	IDA 2
Planta Baja	B1	46,62	5546	7419	1194	IDA 3
	B2	113,94	13475	16097	2030	IDA 3
	B3	135,20	12029	14253	2110	IDA 2
	B4	106,20	9147	10496	1894	IDA 3
	B5	279,74	24032	29533	1295	IDA 2
	B6	471,76	43033	52280	1989	IDA 2
	B7	75,99	7825	9302	1764	IDA 2
	B8	71,95	6475	7880	1432	IDA 2
	B9	158,90	13415	16458	846	IDA 2
	B10	79,75	6721	8242	1456	IDA 2
	B11	142,38	15184	15184	1731	IDA 2
	B12	280,33	24068	29569	1295	IDA 2
	B13	145,19	12957	15766	2149	IDA 2
	B14	137,67	12895	15508	2259	IDA 2
	B15	182,52	16628	20139	1276	IDA 2
	B16	295,37	26847	32583	1789	IDA 2
	B17	86,39	8790	10429	2708	IDA 3
Planta Primera	C1	157,24	16959	20003	2813	IDA 2
	C2	158,27	15716	18760	2191	IDA 2
	C3	101,20	8846	10836	1652	IDA 2
	C4	525,64	47905	58205	3294	IDA 2
	C5	46,58	4239	5175	1186	IDA 2

			Verano (Kcal/h)		Invierno (Kcal/h)	
PLANTAS	Sala	Área	Calor total efectivo	Calor Total	Pérdidas por transmisión	Calidad de aire
Planta Primera	C6	38,21	3392	4095	1025	IDA 2
	C7	97,93	9641	11458	1500	IDA 2
	C8	100,85	10795	12726	1584	IDA 2
	C9	18,45	1653	2004	609	IDA 2
	C10	17,64	1599	1950	601	IDA 2
	C11	67,16	6121	7408	1806	IDA 2
	C12	37,37	3162	3865	1513	IDA 2
	C13	98,92	9075	10948	2258	IDA 2
	C14	102,22	9872	11803	1088	IDA 2
	C15	317,12	28394	34598	2317	IDA 2
	C16	47,95	4302	5238	1176	IDA 2
	C17	111,30	9592	11816	1429	IDA 2
	C18	195,72	17863	21726	1291	IDA 2
	C19	156,76	15345	18388	2771	IDA 2
	C20	157,69	13712	16756	1525	IDA 2
	C21	281,01	54957	60134	4457	IDA 2
	C22	281,01	54957	60134	4457	IDA 2
Entre planta	G1	87,95	7745	9501	1622	IDA 2
	G2	23,35	2259	2727	1174	IDA 2
	G3	21,55	2100	2568	1025	IDA 2
	G4	65,01	5900	7277	1806	IDA 2
	G5	73,68	6799	8203	1975	IDA 2
	G6	27,73	2661	3247	1156	IDA 2
	G7	100,82	8824	10813	1655	IDA 2
Planta Segunda	D1	100,64	12020	14010	4571	IDA 2
	D2	110,41	11412	13519	1927	IDA 2
	D3	147,90	12858	15784	1759	IDA 2
	D4	403,24	37234	45076	3182	IDA 2
	D5	45,10	4139	5076	1160	IDA 2

			Verano (Kcal/h)		Invierno (Kcal/h)	
PLANTAS	Sala	Área	Calor total efectivo	Calor Total	Pérdidas por transmisión	Calidad de aire
Planta Segunda	D6	76,47	6950	8472	1519	IDA 2
	D7	51,20	4769	5822	1264	IDA 2
	D8	34,80	3157	3859	815	IDA 2
	D9	60,77	5785	6955	1970	IDA 2
	D10	69,17	6385	7789	1806	IDA 2
	D11	127,56	11270	13728	1890	IDA 2
	D12	49,75	4507	5443	1191	IDA 2
	D13	35,28	3190	3892	822	IDA 2
	D14	398,58	36715	44440	2963	IDA 2
	D15	45,27	4135	5072	1163	IDA 2
	D16	159,50	13805	16961	1787	IDA 2
	D17	112,29	10258	12351	1831	IDA 2
	D18	99,69	10573	12505	2894	IDA 2
Planta Tercera	E1	161,96	14136	17297	1201	IDA 2
	E2	160,15	14158	17318	1550	IDA 2
	E3	290,96	22615	24371	2688	IDA 2
	E4	12,03	1098	1332	556	IDA 2
	E5	14,87	1311	1545	655	IDA 2
	E6	11,66	1090	1324	590	IDA 2
	E7	15,59	1506	1857	670	IDA 2
	E8	12,06	1118	1352	590	IDA 2
	E9	15,21	1479	1831	662	IDA 2
	E10	47,57	4427	5363	1315	IDA 2
	E11	43,77	3647	4466	356	IDA 2
	E12	14,52	1289	1523	654	IDA 2
	E13	538,89	39802	41558	1800	IDA 2
	E14	72,03	6634	8039	1681	IDA 2
	E15	34,80	3157	3859	812	IDA 2
	E16	61,06	5806	6976	1968	IDA 2
	E17	35,28	3190	3892	822	IDA 2

			Verano (Kcal/h)		Invierno (Kcal/h)	
PLANTAS	Sala	Área	Calor total efectivo	Calor Total	Pérdidas por transmisión	Calidad de aire
Planta Tercera	E18	535,62	39810	41566	2074	IDA 2
	E19	164,13	12716	13535	1898	IDA 2
	E20	102,86	8234	8820	1734	IDA 2
	E21	13,56	1304	1538	823	IDA 2
	E22	17,19	1599	1950	662	IDA 2
	E23	13,74	1220	1454	601	IDA 2
	E24	17,19	1599	1950	662	IDA 2
	E25	13,96	1234	1468	604	IDA 2
	E26	17,16	1597	1948	661	IDA 2
	E27	24,21	2400	2869	1215	IDA 2
	E28	32,23	2789	3374	647	IDA 2
	E29	6,54	702	820	741	IDA 2
	E30	11,94	1196	1430	799	IDA 2
	E31	14,65	1464	1698	1045	IDA 2
	E32	37,94	3410	4113	1190	IDA 2
	E33	39,38	3732	4551	1209	IDA 2
	E34	11,88	1267	1501	974	IDA 2
	E35	11,63	1175	1409	794	IDA 2
	E36	82,92	7503	9141	1504	IDA 2
Planta Cuarta	F1	236,06	23233	24404	2886	IDA 2
	F2	133,45	13457	14628	1443	IDA 2
	F3	144,90	15542	18351	1358	IDA 2
	F4	432,99	49048	63093	1524	IDA 2
	F5	21,23	2358	2826	618	IDA 2
	F6	43,96	4698	5517	902	IDA 2
	F7	21,04	2344	2812	619	IDA 2
	F8	22,19	2504	2972	791	IDA 2
	F9	15,82	1942	2293	998	IDA 2
	F10	22,37	2658	3126	1133	IDA 2
	F11	20,69	2297	2648	916	IDA 2

			Verano (Kcal/h)		Invierno (Kcal/h)	
PLANTAS	Sala	Área	Calor total efectivo	Calor Total	Pérdidas por transmisión	Calidad de aire
Planta Cuarta	F12	20,69	2297	2648	916	IDA 2
	F13	17,04	1968	2319	817	IDA 2
	F14	141,90	15755	18564	3032	IDA 2
	F15	29,85	3378	3963	1082	IDA 2
	F16	59,18	6294	7465	1120	IDA 2
	F17	29,85	3378	3963	1082	IDA 2
	F18	22,07	2594	3062	1142	IDA 2
	F19	15,15	1785	2136	736	IDA 2
	F20	15,15	1785	2136	736	IDA 2
	F21	15,15	1785	2136	736	IDA 2
	F22	15,15	1785	2136	736	IDA 2
	F23	11,43	1187	1421	356	IDA 2
	F24	123,20	12715	15173	356	IDA 2
	F25	211,05	22291	26388	1195	IDA 2
	F26	15,75	1739	2090	454	IDA 2
	F27	15,81	1739	2094	455	IDA 2
	F28	15,81	1739	2094	455	IDA 2
	F29	15,81	1739	2094	455	IDA 2
	F30	15,81	1739	2094	455	IDA 2
	F31	15,81	1739	2094	455	IDA 2
	F32	15,81	1739	2094	455	IDA 2
	F33	15,81	1739	2094	455	IDA 2
	F34	15,81	1739	2094	455	IDA 2
	F35	15,81	1739	2094	455	IDA 2
	F36	15,81	1739	2094	455	IDA 2
	F37	15,81	1739	2094	455	IDA 2
	F38	15,81	1739	2040	356	IDA 2
	F39	15,81	1739	2040	356	IDA 2
	F40	15,81	1739	2040	356	IDA 2
	F41	15,81	1739	2040	356	IDA 2

			Verano (Kcal/h)		Invierno (Kcal/h)	
PLANTAS	Sala	Área	Calor total efectivo	Calor Total	Pérdidas por transmisión	Calidad de aire
Planta Cuarta	F42	15,81	1739	2040	356	IDA 2
	F43	15,81	1739	2040	356	IDA 2
	F44	15,81	1739	2040	356	IDA 2
	F45	15,81	1739	2040	356	IDA 2
	F46	15,81	1739	2040	356	IDA 2
	F47	15,81	1739	2040	356	IDA 2
	F48	15,81	1739	2040	356	IDA 2
	F49	62,38	6693	7863	1168	IDA 2
	F50	14,98	1550	1784	554	IDA 2
	F51	25,78	2962	3430	1206	IDA 2
	F52	10,08	1267	1487	876	IDA 2
	F53	10,08	1190	1410	686	IDA 2
	F54	10,08	1190	1410	686	IDA 2
	F55	10,08	1190	1410	686	IDA 2
	F56	34,88	3773	4475	745	IDA 2
	F57	35,61	3799	4501	541	IDA 2

4. Diseño de la instalación.

4.1. Red de tuberías.

Antes de comenzar con el diseño de la red de tuberías, se ha determinado qué salas van a ser climatizadas con fancoils y cuáles con climatizadores. Para las salas de gran tamaño destinadas a salon de actos, sala de conferencias u similar, se ha elegido el empleo de climatizadores por su gran capacidad. También se han elegido climatizadores en las salas en donde se encuentran obras de arte como son las salas de exposiciones o los almacenes con el fin de proteger los elementos artísticos frente a la humedad. En cambio, en las oficinas y otras salas de uso similar se ha establecido el uso de fancoils. La siguiente tabla recoge el número de salas de cada tipo según la planta.

	nº de salas con Climatizador	nº de salas con Fancoil
Planta Sótano	11	15
Planta Baja	17	1
Planta Primera	20	2
EntrePlanta	7	0
Planta Segunda	18	0
Planta Tercera	5	31
Planta Cuarta	3	54

Se ha elegido realizar cuatro circuitos de tuberías distintos, dos circuitos que transportan el agua a climatizadores y dos circuitos que suministran agua a los fancoils. En la tabla hemos separado dichos circuitos por colores. En total hay 81 salas con climatizador y 103 salas con fancoils.

Los climatizadores que acondicionarán las salas de las plantas Sótano, baja, primera y segunda, están situados en una planta galería que se encuentra entre la planta sótano y la planta baja. Denominamos dicho cricuito como circuito 1. El número de climatizadores en total de dicho circuito es de 48.

Los climatizadores que acondicionarán las salas de la entre planta, planta segunda, planta tercera y planta cuarta, están situados en las cubierta. Dicho circuito corresponde con el circuito 2. El número de climatizadores en total de dicho circuito es de 33.

El circuito 3 es el que transporta el agua a los fancoils localizados en las plantas sótano, baja y primera. El número total de salas climatizadas con fancoils es de 49.

Y por último, el circuito 4 es el encargado de suministrar el agua a los fancoils situados en la planta cuarta.

Los fancoils se encuentran en las mismas salas, ya que no son de gran tamaño y no producen apenas ruido.

Para dimensionar las tuberías de los 4 circuitos se ha de tener en cuenta que hay cuatro tubos por cada circuito, dos de agua caliente (uno de impulsión y otro de retorno), y dos de agua fría (siendo también uno para el agua de impulsión y otro para el agua de retorno).

En cada circuito se han enumerado los tramos para el camino de la batería más alejada de la sala de bombas, es decir, el camino más crítico. Se considera un tramo nuevo cuando se llega a un nodo en donde el caudal aumenta debido a que se añade el caudal proveniente de otros equipos. En concreto, en el circuito 1 encontramos 12 tramos, en el circuito 2 tenemos 15, en el circuito 3 diferenciamos 13, y en el circuito 4 establecemos 25 tramos.

El caudal de agua que se le debe de suministrar a cada fancoil o climatizador de una sala, viene dado por la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C}{\Delta T}$$

Donde para el agua fría C es el calor total efectivo en verano (Kcal/h) en el caso de los fancoils, y el calor total en verano (Kcal/h) en el caso de tratarse de climatizadores. Para el agua caliente C corresponde con las cargas totales en invierno (Kcal/h).

ΔT es el incremento de temperatura del agua. En el caso del agua caliente la diferencia es de 10ºC, y en el caso de agua fría es de 5ºC.

Ya con la aproximación de caudales esperados, elegimos las tuberías adecuadas acorde con el artículo 12 del RITE de eficiencia enegética y con la ayuda de la tabla del anexo 4.1. y 4.2.. La pérdida de carga de la tubería seleccionada en cada tramo no puede ser superior a 30 mmca, y la velocidad del fluido ha de ser inferior de 2 m/s.

En todo el recorrido se ha de tener en cuenta las pérdidas de carga producidas por los codos y las tes. Multiplicamos por dos dichas pérdidas de carga, ya que el recorrido de impulsión y retorno es aproximadamente igual. A este valor le sumamos las pérdidas

producidas por la valvulería de la bomba y las válvulas de la batería del climatizador o fancoil. Todas estas pérdidas se encuentran tabuladas según el diámetro de la tubería y están recogidas en la tabla anexo 4.3.. La valvulería de las bombas y de las baterías de los climatizadores y fancoil está detallada en el anexo 4.4.. Una vez terminado los cálculos de las pérdidas, consideramos un porcentaje de seguridad del 10%.

El anexo 4.5 recoge las tablas excel de los caminos críticos de los cuatro circuitos, tanto para las tuberías de agua caliente como de agua fría.

4.2. Red de conductos.

La red de conductos es la encargada de la distribución de aire a lo largo del edificio. Se distinguen dos clases de conductos, los de impulsión y los de retorno/extracción. El aire tratado en los equipos de climatización es transportado a la sala a climatizar a través de los conductos de impulsión, mientras que la función de los conductos de retorno/extracción es llevar el caudal de retorno de vuelta a la U.T.A.

A cada sala se le ha de suministrar un caudal de aire calculado. Dicho caudal de aire es distribuido a través de conductos a lo largo de la sala, de tal manera que se mantengan unas condiciones homogéneas en toda la habitación. Al final de cada conducto de impusión se coloca un difusor. En el reparto de los difusores a lo largo de la sala se ha de respetar que la distancia entre ellos sea aproximadamente entre 2,3 y 3 metros, y que la distancia de un difusor con la pared no ha ser inferior a la mitad de la distancia anterior.

Una vez hecho el reparto de caudales de aire en la sala, elegimos el camino crítico para el dimensionamiento de conductos. Consideramos el camino crítico como el más alejado del climatizador. Enumeramos los tramos que existen, considerando un tramo nuevo cada vez que se da un aumento de caudal.

Cada tramo ha de soportar un caudal de aire concreto. La pérdida de carga debida a los conductos no puede ser superior a 0.1 mm.c.a/m, por lo que se ha fijado para los cálculos una pérdida de carga de 0.09 mm.c.a/m. Con la ayuda del diagrama

para el cálculo de pérdidas de carga de aire de los conductos circulares, que se encuentra en el anexo 5.1, determinamos la dimensión que ha de tener el conducto circular para transportar el aire solicitado, y la velcidad a la que iría ese caudal de aire.

Por problemas de espacio se han elegido conductos rectangulares. Se ha buscado la equivalencia entre el conducto circular, hallado para cada tramo, y un conducto rectangular con unas dimensiones axb. Para dichas transformación se ha empleado el diagrama del anexo 5.3..

Cada tramo tiene una longitud concreta que contribuye a el aumento de la pérdida de carga. Los codos, la reducción y derivación de los conductos también afectan a dicho aumento. Estos elementos se tienen en cuenta y se traducen en longitud equivalente con la ayuda de las tablas del anexo 5.2

A la suma de la pérdidas de carga, en todo el camino crítico, se le añade la pérdida en difusión de los elementos terminales, que en el caso de los conductos de impusión son los difusores. Para hallar la pérdida de carga total, consideramos un coeficiente de seguridad del 10% que nos garantice el buen funcionamiento de la instalación.

En el caso de los conductos de retorno el procedimiento es similar pero con ciertas distinciones. Los elementos terminales de dichos circuitos son las rejillas, encargadas de absorber el caudal de aire de retorno/extracción. Las rejillas están distribuidas por la sala de manera uniforme y guardando distancias con los difusores para evitar que absorban aire recién tratado. El caudal de aire de extracción viene dado por la diferencia del caudal de impusión con el caudal de ventilación marcado por la IDA correspondiente a el espacio a climatizar.

$$Qext = Qimp - Qvent$$

El procedimiento descrito anteriormente ha sido realizado para el transporte de aire de todos los climatizadores, un total de 81.

En las salas donde se ha instalado fancoil no son necesario conductos de distribución a lo largo de la sala, ya que esta función la realiza directamente dicho aparato. No obstante, sí que se han instalados dos UTA encargadas de suministrar un aire auxiliar pretatado. En dichas salas se ha instalado también los conductos de extracción. La proporción del caudal, que circula por ellos, es la misma que la del aire auxiliar enviado.

El anexo 5.4. muestra dos ejemplos de tablas excel dedicadas al cálculo de conductos de una sala. Este procedimiento se ha repetido para los distintos lugares en donde es neceario transportar aire mediante conductos. No se han incluido en la memoria por motivos de espacio.

5. Elección de equipos y elementos terminales.

5.1.Climatizadores.

Los climatizadores son unidades que se sitúan en lugares alejados de las zonas a climatizar, ya que generan mucho ruido y son voluminosos. Estos sistemas están compuestos por dos ventiladores, uno de impulsión y otro de retorno, y por dos baterías, una de frío y otra de calor, a la que se suministra el agua correpondiente gracias a la red de tuberías. El principio de funcionamiento de los climatizadores reside en el intercambio de energía que existe entre el agua y el aire.

Los climatizadores son fabricados por encargo según los requerimientos de pérdida de carga de los ventiladores para el transporte del caudal de aire, y potencia frigorífica y calorífica que necesitan paliar las baterías.

El fabricate que nos suministrará los climatizadores es TROX, al cual hay que facilitarle las características recogidas en la siguiente tabla. Posteriormente se detalla el origen de dichos valores.

Climatizador	Baterías Potencia requerida (KW)		Ventiladores			
			Impulsión		Retorno	
	Frigorífica	Calorífica	Caudal (m^3/h)	Pérdida de carga (mmca)	Caudal (m^3/h)	Pérdida de carga (mmca)
CL1	59	6	10696	27,48	4705,6	23,79
CL2	64	12	13155	35,99	9420	36,04
CL3	10	3	2143	12,23	1558	8,4
CL4	5	2	1086	9,37	816	5,13
CL5	26	4	4818	15,59	2456,4	9,69
CL6	7	2	1390	11,59	985	6,36
CL7	12	3	2488	12,39	1813	7,97
CL8	12	3	2494	12,76	1819	8,75
CL9	30	6	6256	18,23	4501	15,05
CL10	9	2	1868	15,02	1373	9,39
CL11	24	4	4889	18,18	3539	13,99
CL12	26	7	5503	20,34	4018	14,87
CL13	9	1	1654	15,59	934	11,82
CL14	19	2	4028	19,25	3020	10,75
CL15	17	2	3555	19,4	2700	14,35
CL16	34	2	6924	21,86	4809	16,51
CL17	61	2	12501	29,97	8946	28,58
CL18	11	2	2300	13,6	1715	9,12
CL19	9	2	1879	13,81	1339	9,02
CL20	19	1	3870	19,04	2700	14,47
CL21	10	2	1939	13,09	1354	7,93
CL22	18	2	3570	17,16	2490	11,69
CL23	34	2	6936	19,14	4821	15,98
CL24	18	2	3760	14,36	2680	10,3
CL25	18	3	3759	15,54	2724	11,61
CL26	23	1	4841	16,83	3491	13,94
CL27	38	2	7805	26,15	5600	20,41
CL28	12	3	2596	14,74	1966	10,8
CL29	23	3	5028	20,65	3858	15,14
CL30	22	3	4622	14,99	3452	10,64

Climatizador	Baterías Potencia requerida (KW)		Ventiladores			
			Impulsión		Retorno	
	Frigorífica	Calorífica	Caudal (m^3/h)	Pérdida de carga (mmca)	Caudal (m^3/h)	Pérdida de carga (mmca)
CL31	13	2	2555	13,01	1790	8,85
CL32	68	4	13915	30,84	9955	24,52
CL33	6	1	1227	10,95	867	8,17
CL34	5	1	990	11,64	720	7,52
CL35	13	2	2834	17,85	2114	12,29
CL36	15	2	3192	14,95	2427	10,16
CL37	9	2	1783	14,9	1288	10,05
CL38	4	2	915	11,32	645	7,33
CL39	13	3	2649	17,79	1929	14
CL40	14	1	2890	19,43	2125	16,45
CL41	40	3	8231	23,65	5846	21,73
CL42	6	1	1248	15,59	888	10,96
CL43	14	2	2759	21,93	1904	16
CL44	25	2	5185	18,68	3700	14,62
CL45	21	3	4501	19,08	3331	15,72
CL46	19	2	3967	16,2	2797	12,36
CL47	70	5	13773	38,71	11658	50,55
CL48	70	5	13773	32,75	11658	43,97
CL49	11	2	2234	22,46	1559	16,32
CL50	3	1	659	13,87	479	10,63
CL51	3	1	607	12,52	427	9,8
CL52	8	2	1740	14,33	1245	10,13
CL53	10	2	1985	11,94	1445	9,08
CL54	4	1	771	8,71	546	5,47
CL55	13	2	2547	15,64	1782	9,9
CL56	16	5	3592	20,93	2827	19,57
CL57	16	2	3374	22,17	2564	18
CL58	18	2	3707	18,46	2582	13,52
CL59	52	4	10843	28,46	7828	25,59
CL60	6	1	1195	11,93	835	8,19

Climatizador	Baterías Potencia requerida (KW)		Ventiladores			
			Impulsión		Retorno	
	Frigorífica	Calorífica	Caudal (m^3/h)	Pérdida de carga (mmca)	Caudal (m^3/h)	Pérdida de carga (mmca)
CL61	10	2	2014	12,18	1429	9,69
CL62	7	1	1380	10,59	975	7,52
CL63	4	1	913	11,74	643	7,56
CL64	8	2	1693	12,21	1243	6,82
CL65	9	2	1849	12,89	1309	7,06
CL66	16	2	3268	11,45	2323	9,36
CL67	6	1	1315	7,88	955	7,32
CL68	5	1	924	9,51	654	6,42
CL69	52	3	10694	26,92	7724	19,38
CL70	6	1	1193	11,52	833	8,21
CL71	20	2	3976	17,95	2761	14,26
CL72	14	2	2976	19,16	2121	15,46
CL73	15	3	3119	19,15	2354	14,47
CL74	20	1	4086	9,06	2871	13,25
CL75	28	3	6441	21,65	5766	21,96
CL76	48	2	11228	30,18	10553	27,2
CL77	48	2	11250	31,54	10575	33,05
CL78	16	2	3621	20,63	3306	20,35
CL79	28	3	6821	20,96	6371	16,7
CL80	17	2	3963	13,58	3513	9,9
CL81	21	2	4605	15,23	3525	11,57

Las cargas están calculadas en Kcal/h con la ayuda de las hojas de cálculo de cargas. Para pasar de Kcal/ a W se multiplica por el factor de conversión 1.163.

- ***Potencia calorífica.***

Es la potencia que tiene de capacidad la batería de agua caliente para combatir las condiciones de invierno. Dicha potencia viene dada por la siguiente expresión:

$$P_{total} = P_{latente} = 0.3 * Q_i * (T_{int} - T_{ext})$$

- ***Potencia frigorífica.***

Es la potencia que ha de tener la batería de agua fría que combate las cargas en verano. Dicha potencia es la suma de la potencia sensible y latente de la zona a climatizar, teniendo en cuenta las condiciones interiores y exteriores en verano.

$$Ptotal = P_{sen} + P_{lat}$$

La potencia sensible y latente es calculada de la siguiente forma:

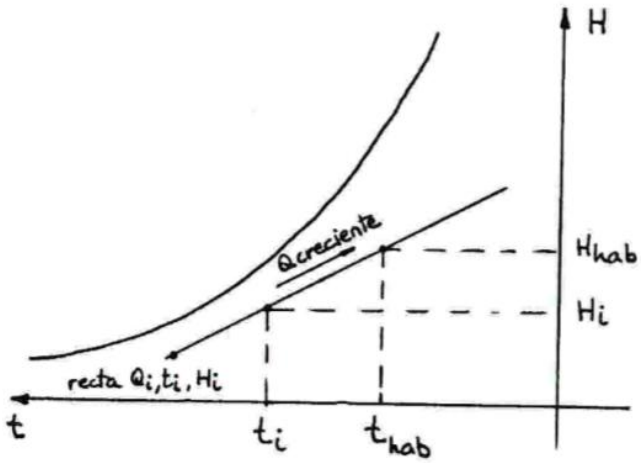
$$P_{sen} = 0.3 * Q_i * (Text - Tint)$$

$$P_{lat} = 0.7 * Q_i * (Hext - Hint)$$

Donde:

Q_i	Caudal de impusión.
Text, Tint	Condición de temperatura absoluta exterior e interior.
Hext, Hint	Condición de humedad absoluta extetior e interior.

Si dividimos la potencia sensible entre la latente tenemos una ecuación con dos incógnitas que es una recta. Esta recta es la recta de carga de la habitación, constituye el lugar geométrico de los puntos que cumplen las condiciones de impulsión de la habitación. Dicha recta varía de una sala a otra puesto que las cargas varían.

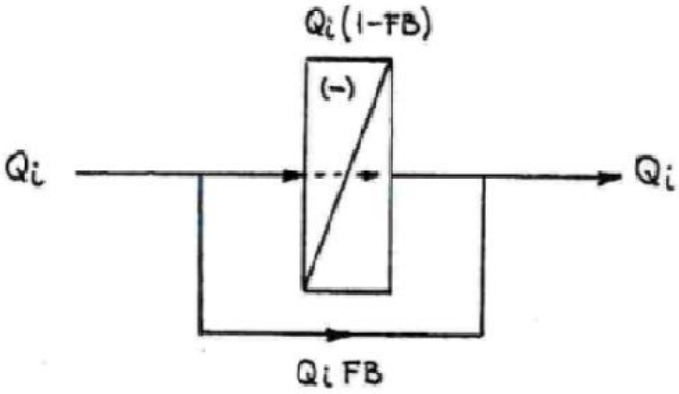


[1]

- ***Caudal de impusión.***

Para el cálculo del caudal de impusión nos ayudamos de la psicometría.

En primer lugar definimos el factor de by pass (FB) suponiendo que hay un aire que hace intercambio combleto y otro no hace nada. En nuestro caso consideramos un FB del 15%. El gráficamente sería así:



[1].

La carga sensible efectiva de la habitación (CSEH), viene dada por la suma de la carga sensible de la habitación más la suministrada por la potencia de la batería.

$$CSEH = C_s + Q_v * 0.3 * (T_{ext} - T_{int})$$

De manera análoga se calcula la carga latente efectiva de la habitación (CLEH), pero en lugar de las emperaturas utilizamos las humedades relativas.

$$CLEH = C_l + Q_v * 0.3 * (H_{ext} - H_{int})$$

Se define entonces:

$$FCSEH = \frac{CSEH}{CSEH + CLEH}$$

Esto nos proporcionará una recta de carga efectiva (RCE). El punto intersección de la recta con la curva de saturación (punto a) nos dará el caudal de impulsión.

$$Q_i = \frac{CSEH}{(1-FB)*0.3*(T_{int}-T_a)} = \frac{CLEH}{(1-FB)*0.7*(H_{int}-H_a)}$$

El caudal de extracción se calcula como la resta de el caudal de impulsión y el caudal de ventilación requerido en la sala.

$$Qext = Qimp - Qvent$$

- ***Ventiladores.***

Los ventiladores que forman parte de los climatizadores han de ser capaces de vencer las pérdidas de carga calculadas en los conductos.

5.2. Fancoils.

Los fancoils es el caso más frecuente de los sitemas todo agua. A estos equipos se le envía agua fría y caliente mediante la red de tuberías. Estos aparatos están formados por baterías de agua y un ventilador encargados de alcanzar la temperatura del local. Los fancoils están situados en el falso techo, y se han colocado en las salas destinadas a oficinas, biblioteca, u espacios similares. En algunas de dichas zonas se ha instalado varios fancoils debido a que son de mayor tamaño, y la cargas a combatir superiores.

Se ha elegido fancoils de cuatro tubos. En la central se produce simultáneamente agua caliente y agua fría, las cuales se envían por circuitos totalmente independientes.

A los fancoils se le suministra además un caudal de aire auxiliar através de conductos de aire. Dicho aire pretatado proviene de dos UTA, una situada en la planta sótano, y la otra situada en las cubiertas. El dimensionamiento de dichos conductos ha sido explicado previamente.

Se ha empleado el catálogo proporcionado por termoven de equipos de climatización para la elección de los equipos de fancoil.

Identificación en el plano	Nº de Fancoils/sala	Potencia frigorífica (W)	Potencia calorífica(W)	Modelo Catálogo
F1	1	1784	1746	FCS-30
F2	1	4121	2515	FCS-50
F3	1	2778	1609	FCS-30
F4	1	4676	2521	FCS-50
F5	1	4553	2716	FCS-50
F6	1	2185	1177	FCS-30
F7	1	3192	1425	FCS-50
F8	1	2884	1384	FCS-30
F9	1	2417	1494	FCS-30
F10	1	6863	2704	FCS-90

Identificación en el plano	Nº de Fancoils/sala	Potencia frigorífica (W)	Potencia calorífica(W)	Modelo Catálogo
F11	1	2963	1640	FCS-50
F12	1	4483	2537	FCS-80
F13	1	5822	3164	FCS-90
F14	1	5773	2453	FCS-90
F15	1	6193	1895	FCS-90
F16	3	3546	734	FCS-50
F17	1	1922	709	FCS-30
F18	1	1860	699	FCS-30
F19	3	5489	601	FCS-90
F20	1	1277	647	FCS-30
F21	1	1525	762	FCS-30
F22	1	1268	687	FCS-30
F23	1	1751	780	FCS-30
F24	1	1300	687	FCS-30
F25	1	1720	770	FCS-30
F26	1	5149	1530	FCS-90
F27	1	4241	414	FCS-50
F28	1	1499	761	FCS-30
F29	2	3858	978	FCS-50
F30	1	3672	945	FCS-50
F31	2	3376	1145	FCS-50
F32	1	3710	956	FCS-50
F33	3	3192	672	FCS-50
F34	1	1517	958	FCS-30
F35	1	1860	770	FCS-30
F36	1	1419	699	FCS-30
F37	1	1860	770	FCS-30
F38	1	1435	703	FCS-30
F39	1	1857	769	FCS-30
F40	1	2791	1414	FCS-30
F41	1	3244	753	FCS-50

Identificación en el plano	Nº de Fancoils/sala	Potencia frigorífica (W)	Potencia calorífica(W)	Modelo Catálogo
F42	1	816	862	FCS-30
F43	1	1391	930	FCS-30
F44	1	1703	1216	FCS-30
F45	1	3966	1384	FCS-50
F46	1	4340	1407	FCS-50
F47	1	1474	1133	FCS-30
F48	1	1367	924	FCS-30
F49	2	4363	875	FCS-50
F50	20	2852	89	FCS-30
F51	1	2742	719	FCS-30
F52	1	5464	1049	FCS-90
F53	1	2726	720	FCS-30
F54	1	2912	920	FCS-50
F55	1	2259	1161	FCS-30
F56	1	3091	1318	FCS-50
F57	1	2671	1066	FCS-30
F58	1	2671	1066	FCS-30
F59	1	2289	951	FCS-30
F60	4	4581	882	FCS-80
F61	1	3929	1259	FCS-50
F62	3	2440	434	FCS-30
F63	1	3929	1259	FCS-50
F64	1	3017	1329	FCS-50
F65	1	2076	856	FCS-30
F66	1	2076	856	FCS-30
F67	1	2076	856	FCS-30
F68	1	2076	856	FCS-30
F69	1	1380	414	FCS-30
F70	6	2465	69	FCS-30
F71	8	3241	174	FCS-50
F72	1	2022	528	FCS-30

Identificación en el plano	Nº de Fancoils/sala	Potencia frigorífica (W)	Potencia calorífica(W)	Modelo Catálogo
F73	1	2022	530	FCS-30
F74	1	2022	530	FCS-30
F75	1	2022	530	FCS-30
F76	1	2022	530	FCS-30
F77	1	2022	530	FCS-30
F78	1	2022	530	FCS-30
F79	1	2022	530	FCS-30
F80	1	2022	530	FCS-30
F81	1	2022	530	FCS-30
F82	1	2022	530	FCS-30
F83	1	2022	530	FCS-30
F84	1	2022	414	FCS-30
F85	1	2022	414	FCS-30
F86	1	2022	414	FCS-30
F87	1	2022	414	FCS-30
F88	1	2022	414	FCS-30
F89	1	2022	414	FCS-30
F90	1	2022	414	FCS-30
F91	1	2022	414	FCS-30
F92	1	2022	414	FCS-30
F93	1	2022	414	FCS-30
F94	1	2022	414	FCS-30
F95	2	3892	679	FCS-50
F96	1	1803	645	FCS-30
F97	1	3445	1403	FCS-50
F98	1	1474	1019	FCS-30
F99	1	1384	798	FCS-30
F100	1	1384	798	FCS-30
F101	1	1384	798	FCS-30
F102	1	4388	867	FCS-50
F103	1	4418	630	FCS-50

5.3.Sistemas frigoríficos

Los grupos frigoríficos se encargan de suministrar el agua fría necesaria para abastecer a los equipos de climatización.

Para la elección de los equipos frigoríficos se ha de calcular la potencia necesaria en el momento más crítico en verano. Esto no es equivalente a decir que es la suma de las cargas de todas las salas en su momento más crítico, ya que dicho momento difiere de una sala a otra debido fundamentalmente a la orientación de cada habitación.

Se ha realizado el cálculo de cargas total en verano considerando el edificio como una sala gigante, teniendo en enta todos los elementos de transmisión que influyen en dicho cálculo. Se ha obtenido un total de 2062kW.

Para satisfacer dicha potencia se ha seleccionados dos equipos frigoríficos del fabricante INTARCON, en concreto el modelo UKV-NG 463. Dichos grupos estarán situados en la cubierta, cerca de la zona de bombeo.

5.4.Calderas.

La caldera se intalará también en la cubierta. Ha de ser capaz de combatir las cargas en invierno en el momento más crítico, aportando agua caliente a los distintos equipos de climatización. Esta vez dicho momento sí que equivale a la suma de las cargas de cada sala en su intante más crítico, siendo en total 315kW. Se elegirá el modelo Varblokeco de la marca ygnis, con la potencia requerida.

5.5. Elementos terminales: Difusores y Rejillas.

Como hemos mencionado previamente, los difusores se colocarán en aquellas salas en donde en aire proviene directamente de un climatizador. El número de difusores depende del caudal que se debe suministrar a la sala. En cuanto a las rejillas, hemos colocado en todas las salas que se han climatizado.

Tipo de local	Valores máximos de presiones sonoras en dB(A)	
Administrativo y de Oficinas	45	-
Comercial	55	-
Cultural y Religioso	40	-
Docente	45	-
Hospitalario	40	30
Ocio	50	-
Residencial	40	30
Vivienda:		
Piezas habitables excepto cocina	35	30
Pasillos, Aseos y Cocinas	40	35
Zonas de acceso común	50	40
Espacios comunes:	50	-
Vestíbulos y Pasillos	55	-
Espacios de Servicio:		
Aseos, Cocinas, Lavaderos		

[2].

En primer lugar hemos de definir el nivel sonoro para el interior. Como se trata de un museo, el valor máximo de presión sonora es de 40 db.

La siguiente tabla recoge el número de difusores y rejillas que se han colocado en cada sala y el caudal de aire que ha de circular por cada difusor/rejilla. En funcion de dicho caudal, hemos elegido los elementos terminales correpondientes con la ayuda del cátalogo de TROX techik de los anexos 6 y 7. Encontramos en dicho catálogo, la pérdida de carga que supone cada elemeno terminal, y hemos de garantizar que no se supera nuestro límite de 40db.

	Elementos Terminales			
	Difusores		Rejillas	
Sala	Caudal (m^3/h)	Nº difusores	Caudal (m^3/h)	Nº rejillas
A1	-	-	90	1
A2	-	-	180	1
A3	-	-	180	1
A4	-	-	135	1
A5	-	-	225	1
A6	-	-	135	1
A7	509	21	471	10
A8	-	-	225	1
A9	-	-	180	1
A10	-	-	135	1
A11	506	26	785	12

	Elementos Terminales			
	Difusores		Rejillas	
Sala	Caudal (m^3/h)	Nº difusores	Caudal (m^3/h)	Nº rejillas
A12	429	5	779	2
A13	543	2	816	1
A14	-	-	450	1
A15	535	9	491	5
A16	463	3	493	2
A17	-	-	180	1
A18	498	5	604	3
A19	499	5	606	3
A20	521	12	563	8
A21	467	4	458	3
A22	489	10	590	6
A23	500	11	574	7
A24	-	-	270	1
A25	-	-	360	1
A26	-	-	360	1
A27	-	-	540	1
B1	551	3	467	2
B2	504	8	503	6
B3	508	7	540	5
B4	-	-	518,4	3
B5	495	14	601	8
B6	500	25	639	14
B7	460	5	572	3
B8	470	4	446	3
B9	484	8	540	5
B10	485	4	451	3
B11	510	7	498	5
B12	495	14	603	8
B13	470	8	447	6

	Elementos Terminales			
	Difusores		Rejillas	
Sala	Caudal (m^3/h)	Nº difusores	Caudal (m^3/h)	Nº rejillas
B14	470	8	454	6
B15	484	10	582	6
B16	488	16	560	10
B17	519	5	655	3
C1	503	10	482	8
C2	514	9	575	6
C3	511	5	597	3
C4	497	28	711	14
C5	409	3	434	2
C6	495	2	720	1
C7	472	6	705	3
C8	532	6	607	4
C9	-	-	135	1
C10	-	-	135	1
C11	446	4	644	2
C12	458	2	645	1
C13	530	5	482	4
C14	482	6	708	3
C15	514	16	585	10
C16	416	3	444	2
C17	552	5	635	3
C18	519	10	617	6
C19	500	9	476	7
C20	496	8	466	6
C21	510	27	833	14
C22	510	27	833	14
G1	447	5	520	3
G2	330	2	479	1
G3	304	2	427	1

	Elementos Terminales			
	Difusores		Rejillas	
Sala	Caudal (m^3/h)	Nº difusores	Caudal (m^3/h)	Nº rejillas
G4	435	4	623	2
G5	496	4	482	3
G6	386	2	546	1
G7	509	5	594	3
D1	513	7	471	6
D2	482	7	513	5
D3	530	7	516	5
D4	493	22	559	14
D5	398	3	418	2
D6	504	4	476	3
D7	460	3	488	2
D8	457	2	643	1
D9	423	4	622	2
D10	462	4	655	2
D11	467	7	465	5
D12	438	3	478	2
D13	462	2	654	1
D14	486	22	552	14
D15	398	3	417	2
D16	497	8	460	6
D17	496	6	530	4
D18	520	6	589	4
E1	681	6	479	4
E2	-	-	1215	3
E3	495	13	577	10
E4	-	-	90	1
E5	-	-	90	1
E6	-	-	90	1
E7	-	-	135	1

	Elementos Terminales			
	Difusores		Rejillas	
Sala	Caudal (m^3/h)	Nº difusores	Caudal (m^3/h)	Nº rejillas
E8	-	-	90	1
E9	-	-	135	1
E10	-	-	360	1
E11	-	-	315	1
E12	-	-	90	1
E13	510	22	704	15
E14	-	-	540	1
E15	-	-	270	1
E16	-	-	450	1
E17	-	-	270	1
E18	511	22	705	15
E19	517	7	472	7
E20	-	-	225	3
E21	-	-	90	1
E22	-	-	135	1
E23	-	-	90	1
E24	-	-	135	1
E25	-	-	90	1
E26	-	-	135	1
E27	-	-	180	1
E28	-	-	225	1
E29	-	-	45	2
E30	-	-	90	1
E31	-	-	90	1
E32	-	-	270	1
E33	-	-	315	1
E34	-	-	90	1
E35	-	-	90	1
E36	-	-	630	2

	Elementos Terminales			
	Difusores		Rejillas	
Sala	Caudal (m^3/h)	Nº difusores	Caudal (m^3/h)	Nº rejillas
F1	487	14	579	11
F2	495	8	586	6
F3	512	9	588	6
F4	-	-	5400	1
F5	-	-	180	1
F6	-	-	315	20
F7	-	-	180	1
F8	-	-	180	1
F9	-	-	135	1
F10	-	-	180	1
F11	-	-	135	1
F12	-	-	135	1
F13	-	-	135	1
F14	-	-	1080	4
F15	-	-	225	1
F16	-	-	450	3
F17	-	-	225	1
F18	-	-	180	1
F19	-	-	135	1
F20	-	-	135	1
F21	-	-	135	1
F22	-	-	135	1
F23	-	-	90	1
F24	-	-	945	6
F25	-	-	1575	8
F26	-	-	135	1
F27	-	-	135	1
F28	-	-	135	1
F29	-	-	135	1

	Elementos Terminales			
	Difusores		Rejillas	
Sala	Caudal (m^3/h)	Nº difusores	Caudal (m^3/h)	Nº rejillas
F30	-	-	135	1
F31	-	-	135	1
F32	-	-	135	1
F33	-	-	135	1
F34	-	-	135	1
F35	-	-	135	1
F36	-	-	135	1
F37	-	-	135	1
F38	-	-	135	1
F39	-	-	135	1
F40	-	-	135	1
F41	-	-	135	1
F42	-	-	135	1
F43	-	-	135	1
F44	-	-	135	1
F45	-	-	135	1
F46	-	-	135	1
F47	-	-	135	1
F48	-	-	135	1
F49	-	-	450	2
F50	-	-	90	1
F51	-	-	180	1
F52	-	-	90	1
F53	-	-	90	1
F54	-	-	90	1
F55	-	-	90	1
F56	-	-	270	1
F57	-	-	270	1

5.6. Bombas

Se han diseñado cuatro recorridos de tuberías distintos para transportar el agua fría y agua caliente a los equipos distribuidos por todo el edificio. Para cada recorrido se necesitan cuatro bombas, dos para el circuito de agua fría y dos para el circuito de agua caliente. El motivo de colocar dos bombas en paralelo por cada circuito es, por si se produce la averia de alguna, que no se paralice la circulación de agua. Se ha de instalar también dos bombas para transportar agua a la caldera, y cuatro bombas para llevar el agua a los dos equipos frigoríficos existentes. En total la instalación cuenta con 22 bombas. En los esquemas de los planos se puede apreciar la forma de conexión de las bombas. La sala de bombas se situa en las cubiertas.

Las bombas se seleccionan para que sean capaz de vencer las pérdidas de cargas producidas por las tuberías. En el apartado de cálculos de tubería se detalla cómo se obtiene la pérdida de carga en cada circuito a partir del camino más desfavorable.

La siguiente tabla recoge las características de caudal y altura efectiva de las bombas de los cuatro circuitos de agua.

	Bombas agua fría		Bombas agua caliente	
	Altura efectiva De la bomba (M.C.A.)	Caudal (l/h)	Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	Caudal (l/h)
Circuito 1	20,22	189813	13,59	11401
Circuito 2	14,78	95644	12,8	6027
Circuito 3	15,86	70588	14,6	5848
Circuito 4	16,92	42091	16,94	3772

II. PRESUPUESTO.

1. Grupos frigoríficos.

El fabricante de los grupos frigoríficos será INTARCON, el modelo modelo UKV-NG 463, cuyas caracteríticas vienen en el anexo 8, cuya potencia frigorífica es de 1031KW.

El precio de cada equipo es de 59.598€, siendo dos el número de unidades.

2. Caldera.

La caldera será de la marca Ygnis, el modelo Varblokeco con potencia de 315kW. Sólo se colocará una caldera y su precio es de 141817€. Ver anexo 8.

3. Climatizadores.

El número total de climatizadores es de 81. Los climatizadores serán suministrados por la empresa TROX. Estos equipos al estar hechos a medida su precio varía según el caudal de aire que trate. Se estima que el precio de cada aparato multiplicando el caudal de aire de impulsión (m^3/h) por el ratio 1,75€/(m^3/h).

La siguiente tabla recoge el precio estipulado de cada climatizador.

	Precio/Unidad (€)
CL1	18718
CL2	23021
CL3	3750
CL4	1901
CL5	8432
CL6	2433
CL7	4354
CL8	4365

	Precio/Unidad (€)
CL9	10948
CL10	3269
CL11	8556
CL12	9630
CL13	2895
CL14	7049
CL15	6221
CL16	12117
CL17	21877
CL18	4025
CL19	3288
CL20	6773
CL21	3393
CL22	6248
CL23	12138
CL24	6580
CL25	6578
CL26	8472
CL27	13659
CL28	4543
CL29	8799
CL30	8089
CL31	4471
CL32	24351
CL33	2147
CL34	1733
CL35	4960
CL36	5586
CL37	3120
CL38	1601
CL39	4636

	Precio/Unidad (€)
CL40	5058
CL41	14404
CL42	2184
CL43	4828
CL44	9074
CL45	7877
CL46	6942
CL47	24103
CL48	24103
CL49	3910
CL50	1153
CL51	1062
CL52	3045
CL53	3474
CL54	1349
CL55	4457
CL56	6286
CL57	5905
CL58	6487
CL59	18975
CL60	2091
CL61	3525
CL62	2415
CL63	1598
CL64	2963
CL65	3236
CL66	5719
CL67	2301
CL68	1617
CL69	18715
CL70	2088

	Precio/Unidad (€)
CL71	6958
CL72	5208
CL73	5458
CL74	7151
CL75	11272
CL76	19649
CL77	19688
CL78	6337
CL79	11937
CL80	6935
CL81	8059
	604315

4. Fancoils.

Los fancoils serán del fabricarte Termoven. En total habrá 149 fancoils repartidos por todo el edificio. La siguiente tabla recoge el número de fancoils de cada modelo y su precio. Ver anexo 10.

Modelo Fancoil	Precio Unidad (€)	Nº de fancoils	Precio Total(€)
FCS-30	760	94	71440
FCS-50	1100	41	45100
FCS-80	1450	5	7250
FCS-90	1965	9	17685
			141475

5. Bombas.

Las bombas las seleccionamos del catálogo del fabricante Grundfos. En total hay 22 bombas en la instalación. Ver anexo 11.

		Caudal (m3/h)	Modelo de bomba	Precio unidad (€)	Nº de bombas	Precio Total (€)
Bombas Circuito 1	Agua fría	190	NKE,NKGE	13500	2	27000
	Agua caliente	11	SPKE,MTRE	1100	2	2200
Bombas Circuito 2	Agua fría	96	NKE,NKGE	13500	2	27000
	Agua caliente	6	SPKE,MTRE	1100	2	2200
Bombas Circuito 3	Agua fría	71	SPK, MTH, CRK, MTR, MTA	5300	2	10600
	Agua caliente	6	SPKE,MTRE	1100	2	2200
Bombas Circuito 4	Agua fría	42	SPK, MTH, CRK, MTR, MTA	5300	2	10600
	Agua caliente	4	SPKE,MTRE	1100	2	2200
Bombas GF		398	NKE,NKGE	13500	4	54000
Bombas caldera		27	SPK, MTH, CRK, MTR, MTA	5300	2	10600
						148600

6. Tuberías.

La siguiente tabla recoge las longitudes de tuberías de la instalación con el precio correpondiente que varía según el diámetro.

TUBERÍAS			
Dimensión tuberías (Pulgadas)	Longitud(m)	Precio/metro	Precio total
1/2" (15mm)	1700,0	9,1	15470
3/4" (20mm)	601,6	11,5	6918,4
1" (25mm)	546,1	12,6	6880,86
1"1/4 (32mm)	507,8	13,2	6702,96
1"1/2 (40mm)	392,4	13,8	5415,12
2" (50mm)	661,8	14,2	9397,56
2"1/2 (65mm)	197,4	16,4	3237,36
3" (80mm)	49,2	18,1	890,52
4" (100mm)	620,9	19,4	12045,46
5" (125mm)	131	22,4	2934,4
6" (150mm)	19,3	25,3	488,29
8" (175mm)	120,8	33,2	4010,56
			74391,49

7. Conductos.

La longitud total de los conductos es de 16060m. Están fromadas por chapas de acero galvanizado. El precio por metro ronda los 33€/m. En total suma 529980€.

8. Elementos terminales: rejillas y difusores.

Tanto los difusores como las rejillas las obtenemos de la marca TROX. Las tablas recogen el número de dichos elementos y sus respectivos costes. Ver anexos 6 y 7.

Dimensiones difusor (mm)	Nº de difusores	Precio Unidad (€)	Precio Total (€)
500x24	92	400	36800
600x24	556	415	230740
			267540

Dimensión de la Rejilla (mm)	Nº de rejillas	Precio por Unidad (€)	Precio total (€)
225x125	112	72	8064
425x125	378	78	29484
525x125	94	80	7520
			45068

9. Tabla resumen presupuesto.

CÁLCULO DE PRESUPUESTO				
Nº ORDEN	DESCRIPCION	Nº Unidades	Precio (€/Ud)	Precio total(€)
1. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA				
1.1.	Grupo Frigorífico. Marca INTARCON. Modelo UKV-NG 463. Pot 1031kW	2	59.598	119.196
1.2.	Caldera. Modelo Varblokeco. Pot 315kW	1	141.817	141.817
	TOTAL PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.			261.013
2. DISTRIBUCIÓN DE AGUA				
2.2.	Tubería de acero negro estirado, según UNE 19.052, de 15 mm	1700,0	9,10	15.470
	Tubería de acero negro estirado, según UNE 19.052, de 20 mm	601,6	11,50	6.918
	Tubería de acero negro estirado, según UNE 19.052, de 25 mm	546,1	12,60	6.881
	Tubería de acero negro estirado, según UNE 19.052, de 32 mm	507,8	13,20	6.703
	Tubería de acero negro estirado, según UNE 19.052, de 40 mm	392,4	13,80	5.415
	Tubería de acero negro estirado, según UNE 19.052, de 50 mm	661,8	14,20	9.398

CÁLCULO DE PRESUPUESTO				
Nº ORDEN	Nº ORDEN	Nº ORDEN	Nº ORDEN	Nº ORDEN
2. DISTRIBUCIÓN DE AGUA				
	Tubería de acero negro estirado, según UNE 19.052, de 65 mm	197,4	16,40	3.237
	Tubería de acero negro estirado, según UNE 19.052, de 80 mm	49,2	18,10	891
	Tubería de acero negro estirado, según UNE 19.052, de 100 mm	620,9	19,40	12.045
	Tubería de acero negro estirado, según UNE 19.052, de 125 mm	131	22,40	2.934
	Tubería de acero negro estirado, según UNE 19.052, de 150 mm	19,3	25,30	488
	Tubería de acero negro estirado, según UNE 19.052, de 175 mm	120,8	33,20	4.011
	TOTAL DISTRIBUCIÓN DE AGUA.			74.391
3, DISTRIBUCIÓN DE AIRE				
3.1.	Conductos de chapa de acero galvanizado según norma 100.101.84-Conductos para transporte de aire.	16060	33	529.980
	TOTAL DISTRIBUCIÓN DE AIRE			529.980
4. EQUIPOS TRATAMIENTO DE AIRE				
4.1.	Climatizadores. Marca Trox. Fabricados según demanda.	81		604.315
4.2.	Fancoil 4 Tubos modelo FCS-30. Marca Termoven. Potencia total 2890W.	94	760	71.440
4.3.	Fancoil 4 Tubos modelo FCS-50. Marca Termoven. Potencia total 3140W.	41	1.100	45.100
4.4.	Fancoil 4 Tubos modelo FCS-80. Marca Termoven. Potencia total 5430W	5	1.450	7.250
4.5.	Fancoil 4 Tubos modelo FCS-30. Marca Termoven. Potencia total 6000W.	9	1.965	17.685
	TOTAL EQUIPOS TRATAMIENTO DE AIRE			745.790
5. ELEMENTOS TERMINALES				
	Difusor 500x24 (mm). Aluminio anodizado.	92	400	36.800
	Difusor 600x24 (mm). Aluminio anodizado.	556	415	230.740
	Rejilla 225x125 (mm). Aluminio anodizado.	72	112	8.064
	Rejilla 425x125 (mm). Aluminio anodizado.	78	378	29.484
	Rejilla 525x125 (mm). Aluminio anodizado.	80	94	7.520
	TOTAL ELEMENTOS TERMINALES			312.608

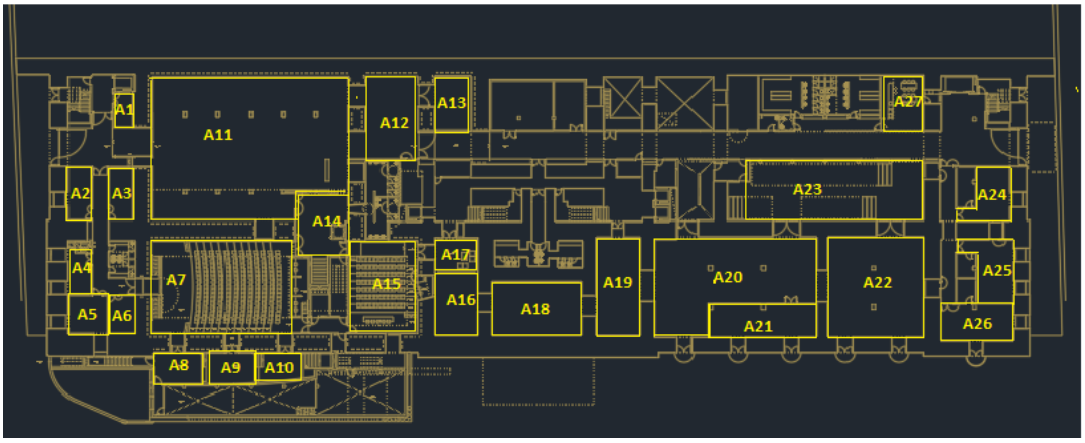
Nº ORDEN	Nº ORDEN	Nº ORDEN	Nº ORDEN	Nº ORDEN
6. BOMBAS				
6.1.	Bomba NKE,NKGE. Qmax 550m3/h. hmax=100m	8	13.500	108.000
6.2.	Bomba SPKE,MTRE.Qmax 22m3/h. hmax=245m	8	1.100	8.800
6.3	Bomba SPK, MTH, CRK, MTR, MTA.Qmax 85m3/h. hmax=238m	6	5.300	31.800
	TOTAL BOMBAS.			148.600
TOTAL PRESUPUESTO:				€ 2.072.382

Por tanto el presupuesto total de la instalación es de dos millones sesenta y dos mil trescientos ochenta y dos euros.

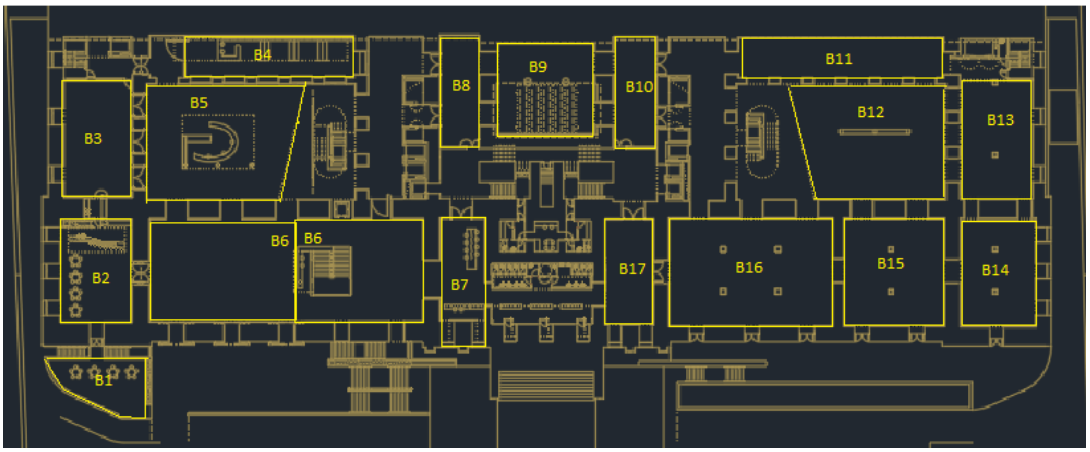
III. ANEXOS.

1. Bocetos plantas.

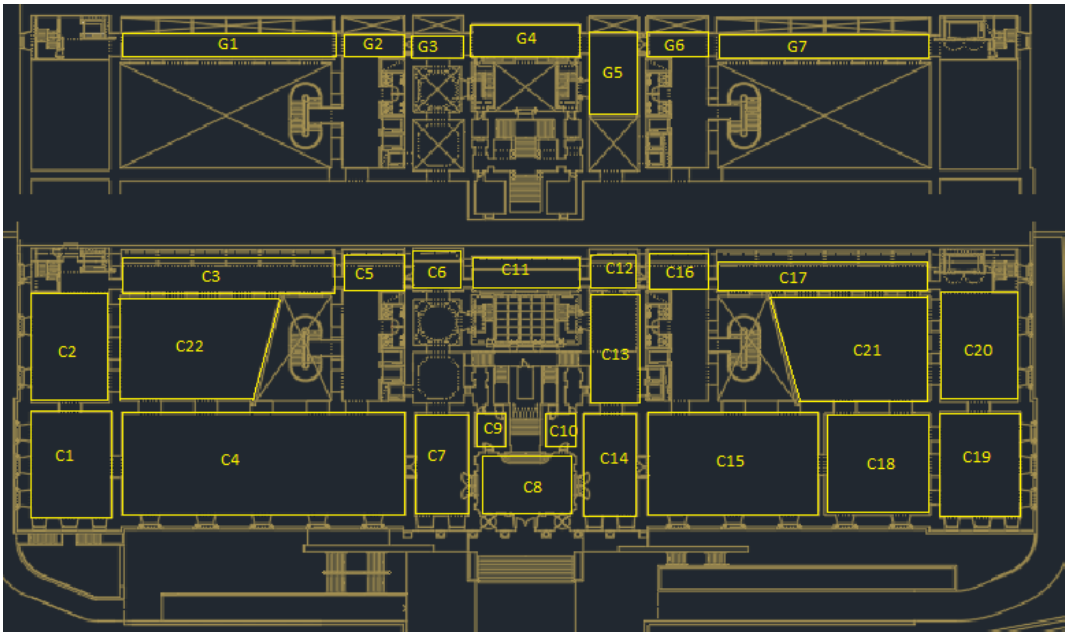
1.1. Planta sótano:



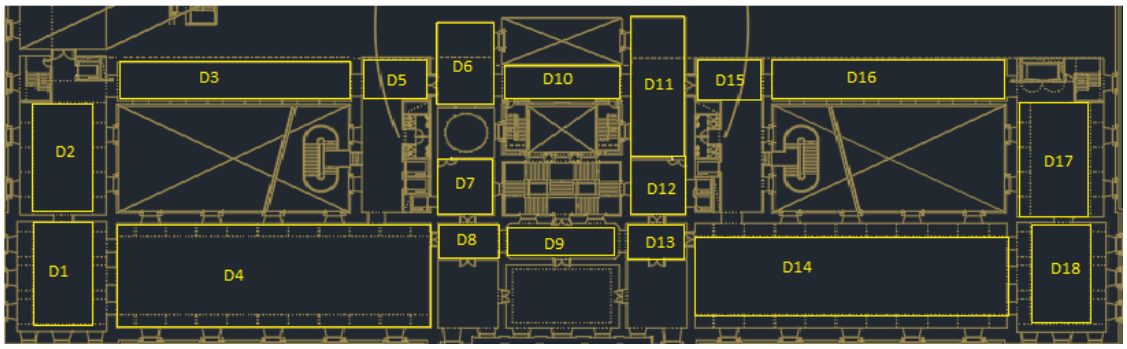
1.2. Planta baja:



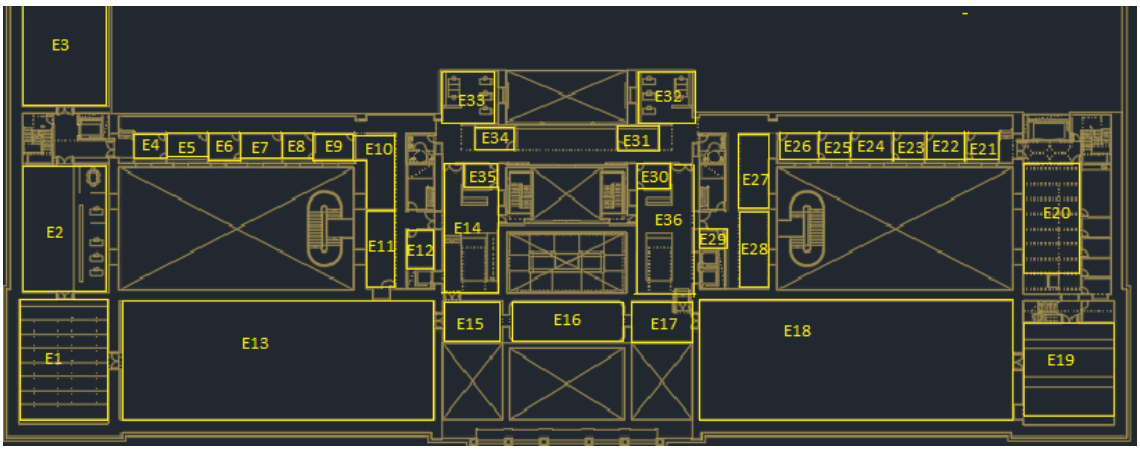
1.3. Planta primera y entreplanta:



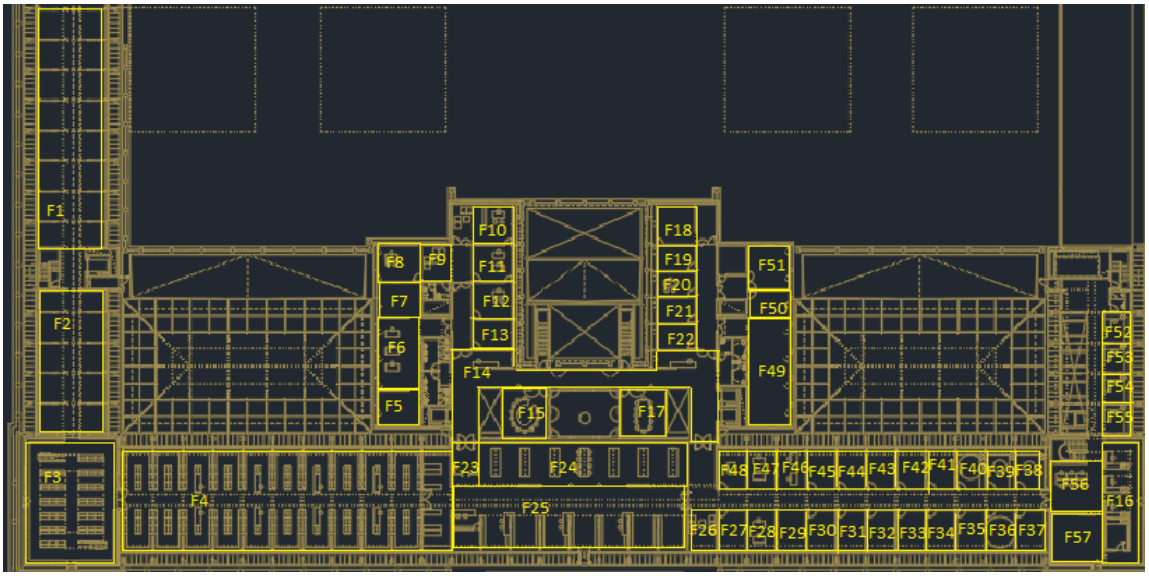
1.4. Planta segunda:



1.5. Planta tercera:



1.6. Planta cuarta:



2. Anexos calidad del aire.

IT 1.1.4.2.2 Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

IDA 4 (aire de calidad baja)

Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm^3/s por persona

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

3. Cálculo de cargas.

3.1. Hoja excel de cargas en verano.

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS

Proyecto:	Climatización de un museo en Madrid		22 de junio de 2018
Planta:	Sótano	Zona:	A2

DIMENSIONES: 7,22 X 3,16 = 22,82 m2

CONCEPTO		SUPERFICIE	GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR	Kcal/h
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES
NORTE	Cristal		m2 x	45	x 0,48	
NE	Cristal		m2 x	32	x 0,48	
ESTE	Cristal		m2 x	32	x 0,48	
SE	Cristal		m2 x	32	x 0,48	
SUR	Cristal		m2 x	32	x 0,48	
SO	Cristal		m2 x	308	x 0,48	
OESTE	Cristal	3,06	m2 x	517	x 0,48	759
NO	Cristal		m2 x	408	x 0,48	
	Claraboya		m2 x	235	x 0,48	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES
NORTE	Pared		m2 x	6,2	x 0,26	
NE	Pared		m2 x	7,3	x 0,26	
ESTE	Pared		m2 x	7,3	x 0,26	
SE	Pared		m2 x	8,4	x 0,26	
SUR	Pared		m2 x	12,9	x 0,26	
SO	Pared		m2 x	19,5	x 0,26	
OESTE	Pared	25,82	m2 x	19,0	x 0,26	128
NO	Pared		m2 x	11,8	x 0,26	
	Tejado-Sol		m2 x	21,2	x 0,37	
	Tejado-Sombra		m2 x	5,1	x 0,37	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES
	Total Cristal	3,06	m2 x	10,2	x 3,20	100
	Tabiques LNC	54,16	m2 x	5,1	x 1,20	331
	Techo LNC		m2 x	5,1	x 2,02	
	Suelo	22,82	m2 x	5,1	x 1,10	128
	Suelo exterior		m2 x	10,2	x 1,10	
	Puertas		m2 x	10,2	x 2,00	
	Infiltración		m3/h x	10,2	x 0,30	
CALOR INTERNO						TOTALES
Personas		4	Personas		x 57	228
Alumbrado		799	Watios x 0,86		x 1,25	859
Aplicaciones, etc.				456	x 0,86	392
Potencia					x	
Ganancias Adicionales					x	
					SUBTOTAL	2.925
COEFICIENTE DE SEGURIDAD					10 %	293
					CALOR SENSIBLE DEL LOCAL	3.218
	Aire Exterior	180,00	m3/h x	10,2 x	0,15 BF x 0,3	83
					CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL	3.301

HORA SOLAR:	17		MADRID		
MES:	JULIO				
CONDICIONES	BS	BH	%HR	TR	Gr/Kgr
Exteriores	34,2	19,6	26		8,5
Interiores	24,0	17,0	50		9,2
DIFERENCIA	10,2				-0,7
CALOR LATENTE					
Infiltración		m3/h x		x	0,72
Personas	4	Personas		x	55	220
Aplicaciones					
				SUBTOTAL	220
COEFICIENTE DE SEGURIDAD			10	%	22
CALOR LATENTE DEL LOCAL					242
Aire Ext.	180,00	m3/h x	0,15	BF x 0,72	
CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					242
CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					3.543
CALOR AIRE EXTERIOR					
Sensible	180,00	m3/h x	10,2 x (1-	0,15 BF	) x 0,3	468
Latente	180,00	m3/h x		0,15 BF	) x 0,72	
				SUBTOTAL	468
GRAN CALOR TOTAL					4.011
A.D.P.					
FACTOR CALOR SENSIBLE	3.301	Efec. Sens. Local		=	0,93
	3.543	Efec. Total Local			
ADP Indicado=				°C	
ADP Seleccionado=		12		°C	
CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
▲T=(1-0,15 BF)x(°C Loc	24,0	-	12	ADP)=	10,20
CAUDAL DE AIRE M3/H	3.301	Sensible Local		=	1.079
	0,3 X	10,2	▲T		
Observaciones:					
Nº DE O.T.:					
CALCULADO POR:					

PARAMETROS DE CALCULO			
CRISTALES (F.G.S.)	0,48	VENTILACION (m3/h/Persona)	45
CRISTALES (K)	3,20 Kcal/h.m2.ºK	VENTILACION (m3/h/m2)	
MUROS EXTERIORES (K)	0,26 Kcal/h.m2.ºK	CALOR SENSIBLE OCUPANTES	57
TABIQUES (K)	1,20 Kcal/h.m2.ºK	CALOR LATENTE OCUPANTES	55
TEJADOS (K)	0,37 Kcal/h.m2.ºK	CIUDAD	MADRID
SUELOS INTERIORES (K)	1,10 Kcal/h.m2.ºK	Tª SECA EXTERIOR VERANO (ºC)	36,2
SUELOS EXTERIORES (K)	1,10 Kcal/h.m2.ºK	HUMEDAD RELATIVA EXTERIOR VER. (%)	26%
TECHOS (K)	2,02 Kcal/h.m2.ºK	Tª SECA INTERIOR VERANO (ºC)	24
PUERTAS (K)	2,00 Kcal/h.m2.ºK	HUMEDAD RELATIVA INTERIOR VER. (%)	50
ALUMBRADO (W/m2)	35	CONT. VAPOR AIRE EXTERIOR (Gr/Kg)	8,46
COEFICIENTE DE REACTANCIAS (%)	25	CONT. VAPOR AIRE INTERIOR (Gr/Kg)	9,2
APLICACIONES (W)	20	MES CONSIDERADO	JULIO
COEFICIENTE DE SEGURIDAD (%)	10	HORA CONSIDERADA	17
FACTOR DE BY-PASS EN BATERIA	15	OCUPACION ESTIMADA (m2/Persona)	6

3.2. Tabla1.

TABLA 15. APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO (Cont.)

kcal/h × (m² de abertura)

40º 40º

0º LATITUD NORTE		HORA SOLAR													0º 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	54	86	S	22 Diciembre
	NE	320	340	303	198	81	38	38	38	38	35	32	27	16	SE	
	E	341	436	429	385	257	119	38	38	38	35	32	27	16	E	
	SE	138	238	295	301	268	192	92	38	38	35	32	27	16	NE	
	S	16	27	32	51	94	119	146	119	94	51	32	27	16	N	
	SO	16	27	32	35	38	38	92	192	268	301	295	238	138	NO	
	O	16	27	32	35	38	38	38	119	257	385	439	436	343	O	
	NO	16	27	32	35	38	38	38	38	81	198	303	365	320	SO	
	Horizontal	84	222	363	485	569	629	642	629	569	485	363	222	84	Horizontal	
22 Julio y 21 Mayo	N	65	38	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65	S	21 Enero y 21 Noviembre
	NE	287	344	284	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13	SE	
	E	320	436	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13	E	
	SE	146	260	322	329	298	222	113	40	38	35	32	27	13	NE	
	S	13	27	35	70	189	170	187	170	119	70	35	27	13	N	
	SO	13	27	32	35	38	40	113	222	298	339	322	260	146	NO	
	O	13	27	32	35	38	38	38	116	265	390	444	436	320	O	
	NO	13	27	32	35	38	38	38	38	70	179	284	344	287	SO	
	Horizontal	65	198	343	463	550	610	631	610	550	463	343	198	65	Horizontal	
24 Agosto y 20 Abril	N	19	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	19	S	20 Febrero y 23 Octubre
	NE	184	276	232	124	43	38	38	38	38	35	29	21	8	SE	
	E	227	398	438	393	273	122	38	38	38	35	29	21	8	E	
	SE	130	284	374	396	377	290	179	67	38	35	29	21	8	NE	
	S	8	21	65	138	241	263	276	263	241	138	65	21	8	N	
	SO	8	21	29	35	38	67	179	290	377	396	374	284	130	NO	
	O	8	21	29	35	38	38	38	122	273	393	439	398	227	O	
	NO	8	21	29	35	38	38	38	38	43	124	232	276	184	SO	
	Horizontal	24	127	271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24	Horizontal	
22 Septiembre y 22 Marzo	N	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	S	22 Marzo y 22 Septiembre
	NE	0	138	157	70	35	35	38	35	35	32	24	13	0	SE	
	E	0	314	424	377	268	122	38	35	35	32	24	13	0	E	
	SE	0	257	390	439	425	360	264	111	38	32	24	13	0	NE	
	S	0	32	119	219	298	330	379	330	298	219	119	32	0	N	
	SO	0	13	24	32	38	111	244	360	425	439	390	257	0	NO	
	O	0	13	24	32	35	35	38	122	268	377	404	314	0	O	
	NO	0	13	24	32	35	35	38	35	35	70	157	138	0	SO	
	Horizontal	0	57	181	336	474	477	496	477	414	336	181	57	0	Horizontal	
23 Octubre y 20 Febrero	N	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	S	20 Abril y 24 Agosto
	NE	0	94	89	32	29	32	32	32	29	27	16	5	0	SE	
	E	0	230	317	338	238	105	32	32	29	27	16	5	0	E	
	SE	0	219	358	336	442	390	290	170	54	27	16	5	0	NE	
	S	0	57	160	282	371	417	429	417	371	282	160	57	0	N	
	SO	0	5	16	27	54	170	290	390	442	336	358	219	0	NO	
	O	0	5	16	27	29	32	32	105	238	330	317	230	0	O	
	NO	0	5	16	27	29	32	32	32	29	32	89	94	0	SO	
	Horizontal	0	21	78	173	273	333	349	333	273	173	78	21	0	Horizontal	
21 Noviembre y 21 Enero	N	0	0	8	19	24	27	29	27	24	19	8	0	0	S	21 Mayo y 23 Julio
	NE	0	0	32	19	24	27	29	27	24	19	8	0	0	SE	
	E	0	0	246	273	200	89	29	27	24	19	8	0	0	E	
	SE	0	0	295	390	423	395	314	189	73	19	8	0	0	NE	
	S	0	0	160	282	377	428	450	428	377	282	160	0	0	N	
	SO	0	0	8	19	73	189	314	390	423	390	295	0	0	NO	
	O	0	0	8	19	24	27	29	89	200	273	246	0	0	O	
	NO	0	0	8	19	24	27	29	27	24	19	32	0	0	SO	
	Horizontal	0	0	63	116	198	249	279	249	198	116	63	0	0	Horizontal	
22 Diciembre	N	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0	S	21 Junio
	NE	0	0	19	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0	SE	
	E	0	0	195	233	184	84	27	27	24	16	5	0	0	E	
	SE	0	0	238	363	401	385	311	198	81	19	5	0	0	NE	
	S	0	0	138	268	363	428	447	428	363	268	138	0	0	N	
	SO	0	0	5	19	81	198	311	385	401	363	238	0	0	NO	
	O	0	0	5	16	24	27	27	84	184	233	195	0	0	O	
	NO	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	19	0	0	SO	
	Horizontal	0	0	21	86	149	206	230	206	149	86	21	0	0	Horizontal	
Correcciones	Marco metálico o ningún marco × 1/0,85 ó 1,17	Defecto de limpieza 15 % máx.			Altitud + 0,7 % por 300 m			Punto de rocío superior a 19,5º C − 14 % por 10 ºC			Punto de rocío superior a 19,5 ºC + 14 % por 10º C				Latitud sur Dic. o Enero + 7 %	

[1].

3.3. Tabla 2.

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:

$$23{,}8^{\circ} + 0{,}3^{\circ} = 24{,}1\ ^{\circ}C.$$

Ejemplo 3. Meses y latitudes diferentes

Datos:

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

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:

$$\Delta t_e = a + \Delta t_{es} + b\,\frac{R_e}{R_m}\,(\Delta t_{em} - \Delta t_{es})$$

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	8,2	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	3,2	1,1	0	-1,1	-1,7	2,3	-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	1	-0,5
	500	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	3,3	3,8	2,8
	700	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9	5,9
E	100	0,5	9,4	16,7	18,3	20,0	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	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	11,7	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	0,5	0
	500	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	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	3,8	4,4	3,9	3,9	3,3
	700	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9	7,8	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	7,2	7,2	6,7	6,7	6,7
SE	100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	13,0	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	6,7	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1
	300	8,3	8,5	8	7,2	11,1	13,3	15,6	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
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	6,1	8,9	8,4	10,0	10,6	10,0	9,4	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	4,4	3,9
	700	5,9	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,0	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	6,7	6,7	6,1	6,1	5,5	5,5	5,0
S	100	-0,5	-1,1	-2,2	0,5	2,2	7,8	12,2	15,0	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	2,2	1,7	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5
	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	3,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,8	11,1	8,3	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5
	500	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,7	2,2	4,4	6,7	8,3	8,9	10,0	10,6	8,3	7,8	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8
	700	3,9	3,3	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,9	5,5	7,2	7,8	8,3	8,9	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9
SO	100	-1,1	-2,2	-2,2	-1,1	0	2,2	3,3	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	23,3	16,7	13,3	6,7	3,3	3,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5	-0,5
	500	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	16,9	11,1	5,5	3,9	3,3	2,8	2,2	2,2	1,7	1,7
	500	3,9	2,8	3,3	3,8	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
	700	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,5	5,5	8,3	10,0	10,6	11,1	7,2	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
O	100	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	7,8	11,1	17,8	23,3	25,0	26,7	18,9	13,2	7,8	4,4	3,8	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	3,5	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1
	500	3,9	3,9	3,3	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	5,5	4,4
	700	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	6,1	6,7	7,8	8,9	11,7	12,2	12,8	12,2	11,1	10,0	8,9	8,3	7,2
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
	500	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	13,3	7,8	4,4	3,9	3,9	3,3	3,3	2,8
	700	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	7,8	10,6	10,6	11,1	8,9	7,2	6,1	5,5	3,8
H (en la sombra)	100	-1,2	-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
	500	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	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1	1,1	0,5
	700	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	3,9	3,3	2,2	1,7	1,1	1,1	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
		MAÑANA							TARDE												MAÑANA				
		HORA SOLAR																							

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.

[1]

3.4. Tabla 3.

1.° 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.° Determinación de: Δt_{ve} y Δt_{vm}:

Peso de la pared: 600 kg/m² (tabla 21).

$\Delta t_{ve} = 0$, $\Delta t_{vm} = 3{,}8$ } tabla 19

3.° Determinación de R_e y R_m

$R_e = 214$ kcal/m² · h, $R_m = 444$ kcal/m² · h } tabla 15

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

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

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	-1,9	-2,8	-0,5	3,9	8,3	13,9	17,8	21,1	23,9	25,6	26,0	25,8	19,4	15,6	12,2	8,9	5,5	2,9	1,7	0,1	-0,5	-1,7
	100	0	-0,5	-1,1	-0,5	1,1	3,9	6,9	12,8	16,7	20,0	22,8	23,9	23,9	22,2	19,4	16,7	13,9	11,1	8,3	6,7	4,4	3,3	2,2	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
	300	5,0	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15,0	17,2	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
	400	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	8,9	12,2	14,4	15,6	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
Cubierto de agua	100	-3,8	-3,3	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	-3,3	-3,8
	200	-1,7	-1,1	-0,5	-0,5	0	3,8	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
	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	1,7	1,1	0,5	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	-1,1	-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	-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
(en la sombra)	100	-3,8	-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	2,8	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	-2,2	-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
	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	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
		MAÑANA							TARDE												MAÑANA				
		HORA SOLAR																							

Ecuación: Ganancias por transmisión a través del techo (kcal/h) = Area (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	-11,7
+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	3,2	2,8	2,2
+18	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	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	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,2	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

[1].

3.5. Tabla 4.

CALCULO DE APORTACIONES DE CALOR A TRAVES DE MUROS.

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

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

$$\Delta t_e = a + \Delta t_{ea} + b\,\frac{R_s}{R_m}\,(\Delta t_{es} - \Delta t_{ea})$$

en la que

Δt_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.

Δt_{ea} = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared a la sombra. (tabla 19 y 20)

Δt_{es} = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared soleada (tabla 19 ó 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 · m²), 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_m = Máxima insolación (kcal/h · m²) 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.)

FUNDAMENTAL PARA PAREDES

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

$\Delta t_{es} = \Delta t_{ea}$, de donde $\Delta t_e = a + \Delta t_{ea}$

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·m²·°C, indica la cantidad de calor intercambiada en una hora a través de una pared, por m² 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·m²·°C/kcal) expresa la resistencia global ofrecida al paso del calor y es igual a la suma de las resistencias parciales ofrecidas por los distintos 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 $K = 1{,}5$ kcal/h · m² · °C, el coeficiente de transmisión en verano se determinará en la forma siguiente:

1. Resistencia global R en invierno $= 1/K = 0{,}66$ h · m² · °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 $1/R = 1/0{,}677 = 1{,}48$ kcal/h · m² · °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:

$K = 0{,}88$ kcal/h · m² · °C (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).

[1].

3.6. Hoja excel de cargas en invierno.

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO

Temp. Exterior	-4,4	ºC
Temp. Interior	22	ºC
Temp. TERRENO	8	ºC

MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	Descuento	Sup.Neta	K	Tªint - Tªext	fv	C.p.regimen	TOTAL
A1		(m)	(m)	(m2)	(m2)	(m2)	(Kcal/hm2ºC)	(ºC)			(Kcal/h)
CRISTAL	N			0,0		0,0	3,20	26,4	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	3,20	26,4	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	3,20	26,4	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	3,20	26,4	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	3,20	26,4	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO			0,0		0,0	3,20	26,4	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	3,20	26,4	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	3,20	26,4	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,26	26,4	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,26	26,4	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,26	26,4	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,26	26,4	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,26	26,4	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,26	26,4	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,26	26,4	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,26	26,4	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,37	26,4	1,00	1,15	0
SUELO				12,7		12,7	1,00	14,0	1,00	1,15	205
LNC				59,4		59,4	1,20	13,2	1,00	1,00	940
VOLUMEN	237,6									TOTAL	1145

	CAUDAL m3/h	Kcal/h
AIRE EXTERIOR	45	356,4

3.7. Factores de viento.

FACTORES DE VIENTO fv

MATERIAL	ORIENTACION	fv
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

[1].

4. Anexos diseño tuberías.

4.1. Tabla cálculo de tuberías agua fría a10ºC según el diagrama de Moody y ecuaciones anexas para tuberías de acero DIN 2440 y 2448.

$$H = 10^{-6}\,\lambda \times (l / d) \times (v^2 / 2 \times 9{,}8)$$

H = Perdida de carga por metro de tubería (mm.c.a.)
d = Diametro interior real del tubo (mm)
v = Velocidad (m/s)

TABLA CALCULO TUBERIAS AGUA FRIA A 10 ºC SEGÚN EL DIAGRAMA DE MOODY Y ECUACIONES ANEXAS PARA TUBERIA DE ACERO DIN 2440 Y 2448

ecuacion de Poiseuille	flujo laminar	R < 2.300	$\lambda = 64 / R$
ecuacion de Blasius	tub. Lisas	2300 < R < 100.000	$\lambda = 0{,}316 / R^{0{,}25}$
2ª ecuac de Kármán-Prandtl	tub. rugosas regimen turbulento		$\lambda = 1 / (1{,}14 - 2 \times \log(k / d))^2$
ecuación de Colebrook-White	zona de transición		$\lambda^{-0{,}5} = -2 \log[(k/d)/3{,}71 + 2{,}51/(R \times \lambda^{-0{,}5})]$
			k = rugosidad (mm) =
			R = nº de Reynolds = v x d / ν
			ν = viscosidad cinemática
			1,308 x 10^{-6} m^2/s para agua a 10ºC
			0,328 x 10^{-6} m^2/s para agua a 90ºC

k considerado = 0,15 mm

		DIN 2440												DIN 2448							DIN 2458							
Ø nominal	pulgadas	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"	32"	Ø nominal	pulgadas
	mm	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800		mm
Ø interior	mm	12,5	16	21,6	27,2	35,9	41,8	53	66,8	80,8	105,3	130	155,4	207,3	260,4	309,7	339,6	388,8	437,2	486	546,4	597,4	645,8	694,8	746	797	Ø interior	mm
Pérdida de carga en mm.c.a. / ml		CAUDAL EN L/H												CAUDAL EN L/H							CAUDAL EN L/H							Pérdida de carga en mm.c.a. / ml
		VELOCIDAD EN M/S												VELOCIDAD EN M/S							VELOCIDAD EN M/S							
3	49	130	210	394	848	1.273	2.441	4.915	7.472	15.299	28.947	43.037		92.570	167.752	265.490	343.430	481.682	664.595	892.507	1.196.183	1.495.148	1.816.929	2.208.850	2.690.807	3.174.543	3
	0,11	0,18	0,16	0,19	0,23	0,26	0,31	0,37	0,40	0,48	0,56	0,63		0,76	0,87	0,98	1,05	1,13	1,23	1,34	1,42	1,48	1,54	1,61	1,71	1,77		
4	65	136	248	466	992	1.491	2.818	5.675	8.780	17.666	31.139	49.695		106.890	198.730	314.969	396.582	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
	0,19	0,19	0,22	0,27	0,30	0,35	0,42	0,48	0,56	0,69	0,73			0,88	1,04	1,16	1,22	1,36	1,42	1,54	1,64	1,77	1,84	1,91	1,87	2,11		
5	81	136	280	527	1.124	1.690	3.200	6.453	9.997	20.142	34.814	56.810		122.458	222.193	352.146	443.393	639.677	857.988	1.152.222	1.544.269	1.993.530	2.422.172	2.929.073	3.473.816	4.242.162	5
	0,19	0,19	0,31	0,35	0,31	0,36	0,40	0,48	0,54	0,64	0,73	0,83		1,01	1,16	1,30	1,36	1,50	1,59	1,73	1,83	1,98	2,05	2,13	2,21	2,36		
6	97	136	310	584	1.231	1.851	3.505	7.069	10.951	22.065	38.357	62.232		134.146	243.431	385.756	485.712	700.550	939.879	1.262.196	1.691.659	2.183.803	2.653.356	3.208.638	3.938.938	4.647.355	6
	0,22	0,19	0,33	0,39	0,34	0,37	0,44	0,53	0,59	0,70	0,82	0,91		1,10	1,27	1,42	1,49	1,64	1,74	1,89	2,00	2,16	2,25	2,34	2,50	2,59		
7	101	149	339	631	1.348	2.029	3.847	7.771	11.826	23.833	42.079	67.218		144.885	262.903	416.664	534.629	757.113	1.046.429	1.363.327	1.827.285	2.358.777	2.865.952	3.465.726	4.254.539	5.019.393	7
	0,24	0,21	0,36	0,30	0,37	0,41	0,48	0,58	0,64	0,76	0,88	0,98		1,19	1,37	1,54	1,61	1,77	1,96	2,04	2,16	2,34	2,43	2,52	2,70	2,79		
8	101	159	362	683	1.441	2.169	4.112	8.307	12.645	26.003	44.984	71.859		154.899	281.055	445.433	577.112	809.388	1.118.680	1.457.458	2.017.421	2.521.639	3.063.832	3.705.016	4.548.293	5.365.957	8
	0,24	0,22	0,37	0,33	0,40	0,44	0,52	0,62	0,69	0,83	0,94	1,05		1,27	1,47	1,64	1,77	1,89	2,07	2,18	2,39	2,50	2,60	2,70	2,89	2,99		
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	1.186.539	1.545.868	2.139.798	2.674.602	3.249.684	3.929.763	4.824.194	5.691.457	9
	0,24	0,24	0,39	0,35	0,43	0,47	0,55	0,66	0,74	0,88	1,00	1,12		1,35	1,58	1,76	1,88	2,01	2,20	2,31	2,53	2,83	2,76	2,86	3,07	3,17		
10	101	181	409	773	1.634	2.462	4.674	9.288	14.407	29.073	50.294	80.341		173.182	314.239	498.009	645.231	904.523	1.250.722	1.629.488	2.255.545	2.819.278	3.425.468	4.142.334	5.085.148	5.999.322	10
	0,31	0,29	0,31	0,37	0,45	0,50	0,59	0,68	0,76	0,93	1,05	1,18		1,43	1,66	1,84	1,98	2,12	2,31	2,64	2,87	2,79	2,95	3,02	3,23	3,34		
11	101	190	434	811	1.714	2.582	4.902	9.741	15.110	30.492	52.749	84.245		181.635	329.566	522.316	676.724	949.091	1.311.768	1.709.021	2.365.636	2.956.883	3.592.661	4.344.517	5.333.347	6.292.142	11
	0,31	0,38	0,33	0,39	0,47	0,52	0,62	0,73	0,82	0,97	1,10	1,28		1,49	1,72	1,93	2,08	2,22	2,43	2,68	2,80	2,93	3,08	3,16	3,39	3,50		
12	101	201	453	847	1.790	2.696	5.120	10.361	15.782	31.848	55.332	90.080		189.712	344.220	545.542	706.915	991.293	1.370.097	1.785.014	2.470.828	3.088.364	3.752.412	4.696.968	5.570.499	6.571.928	12
	0,31	0,38	0,36	0,41	0,49	0,55	0,66	0,77	0,86	1,02	1,16	1,32		1,56	1,80	2,01	2,17	2,32	2,54	2,67	2,83	3,08	3,18	3,42	3,64	3,68	
13	106	209	472	882	1.890	2.850	5.329	10.784	16.420	33.148	58.633	93.758		197.458	358.094	567.818	735.676	1.031.771	1.426.043	1.857.902	2.571.717	3.214.471	3.905.034	4.888.757	5.797.959	6.840.280	13
	0,34	0,38	0,42	0,52	0,58	0,67	0,81	0,89	1,06	1,23	1,37			1,65	1,82	2,09	2,26	2,41	2,66	2,78	3,00	3,19	3,31	3,56	3,68	3,81	
14	110	219	496	927	1.961	2.958	5.530	11.191	17.046	34.399	60.846	97.298		204.912	371.989	589.252	763.448	1.070.719	1.479.874	1.928.036	2.668.797	3.335.814	4.053.068	5.073.303	6.016.626	7.098.494	14
	0,35	0,38	0,46	0,54	0,61	0,70	0,84	0,92	1,10	1,27	1,42			1,69	1,88	2,17	2,34	2,51	2,76	2,89	3,16	3,31	3,44	3,70	3,82	3,96	
15	115	227	513	960	2.030	3.061	5.724	11.584	17.644	35.607	62.962	100.713		212.104	385.390	609.934	790.243	1.108.300	1.531.815	1.995.707	2.762.467	3.452.896	4.195.324	5.251.367	6.228.007	7.347.639	15
	0,36	0,41	0,39	0,46	0,54	0,62	0,72	0,82	0,96	1,14	1,32	1,47		1,75	2,06	2,25	2,42	2,58	2,83	2,99	3,27	3,42	3,56	3,83	3,96	4,09	
16	119	234	530	991	2.097	3.162	6.013	11.964	18.223	36.774	65.047	104.016		219.060	398.363	629.937	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
	0,37	0,42	0,40	0,47	0,55	0,64	0,76	0,88	0,99	1,17	1,36	1,52		1,80	2,13	2,32	2,50	2,68	2,93	3,09	3,38	3,53	3,67	3,96	4,09	4,23	
17	123	241	546	1.022	2.161	3.259	6.198	12.332	18.784	37.908	67.049	107.217		231.888	420.931	668.149	841.276	1.179.875	1.630.742	2.124.392	2.940.871	3.675.888	4.466.264	5.590.503	6.630.220	7.822.159	17
	0,38	0,43	0,41	0,48	0,56	0,66	0,78	0,90	1,02	1,21	1,40	1,57		1,85	2,20	2,38	2,58	2,76	3,02	3,18	3,48	3,64	3,78	4,07	4,21	4,36	
18	127	251	569	1.051	2.224	3.354	6.377	12.680	19.329	39.005	68.993	110.325		238.385	433.135	687.520	865.668	1.214.092	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
	0,39	0,38	0,43	0,50	0,61	0,68	0,80	0,96	1,05	1,24	1,44	1,62		1,96	2,26	2,54	2,66	2,84	3,10	3,27	3,58	3,79	3,90	4,19	4,34	4,48	
19	131	258	584	1.080	2.319	3.446	6.552	13.037	20.251	40.936	70.883	113.348		244.917	445.003	706.359	889.389	1.265.739	1.724.004	2.246.094	3.109.654	3.886.106	4.721.682	5.910.219	7.009.391	8.269.495	19
	0,39	0,38	0,44	0,52	0,64	0,70	0,82	0,97	1,10	1,31	1,48	1,66		2,02	2,32	2,60	2,73	3,01	3,19	3,36	3,68	3,89	4,00	4,31	4,46	4,60	
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	1.319.141	1.768.788	2.304.444	3.189.822	3.987.061	4.844.343	6.063.758	7.191.483	8.484.323	20
	0,40	0,37	0,45	0,54	0,65	0,72	0,85	1,00	1,13	1,34	1,52	1,70		2,07	2,38	2,67	2,80	3,09	3,27	3,45	3,78	3,99	4,11	4,42	4,57	4,72	
21	139	271	614	1.151	2.438	3.680	6.888	13.706	21.291	43.037	74.521	119.165		257.485	467.839	742.606	935.028	1.351.717	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
	0,41	0,37	0,47	0,55	0,67	0,74	0,87	1,02	1,16	1,37	1,56	1,75		2,12	2,44	2,74	2,87	3,18	3,38	3,64	3,87	4,09	4,21	4,53	4,68	4,84	
22	142	280	629	1.178	2.496	3.767	7.051	14.029	21.802	44.049	76.274	121.969		263.544	478.948	760.062	957.032	1.383.526	1.855.121	2.416.921	3.345.514	4.181.684	5.080.796	6.358.721	7.542.491	8.898.433	22
	0,42	0,38	0,48	0,56	0,68	0,76	0,89	1,05	1,19	1,41	1,60	1,79		2,17	2,50	2,80	2,93	3,26	3,46	3,63	3,96	4,14	4,31	4,63	4,79	4,95	
23	145	287	643	1.204	2.552	3.852	7.208	14.344	22.281	45.036	77.989	124.713		269.467	489.610	777.164	978.541	1.414.021	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
	0,43	0,40	0,49	0,58	0,70	0,78	0,91	1,07	1,21	1,44	1,63	1,83		2,22	2,56	2,87	3,00	3,31	3,51	3,70	4,00	4,24	4,41	4,76	4,90	5,07	
24	149	293	665	1.230	2.607	3.934	7.364	14.652	22.761	46.008	79.666	127.393		275.263	500.141	793.880	999.587	1.445.046	1.937.610	2.524.362	3.494.275	4.367.606	5.306.712	6.642.512	7.877.875	9.294.110	24
	0,44	0,40	0,50	0,59	0,72	0,80	0,93	1,12	1,23	1,47	1,67	1,87		2,27	2,61	2,93	3,07	3,38	3,59	3,78	4,14	4,33	4,50	4,86	5,01	5,17	
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	1.977.585	2.576.446	3.566.330	4.457.669	5.416.146	6.779.486	8.040.323	9.485.762	25
	0,45	0,41	0,51	0,60	0,73	0,81	0,95	1,14	1,26	1,50	1,70	1,90		2,31	2,66	2,99	3,13	3,45	3,66	3,86	4,23	4,42	4,59	4,96	5,11	5,28	
26	156	305	692	1.280	2.713	4.095	7.665	15.541	23.690	47.887	82.919	132.594		286.503	520.563	826.295	1.040.404	1.504.052	2.016.729	2.627.470	3.636.957	4.545.948	5.523.401	6.913.746	8.199.552	9.673.617	26
	0,46	0,42	0,52	0,61	0,74	0,83	0,97	1,16	1,28	1,53	1,74	1,94		2,36	2,72	3,05	3,19	3,52	3,73	3,93	4,31	4,51	4,68	5,06	5,21	5,39	
27	159	311	705	1.323	2.765	4.173	7.811	15.838	24.141	48.799	84.499	135.120		291.880	530.479	842.036	1.060.223	1.532.703	2.055.146	2.677.322	3.706.239	4.632.346	5.628.618	7.045.448	8.355.748	9.857.893	27
	0,47	0,43	0,53	0,63	0,76	0,86	0,99	1,18	1,31	1,56	1,77	1,98		2,40	2,77	3,10	3,25	3,58	3,80	4,01	4,39	4,59	4,77	5,15	5,31	5,49	
28	162	320	718	1.347	2.816	4.250	7.956	16.134	24.594	49.694	86.049	137.600		297.318	540.214	857.468	1.079.678	1.560.828	2.092.858	2.726.655	3.774.249	4.717.554	5.731.904	7.174.733	8.509.076	10.038.787	28
	0,47	0,44	0,54	0,64	0,77	0,88	1,00	1,21	1,33	1,59	1,80	2,02		2,45	2,82	3,16	3,31	3,65	3,87	4,09	4,47	4,68	4,86	5,25	5,41	5,59	
29	165	325	731	1.371	2.865	4.325	8.095	16.414	25.019	50.574	87.572	140.035		302.580	549.776	872.668	1.098.789	1.588.456	2.129.903	2.774.918	3.841.655	4.801.057	5.833.361	7.301.730	8.659.692	10.216.478	29
	0,47	0,45	0,55	0,66	0,79	0,88	1,02	1,23	1,36	1,61	1,83	2,05		2,49	2,87	3,22	3,37	3,72	3,94	4,16	4,55	4,76	4,95	5,32	5,50	5,69	
30	168	331	743	1.394	2.914	4.399	8.379	16.694	25.447	51.438	89.089	142.429		307.733	559.174	887.394	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
	0,48	0,46	0,56	0,67	0,80	0,89	1,03	1,25	1,38	1,64	1,86	2,09		2,53	2,92	3,27	3,43	3,78	4,01	4,23	4,63	4,84	5,03	5,41	5,60	5,79	
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	8.953.324	10.562.897	31
	0,49	0,46	0,57	0,68	0,83	0,91	1,07	1,27	1,40	1,67	1,89	2,12		2,57	2,96	3,33	3,48	3,84	4,07	4,30	4,70	4,92	5,11	5,50	5,69	5,88	
32	175	342	768	1.440	3.057	4.543	8.654	17.242	26.292	53.125	91.996	147.100		317.846	577.513	916.693	1.154.224	1.668.595	2.237.360	2.914.916	4.034.842	5.043.277	6.127.663	7.670.113	9.096.587	10.731.914	32
	0,50	0,47	0,58	0,69	0,84	0,92	1,09	1,29	1,42	1,69	1,93	2,15		2,62	3,01	3,38	3,54	3,90	4,14	4,36	4,78	5,00	5,20	5,59	5,78	5,98	
33	178	347	780	1.462	3.104	4.614	8.788	17.509	26.689	53.949	93.417	149.381		322.774	586.467	930.906	1.172.120	1.694.467	2.272.049	3.057.190	4.097.401	5.121.472	6.222.671	7.789.036	9.237.627	10.898.310	33
	0,50	0,48	0,60	0,70	0,85	0,93	1,11	1,31	1,45	1,72	1,96	2,19		2,66	3,06	3,43	3,59	3,96	4,20	4,08	4,85	5,08	5,28	5,67	5,87	6,07	
34	180	352	801	1.484	3.151	4.683	8.920	17.772	27.091	54.760	94.822	151.627		327.628	595.287	944.906	1.189.747	1.719.949	2.306.218	3.103.165	4.159.020	5.198.491	6.316.251	7.906.171	9.376.547	11.062.204	34
	0,51	0,48	0,61	0,71	0,86	0,95	1,12	1,33	1,47	1,75	1,98	2,22		2,70	3,10	3,48	3,65	4,02	4,27	4,49	4,93	5,19	5,38	5,76	5,96	6,16	
35	183	357	813	1.506	3.197	4.751	9.050	18.032	27.496	55.570	96.206	153.841		332.411	603.977	958.701	1.207.116	1.745.059	2.339.887	3.148.469	4.219.738	5.274.385	6.408.463	8.021.596	9.513.438	11.223.705	35
	0,51	0,49	0,62	0,72	0,88	0,96	1,14	1,35	1,49	1,77	2,01	2,25		2,74	3,15	3,54	3,70	4,08	4,33	4,71	5,00	5,23	5,43	5,86	6,05	6,25	
36	186	367	825	1.527	3.242	4.819	9.179	18.288	27.876	56.348	97.571	156.023		337.127	612.545	972.300	1.224.240	1.769.813	2.373.078	3.193.131	4.279.596	5.349.263	6.499.368	8.135.383	9.648.387	11.382.914	36
	0,52	0,51	0,63	0,73	0,89	0,98	1,16	1,37	1,51	1,80	2,04	2,28		2,77	3,19	3,59	3,75	4,14	4,39	4,78	5,07	5,30	5,51	5,93	6,13	6,34	
37	188	372	836	1.548	3.287	4.885	9.305	18.543	28.260	57.125	98.916	158.175		341.777	620.994	985.712	1.241.126	1.794.225	2.405.812	3.237.176	4.338.628	5.422.989	6.589.019	8.247.601	9.781.475	11.539.927	37
	0,53	0,51	0,63	0,74	0,90	0,99	1,17	1,38	1,52	1,82	2,07	2,32		2,81	3,24	3,63	3,81	4,20	4,45	4,85	5,14	5,37	5,58	6,01	6,21	6,43	
38	191	377	847	1.569	3.331	4.951	9.430	18.799	28.640	57.892	100.244	160.299		346.365	629.330	998.943	1.257.787	1.818.310	2.438.106	3.280.630	4.398.867	5.495.784	6.677.466	8.358.312	9.912.775	11.694.832	38
	0,53	0,52	0,64	0,75	0,91	1,00	1,19	1,40	1,54	1,85	2,10	2,35		2,85	3,28	3,68	3,86	4,26	4,51	4,91	5,21	5,45	5,66	6,09	6,30	6,51	
39	195	382	858	1.590	3.375	5.015	9.554	19.034	29.014	58.649	101.552	162.394		350.893	637.557	1.012.002	1.274.229	1.842.080	2.469.978	3.323.516	4.454.345	5.567.627	6.764.757	8.467.575	10.042.393	11.847.713	39
	0,54	0,53	0,65	0,76	0,93	1,02	1,20	1,42	1,57	1,87	2,13	2,38		2,89	3,33	3,73	3,91	4,31	4,57	4,98	5,28	5,52	5,74	6,17	6,38	6,60	

[1]

4.2. Tabla cálculo de tuberías agua caliente a 90ºC según el diagrama de Moody y ecuaciones anexas para tuberías de acero DIN 2440 y 2448.

$H = 10^{-6} \times \lambda \times (l / d) \times (v^2 / 2 \times 9{,}8)$

H = Perdida de carga por metro de tubería (mm.c.a.)
d = Diametro interior real del tubo (mm)
v = Velocidad (m/s)

TABLA CALCULO TUBERIAS AGUA CALIENTE A 90 ºC SEGÓN EL DIAGRAMA DE MOODY Y ECUACIONES ANEXAS PARA TUBERIAS DE ACERO DIN 2440 Y 2448

ecuacion de Poiseuille	flujo laminar	R < 2.300	$\lambda = 64 / R$
ecuacion de Blasius	tub. Lisos	2300 < R < 100.000	$\lambda = 0{,}316 / R^{1/4}$
2ª ecuac de Kármán-Prandtl	tub. rugosas regimen turbulento		$\lambda = 1 / (1{,}14 - 2 \times \log (k / d))^2$
ecuación de Colebrook-White	zona de transición		$\lambda^{-1/2} = -2 \log[(k/d)/3{,}71 + 2{,}51/(R \times \lambda^{-1/2})]$
			k = rugosidad (mm) =
			R = nº de Reynolds = v x d / v
			v = viscosidad cinemática
		k considerado = 0,15 mm	1,308 x 10^{-6} m^2/s para agua a 10ºC
			0,326 x 10^{-6} m^2/s para agua a 90ºC

		DIN 2440												DIN 2448						
Ø	pulgadas	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"
nominal	mm	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500
Ø interior	mm	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	339,6	388,8	437,2	486
Perdida de carga en mm.c.a. / m		CAUDAL EN L/H VELOCIDAD EN M/S												CAUDAL EN L/H VELOCIDAD EN M/S						
3		54	105	238	440	935	1.415	2.656	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	0,19	0,18	0,21	0,26	0,29	0,33	0,39	0,44	0,52	0,58	0,66	0,60	0,62	1,03	1,08	1,14	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	0,28	0,30	0,33	0,38	0,46	0,51	0,60	0,70	0,78	0,82	1,08	1,19	1,26	1,38	1,48	1,59
5		71	138	311	577	1.228	1.826	3.425	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	0,18	0,24	0,28	0,34	0,37	0,43	0,52	0,57	0,67	0,78	0,87	1,03	1,18	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	1,78	1,96
7		85	168	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	0,53	0,61	0,68	0,81	0,93	1,03	1,22	1,41	1,58	1,66	1,84	1,94	2,11
8		91	177	399	741	1.553	2.348	4.406	8.790	13.400	27.150	47.040	75.350	158.900	288.500	458.200	577.000	834.500	1.118.000	1.505.000
		0,21	0,24	0,30	0,38	0,43	0,48	0,58	0,68	0,73	0,87	0,98	1,10	1,31	1,50	1,69	1,77	1,96	2,07	2,26
9		96	195	423	785	1.647	2.491	4.672	9.325	14.215	28.800	49.900	79.950	168.500	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	211	448	828	1.735	2.625	4.925	9.825	14.980	30.370	52.600	84.250	177.700	322.800	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	0,96	1,10	1,23	1,46	1,68	1,88	1,98	2,18	2,31	2,52
11		108	219	474	882	1.850	2.754	5.168	10.300	15.725	31.800	55.200	88.300	186.300	338.500	537.300	676.000	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	2,28	2,43	2,64
12		113	219	496	921	1.933	2.876	5.397	10.767	16.426	33.264	57.658	92.305	194.640	353.650	561.350	706.815	1.021.863	1.370.997	1.843.550
		0,26	0,30	0,38	0,44	0,53	0,59	0,68	0,80	0,89	1,06	1,21	1,35	1,60	1,84	2,07	2,17	2,39	2,54	2,76
13		118	228	516	958	2.012	2.994	5.617	11.207	17.097	34.622	60.012	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	2,16	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	99.706	210.235	381.985	606.335	763.448	1.103.672	1.479.874	1.991.267
		0,28	0,33	0,41	0,48	0,57	0,63	0,73	0,87	0,96	1,14	1,30	1,46	1,73	1,98	2,24	2,34	2,58	2,75	2,98
15		126	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	1.142.484	1.531.815	2.061.157
		0,29	0,34	0,42	0,49	0,59	0,65	0,76	0,90	0,99	1,18	1,35	1,51	1,79	2,04	2,31	2,50	2,67	2,83	3,09
16		132	256	572	1.064	2.232	3.321	6.231	12.433	18.967	38.413	66.578	106.584	224.759	408.363	648.200	841.278	1.179.875	1.582.052	2.128.754
		0,30	0,36	0,43	0,51	0,61	0,67	0,78	0,93	1,03	1,23	1,39	1,56	1,85	2,13	2,39	2,58	2,76	2,93	3,19
17		136	264	590	1.096	2.301	3.424	6.423	12.816	19.551	39.592	68.627	109.865	231.668	420.931	668.149	867.176	1.216.187	1.630.742	2.194.268
		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	3,28
18		140	272	607	1.128	2.368	3.523	6.609	13.187	20.118	40.740	70.610	113.050	238.395	433.135	687.320	892.316	1.251.441	1.678.030	2.257.884
		0,32	0,38	0,46	0,54	0,65	0,71	0,83	0,99	1,08	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	41.858	72.551	116.147	244.915	445.000	706.359	916.762	1.285.739	1.724.031	2.319.756
		0,33	0,39	0,47	0,55	0,67	0,73	0,85	1,01	1,12	1,33	1,52	1,70	2,02	2,32	2,60	2,81	3,01	3,18	3,47
20		147	287	640	1.189	2.496	3.713	6.967	13.901	21.206	42.943	74.436	119.168	258.165	456.564	724.710	940.578	1.319.141	1.768.786	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	2,08	2,38	2,67	2,88	3,09	3,27	3,58
21		151	294	655	1.218	2.557	3.805	7.138	14.244	21.730	44.004	76.274	122.108	264.540	467.916	742.600	963.865	1.351.717	1.812.464	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	2,13	2,44	2,74	2,96	3,18	3,36	3,68
22		155	301	671	1.247	2.618	3.964	7.307	14.578	22.241	45.039	78.049	124.981	270.768	492.731	760.082	986.486	1.383.526	1.853.937	2.496.165
		0,35	0,42	0,52	0,60	0,72	0,80	0,93	1,09	1,20	1,44	1,63	1,83	2,23	2,52	2,80	3,03	3,26	3,46	3,76
23		159	307	686	1.275	2.676	4.053	7.471	14.907	22.741	46.052	79.824	127.796	276.851	503.805	777.164	1.008.657	1.414.621	1.935.000	2.552.286
		0,36	0,43	0,53	0,61	0,73	0,82	0,94	1,11	1,23	1,47	1,67	1,87	2,28	2,63	2,87	3,09	3,35	3,56	3,82
24		162	314	711	1.303	2.734	4.140	7.632	15.227	23.230	47.042	81.541	130.538	282.808	514.641	793.880	1.030.351	1.445.000	1.977.000	2.607.186
		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	3,42	3,66	3,90
25		167	325	725	1.329	2.790	4.225	7.938	15.541	23.709	48.012	83.223	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	1,16	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	24.175	48.983	84.870	135.905	294.353	535.853	826.296	1.072.423	1.515.000	2.058.000	2.713.638
		0,38	0,46	0,56	0,65	0,79	0,87	1,02	1,18	1,31	1,56	1,78	1,99	2,43	2,79	3,05	3,28	3,54	3,81	4,06
27		173	337	754	1.403	2.900	4.391	8.249	16.151	24.639	49.896	86.481	138.457	299.961	545.854	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	1,59	1,81	2,03	2,47	2,85	3,10	3,35	3,61	3,88	4,14
28		176	343	768	1.429	2.953	4.472	8.400	16.448	25.091	50.811	88.078	140.998	305.485	555.875	857.489	1.112.906	1.572.000	2.135.000	2.816.077
		0,40	0,47	0,58	0,68	0,81	0,91	1,06	1,23	1,35	1,62	1,84	2,06	2,51	2,90	3,16	3,41	3,68	3,95	4,22
29		180	350	783	1.454	3.005	4.551	8.549	16.739	26.085	51.711	89.635	143.493	310.872	565.715	872.866	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	1,26	1,41	1,65	1,88	2,10	2,56	2,95	3,22	3,47	3,74	4,02	4,29
30		183	356	795	1.478	3.057	4.629	8.695	17.025	26.531	52.595	91.192	145.948	316.166	575.355	887.584	1.151.568	1.628.000	2.210.000	2.914.918
		0,41	0,49	0,60	0,71	0,84	0,94	1,09	1,28	1,44	1,68	1,91	2,14	2,60	3,00	3,27	3,53	3,81	4,09	4,36
31		186	361	808	1.503	3.109	4.709	8.836	17.306	26.969	53.479	92.679	148.258	321.413	584.861	902.256	1.171.010	1.655.000	2.247.000	2.963.100
		0,42	0,50	0,61	0,72	0,85	0,95	1,11	1,29	1,46	1,71	1,94	2,17	2,64	3,05	3,33	3,58	3,87	4,16	4,44
32		189	367	821	1.527	3.157	4.782	8.980	17.583	27.401	54.319	94.152	150.732	326.556	594.254	916.803	1.189.408	1.681.000	2.283.300	3.010.513
		0,43	0,51	0,62	0,73	0,87	0,97	1,13	1,31	1,48	1,73	1,97	2,21	2,68	3,10	3,38	3,63	3,93	4,23	4,51
33		192	373	833	1.551	3.206	4.854	9.126	18.224	27.825	55.162	95.613	153.076	331.619	603.470	930.906	1.199.194	1.707.467	2.319.045	3.057.196
		0,43	0,52	0,63	0,74	0,88	0,98	1,15	1,33	1,51	1,76	2,00	2,24	2,73	3,15	3,43	3,68	3,99	4,29	4,58
34		194	378	846	1.574	3.254	4.927	9.257	18.498	28.244	55.991	97.053	155.372	336.908	608.000	941.806	1.217.303	1.732.949	2.354.018	3.103.165
		0,44	0,52	0,64	0,75	0,89	1,00	1,17	1,36	1,53	1,79	2,03	2,28	2,77	3,17	3,48	3,73	4,04	4,36	4,66
35		197	384	858	1.597	3.302	4.999	9.392	18.768	28.658	56.809	98.479	157.648	341.526	617.400	958.701	1.235.467	1.758.559	2.387.891	3.148.468
		0,45	0,53	0,65	0,76	0,91	1,01	1,18	1,40	1,55	1,81	2,06	2,31	2,81	3,22	3,54	3,79	4,11	4,42	4,73
36		200	389	871	1.620	3.348	5.070	9.525	19.034	29.063	57.614	99.887	159.876	346.365	626.154	972.300	1.253.000	1.782.813	2.421.000	3.193.131
		0,45	0,54	0,66	0,77	0,92	1,03	1,20	1,42	1,57	1,84	2,09	2,34	2,85	3,27	3,59	3,84	4,17	4,48	4,79
37		203	395	883	1.642	3.395	5.140	9.657	19.297	29.464	58.409	101.244	162.082	351.142	634.800	985.712	1.270.000	1.806.000	2.454.712	3.237.176
		0,46	0,55	0,67	0,78	0,93	1,04	1,22	1,44	1,60	1,86	2,12	2,37	2,89	3,31	3,63	3,89	4,23	4,54	4,85
38		206	400	894	1.664	3.440	5.209	9.786	19.554	29.858	59.193	102.603	164.257	355.804	643.200	998.943	1.286.497	1.832.313	2.488.000	3.280.630
		0,47	0,55	0,68	0,80	0,94	1,06	1,23	1,46	1,62	1,89	2,15	2,41	2,93	3,35	3,68	3,95	4,29	4,60	4,91
39		208	405	906	1.686	3.485	5.277	9.914	19.812	30.248	59.967	103.945	166.405	360.508	651.900	1.012.000	1.304.000	1.856.000	2.523.000	3.323.516
		0,47	0,56	0,69	0,81	0,96	1,07	1,25	1,48	1,64	1,91	2,18	2,44	2,97	3,40	3,73	4,00	4,34	4,66	4,98

[1].

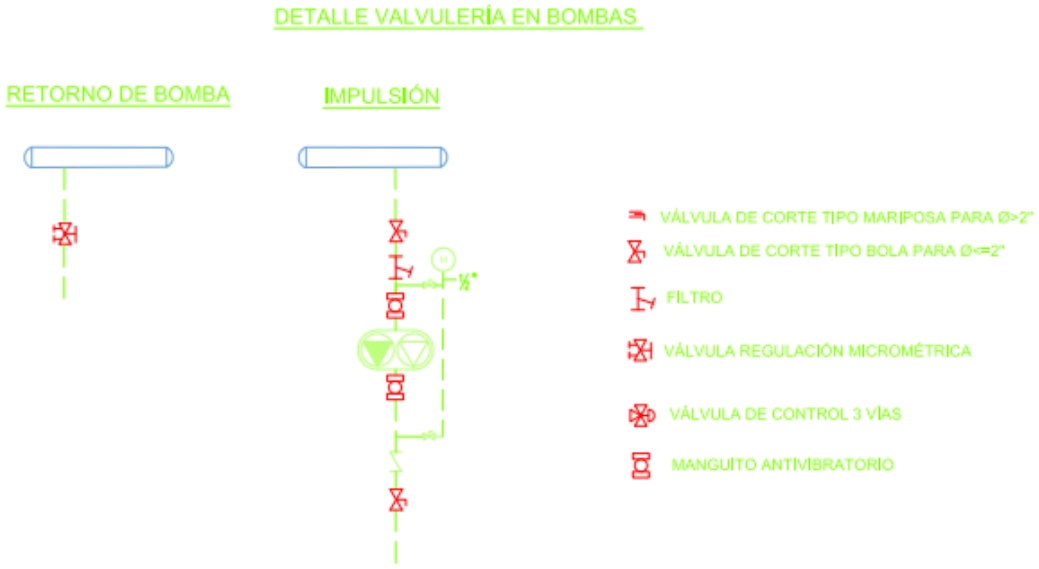
4.3. Tabla accesorio para tuberías:

Accesorios/Válvulas	Longitud equivalente (m)														
Ø pulgadas	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 mm	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Codo a 45º				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 90º				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 90º 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
Válv MARIPOSA							1,8	2,1	3	3,6	3,6	3	3,6	5,7	6,4
Válv COMPUERTA		0,18	0,21	0,27	0,3	0,46	0,7	0,85	0,98	1,2	1,8	2,1	2,7	3,6	3,9
Válv RETENCION de clapeta oscilante				1,5	2,1	2,7	3,3	4,2	4,8	6,6	8,3	10,4	13,5	16,5	19,5
Válv RETENCION de asiento							12,1	18,9	19,7	25,4	30,5	35,9	47,3	61,9	
Válv BOLA		0,18	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	15,4	19	36	50	64

[1]

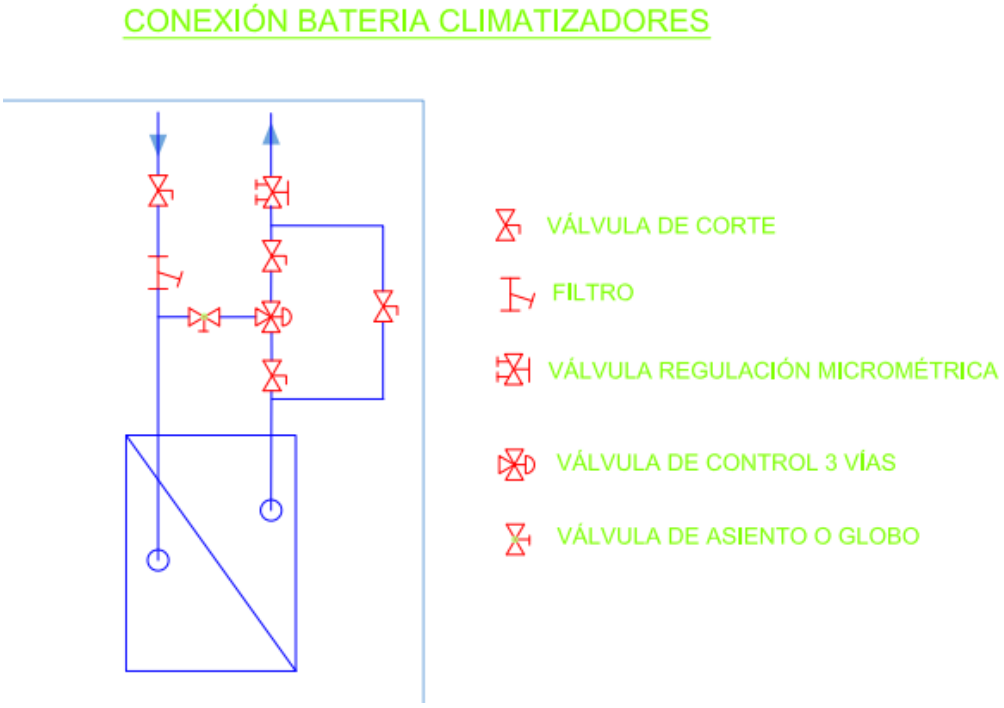
4.4. Esquemas valvulería.

4.4.1. Valvulería en bombas.



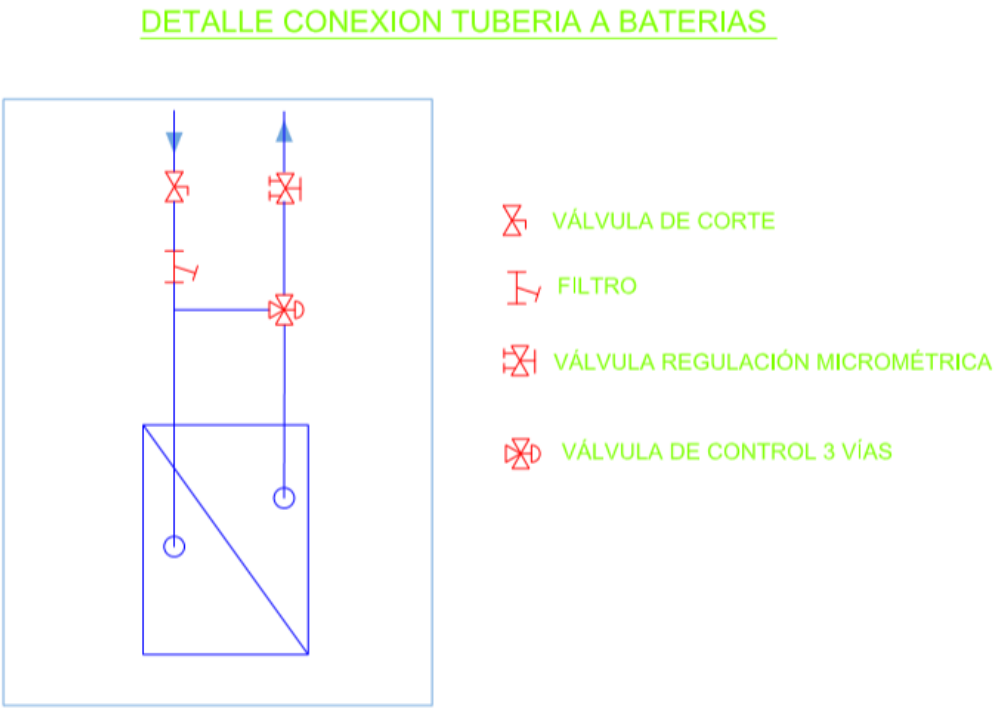
[1].

4.4.2. Valvulería en climatizadores.



[1].

4.4.3. Valvulería en baterías.



[1].

4.5. Excells cálculo de tuberías.

4.5.1. Camino crítico circuito 1 tuberías agua caliente.

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			
1-2	119,4	1/2"	4	0,17	3,3	1				1		1																13,20	13,20
2-3	322,4	1/2"	25	0,45	3,0					1																		75,00	88,20
3-4	662,9	3/4"	21	0,50	21,5					1																		451,50	539,70
4-5	1.307,5	1"	25	0,64	2,5					1																		62,50	602,20
5-6	1.812,0	1"1/4	11	0,51	13,0					1		1																143,00	745,20
6-7	2.612,0	1"1/4	22	0,72	19,0					1																		418,00	1.163,20
7-8	5.064,9	2"	11	0,65	20,0					1		1																220,00	1.383,20
8-9	7.658,2	2"	15	0,76	5,0					1		1																75,00	1.458,20
9-10	7.801,4	2"	25	1,00	6,5					1																		162,50	1.620,70
10-11	7.994,5	2"	26	1,02	8,0					1																		208,00	1.828,70
11-12	8.209,6	2"	27	1,04	4,0	1				1																		108,00	1.936,70
12-13	11.400,6	2"1/2	14	0,87	102,3	13				1																		1.431,50	3.368,20
MPULSIÓN MAS RETORN																													6.736,40
	Válv. Bat. Cl.	1/2"	5												3	0,18			1	1,5					1	0,18		11,10	6.747,50
	Válv. Bomba	2"1/2	20												2	0,85			1	9			1	0,85	1	18,9		609,00	7.356,50

Subtotal		7.356,50
bateria (mm.c.a.)		2.500,00
valv control		2.500,00
	total	12.356,50
	% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)		13,59

4.5.2.Camino crítico circuito 1 tuberías agua fría.

TRAMO	Q (l / h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90º		codos 45º		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			
1-2	1483,8	1"	34	0,71	3,3	1	1,5			1	3	1		4,5															265,20	265,20
2-3	4703,2	1"1/2	35	0,96	3,0					1	3,6																		231,00	496,20
3-4	13460,4	2"1/2	21	1,02	21,5					1	3,6																		527,10	1.023,30
4-5	35.943,2	4"	16	1,17	2,5					1	6																		136,00	1.159,30
5-6	46.113,8	4"	25	1,50	13,0					1	6	1																	475,00	1.634,30
6-7	62.560,0	5"	15	1,32	19,0					1	7,5																		397,50	2.031,80
7-8	84.636,8	5"	28	1,80	20,0					1	7,5	1																	770,00	2.801,80
8-9	134.000,4	6"	27	1,98	5,0					1	9	1																	378,00	3.179,80
9-10	135.576,4	8"	7	1,19	6,5					1	10,5																		119,00	3.298,80
10-11	136.454,4	8"	7	1,19	8,0					1	10,5																		129,50	3.428,30
11-12	138.227,6	8"	7	1,19	4,0	1	5,4			1	10,5																		139,30	3.567,60
12-13	189.813,0	8"	13	1,63	102,3	13	5,4			1	10,5																		2.378,35	5.945,95
MPULSIÓN MAS RETORN																														11.891,90
	Válv. Bat. Cl.	2"	16												3	0,7			1	3,2					1	12,1		278,40	12.170,30
	Vál. Bomba	8"	13														2	3,6	1	36			1	2,7	1	47,3		1.211,60	13.381,90

Subtotal		13.381,90
bateria (mm.c.a.)		2.500,00
valv control		2.500,00
	total	18.381,90
	% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)		20,22

4.5.3.Camino crítico circuito 2 tuberías agua caliente.

TRAMO	Q (l / h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90º		codos 45º		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			
1-2	135,8	1/2"	5	0,19	5,2	1	1,2			1	2,4			3,6															44,00	44,00
2-3	280,1	1/2"	20	0,4	3,2					1	3																		124,00	168,00
3-4	568,7	3/4"	16	0,43	3,2					1	3,6																		108,80	276,80
4-5	758,5	3/4"	28	0,58	3,2					1	3,6																		190,40	467,20
5-6	965,9	1"	14	0,48	3,2					1	4,5																		107,80	575,00
6-7	1145,9	1"	19	0,55	3,2					1	6																		174,80	749,80
7-8	1414,7	1"	28	0,68	6					1	6																		336,00	1.085,80
8-9	1887,2	1"1/4	12	0,53	8,8					1	6																		177,60	1.263,40
9-10	2007,2	1"1/4	13	0,55	7,7	1	3			1	6																		217,10	1.480,50
10-11	2185,9	1"1/4	16	0,61	12	2	3			1	6																		384,00	1.864,50
11-12	2302,2	1"1/4	18	0,65	7,2					1	6																		237,60	2.102,10
12-13	2384,4	1"1/4	19	0,67	6,7					1	6																		241,30	2.343,40
13-14	3426,8	1"1/2	18	0,71	3					1	7,5																		189,00	2.532,40
14-15	3545,9	1"1/2	19	0,73	2					1	7,5																		180,50	2.712,90
15-16	6027,4	2"	15	0,76	14,3	1	4,2			1	9																		412,50	3.125,40
MPUSIÓN MÁS RETORN																														6.250,80
	Válv. Bat. Cl.	1/2"	3												3	0,18			1	1,5					1	0,18		6,66	6.257,46
	Vál. Bomba	2"	22												2	0,7			1	3,2			1	0,7	1	12,1		382,80	6.640,26

Subtotal		6.640,26
bateria (mm.c.a.)		2.500,00
valv control		2.500,00
	total	11.640,26
	% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)		12,80

4.5.4.Camino crítico circuito 2 tuberías agua fría.

TRAMO	Q (l / h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90º		codos 45º		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			
1-2	3670,2	1"1/2	22	0,76	5,2	1	1,2			1	2,4			3,6														193,60	193,60
2-3	6595,8	2"	20	0,85	3,2					1	3																	124,00	317,60
3-4	11476,6	2"1/2	15	0,87	3,2					1	3,6																	102,00	419,60
4-5	14183,6	2"1/2	23	1,07	3,2					1	3,6																	156,40	576,00
5-6	22496,8	3"	24	1,23	3,2					1	4,5																	184,80	760,80
6-7	30808,4	4"	12	1,02	3,2					1	6																	110,40	871,20
7-8	35682,6	4"	16	1,17	6					1	6																	192,00	1.063,20
8-9	40653,6	4"	19	1,31	8,8					1	6																	281,20	1.344,40
9-10	44113,0	4"	23	1,44	7,7	1	3			1	6																	384,10	1.728,50
10-11	47505,2	4"	26	1,53	12	2	3			1	6																	624,00	2.352,50
11-12	48519,6	4"	27	1,56	7,2					1	6																	356,40	2.708,90
12-13	49298,0	4"	28	1,59	6,7					1	6																	355,60	3.064,50
13-14	59638,2	5"	14	1,27	3					1	7,5																	147,00	3.211,50
14-15	60726,8	5"	14	1,27	2					1	7,5																	133,00	3.344,50
15-16	95644,4	6"	14	1,42	14,3	1	4,2			1	9																	385,00	3.729,50
IMPUSIÓN MÁS RETORN																													7.459,00
	Válv. Bat. Cl.	1"1/2	22												3	0,46			1	2,6					1	0,18		91,52	7.550,52
	Vál. Bomba	6"	14														2	3	1	19			1	2,1	1	35,9		882,00	8.432,52

Subtotal	8.432,52
bateria (mm.c.a.)	2.500,00
valv control	2.500,00
total	13.432,52
% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	14,78

4.5.5.Camino crítico circuito 3 tuberías agua caliente.

TRAMO	Q (l / h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90º		codos 45º		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			
1-2	150,1	1/2"	6	0,21	13,5	1				1																		81,00	81,00
2-3	504,6	3/4"	13	0,39	9,5					1	1,8																	146,90	227,90
3-4	721,3	3/4"	25	0,55	6					1	1,8																	195,00	422,90
4-5	1056,0	1"	16	0,51	16	1	1,2			1	2,4																	313,60	736,50
5-6	1178,5	1"	20	0,57	7,5					1	2,4																	198,00	934,50
6-7	1297,5	1"	24	0,62	7,5					1	3																	252,00	1.186,50
7-8	1425,9	1"	28	0,68	25	1	1,5			1	3																	826,00	2.012,50
8-9	1658,4	1"1/4	10	0,48	13					1	3																	160,00	2.172,50
9-10	1799,4	1"1/4	11	0,51	52,2	1	1,5			1	3																	623,70	2.796,20
10-11	2663,3	1"1/4	23	0,73	8,8	2	1,8			1	3,6																	368,00	3.164,20
11-12	2852,7	1"1/4	27	0,8	4					1	3,6																	205,20	3.369,40
12-13	2973,7	1"1/4	29	0,82	8					1	3,6																	336,40	3.705,80
13-14	5848,3	2"	15	0,76	4	5	3,6			1	3,6																	384,00	4.089,80
IMPULSIÓN MÁS RETORNO																													8.179,60
	Válv. Bat. Fancoil	1/2"	3												1	0,18			1	1,5					1	0,18		5,58	8.185,18
	Vál. Bomba	2"	5												2	0,7			1	3,2			1	0,7	1	12,1		87,00	8.272,18

Subtotal	8.272,18
bateria (mm.c.a.)	2.500,00
valv control	2.500,00
total	13.272,18
% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	14,60

4.5.6.Camino crítico circuito 3 tuberías agua fría.

TRAMO	Q (l / h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90º		codos 45º		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			
1-2	306,8	1/2"	27	0,43	13,5	1				1																		364,50	364,50
2-3	1493,2	1"1/4	9	0,43	9,5					1	1,8																	101,70	466,20
3-4	2297,4	1"1/4	19	0,64	6					1	1,8																	148,20	614,40
4-5	3456,2	1"1/2	20	0,72	16	1	1,2			1	2,4																	392,00	1.006,40
5-6	4005,2	1"1/2	25	0,81	7,5					1	2,4																	247,50	1.253,90
6-7	4501,2	2"	10	0,59	7,5					1	3																	105,00	1.358,90
7-8	4916,8	2"	12	0,64	25	1	1,5			1	3																	354,00	1.712,90
8-9	6097,0	2"	17	0,78	13					1	3																	272,00	1.984,90
9-10	6606,6	2"	20	0,85	52,2	1	1,5			1	3																	1.134,00	3.118,90
10-11	10436,6	2"1/2	13	0,81	8,8	2	1,8			1	3,6																	208,00	3.326,90
11-12	12266,0	2"1/2	17	0,92	4					1	3,6																	129,20	3.456,10
12-13	12916,4	2"1/2	19	0,97	8					1	3,6																	220,40	3.676,50
13-14	70587,6	5"	19	1,48	4	5	3,6			1	3,6																	486,40	4.162,90
IMPULSIÓN MÁS RETORNO																													8.325,80
	Válv. Bat. Fancoil	1/2"	27												1	0,18			1	1,5					1	0,18		50,22	8.376,02
	Vál. Bomba	5"	19														2	3,6	1	15,4			1	1,8	1	30,5		1.043,10	9.419,12

Subtotal	9.419,12
bateria (mm.c.a.)	2.500,00
valv control	2.500,00
total	14.419,12
% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	15,86

4.5.7.Camino crítico circuito 4 tuberías agua caliente.

TRAMO	Q (l / h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90º		codos 45º		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			
1-2	87,6	1/2"	3	0,15	5,9	1				1																		17,70	17,70
2-3	156,2	1/2"	7	0,23	3,5					1																		24,50	42,20
3-4	224,8	1/2"	13	0,32	3,5					1	1,5																	65,00	107,20
4-5	293,4	1/2"	21	0,41	9,5					1	1,5																	231,00	338,20
5-6	405,4	3/4"	9	0,32	3,7					1	1,8																	49,50	387,70
6-7	534,0	3/4"	14	0,41	5,9					1	2,4																	116,20	503,90
7-8	615,1	3/4"	19	0,47	3,5					1	3																	123,50	627,40
8-9	696,2	3/4"	24	0,54	3,5					1	3																	156,00	783,40
9-10	777,3	3/4"	29	0,59	3,5					1	3																	188,50	971,90
10-11	858,4	1"	11	0,42	3,5					1	3																	71,50	1.043,40
11-12	939,5	1"	13	0,46	3,5					1	3																	84,50	1.127,90
12-13	1020,6	1"	15	0,49	3,5					1	3																	97,50	1.225,40
13-14	1101,7	1"	18	0,54	3,5					1	3,6																	127,80	1.353,20
14-15	1182,8	1"	20	0,57	3,5					1	3,6																	142,00	1.495,20
15-16	1263,9	1"	23	0,61	3,5					1	3,6																	163,30	1.658,50
16-17	1345,0	1"	26	0,65	3,5					1	3,6																	184,60	1.843,10
17-18	1426,1	1"	28	0,68	3,5					1	3,6																	198,80	2.041,90
18-19	1471,6	1"	30	0,71	13					1	3,6																	498,00	2.539,90
19-20	2173,0	1"1/4	16	0,61	5,3					1	3,6																	142,40	2.682,30
20-21	2281,2	1"1/4	17	0,63	7					1	3,6																	180,20	2.862,50
21-22	2584,4	1"1/4	22	0,72	7					1	4,5																	253,00	3.115,50
22-23	2658,0	1"1/4	23	0,73	8,6					1	4,5																	301,30	3.416,80
23-24	3001,1	1"1/4	29	0,82	3,6					1	6																	278,40	3.695,20
24-25	3296,7	1"1/2	16	0,67	6					1	6																	192,00	3.887,20
25-26	3772,1	1"1/2	21	0,77	33,3	5	3			1	6																	1.140,30	5.027,50
IMPULSIÓN MÁS RETORNO																													10.055,00
Válv. Bat. Fancoil		1/2"	3												1	0,18			1	1,5					1	0,18		5,58	10.060,58
Vál. Bomba		1"1/2	21												2	0,46			1	2,6			1	0,46	1	12,1		337,68	10.398,26

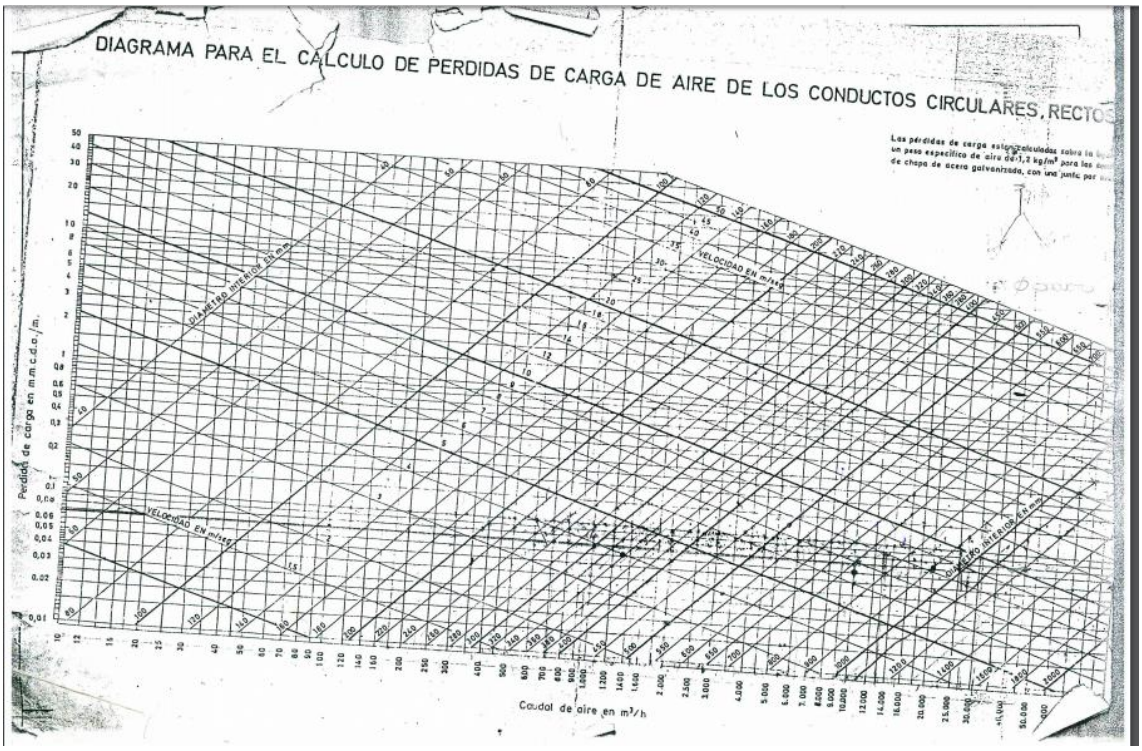
Subtotal	10.398,26
bateria (mm.c.a.)	2.500,00
valv control	2.500,00
total	15.398,26
% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	16,94

4.5.8.Camino crítico circuito 4 tuberías agua fría.

TRAMO	Q (l / h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45º		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			
1-2	253,4	1/2"	19	0,36	5,9	1				1																		112,10	112,10
2-3	491,4	3/4'	14	0,38	3,5					1																		49,00	161,10
3-4	729,4	1"	10	0,37	3,5					1	1,5																	50,00	211,10
4-5	967,4	1"	16	0,47	9,5					1	1,5																	176,00	387,10
5-6	2226,2	1"1/4	19	0,64	3,7					1	1,8																	104,50	491,60
6-7	3740,6	1"1/2	22	0,76	5,9					1	2,4																	182,60	674,20
7-8	4436,2	2"	10	0,59	3,5					1	3																	65,00	739,20
8-9	5131,8	2"	13	0,67	3,5					1	3																	84,50	823,70
9-10	5827,4	2"	16	0,76	3,5					1	3																	104,00	927,70
10-11	6523,0	2"	19	0,82	3,5					1	3																	123,50	1.051,20
11-12	7218,6	2"	24	0,93	3,5					1	3																	156,00	1.207,20
12-13	7914,2	2"	28	1	3,5					1	3																	182,00	1.389,20
13-14	8609,8	2"1/2	9	0,66	3,5					1	3,6																	63,90	1.453,10
14-15	9305,4	2"1/2	11	0,73	3,5					1	3,6																	78,10	1.531,20
15-16	10001,0	2"1/2	12	0,77	3,5					1	3,6																	85,20	1.616,40
16-17	10696,6	2"1/2	13	0,81	3,5					1	3,6																	92,30	1.708,70
17-18	11392,2	2"1/2	15	0,87	3,5					1	3,6																	106,50	1.815,20
18-19	11740,0	2"1/2	16	0,89	13					1	3,6																	265,60	2.080,80
19-20	15927,8	2"1/2	28	1,21	5,3					1	3,6																	249,20	2.330,00
20-21	16603,4	2"1/2	30	0,25	7					1	3,6																	318,00	2.648,00
21-22	19754,4	3"	19	1,1	7					1	4,5																	218,50	2.866,50
22-23	20430,0	3"	20	1,13	8,6					1	4,5																	262,00	3.128,50
23-24	37478,0	4"	17	1,21	3,6					1	6																	163,20	3.291,70
24-25	39751,6	4"	19	1,31	6					1	6																	228,00	3.519,70
25-26	42091,2	4"	21	1,37	33,3	5	3			1	6																	1.140,30	4.660,00
IMPULSIÓN MÁS RETORNO																													9.320,00
	Válv. Bat. F	1/2"	19												1	0,18			1	1,5					1	0,18		35,34	9.355,34
	Vál. Bomb	4"	21														2	3,6	1	15			1	1,2	1	25,4		1.024,80	10.380,14

Subtotal	10.380,14
bateria (mm.c.a.)	2.500,00
valv control	2.500,00
total	15.380,14
% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	16,92

5. Anexos diseño red de conductos.



[1].

5.1. Accesorios de conductos.

LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE ACCESORIOS PARA REDES DE CONDUCTOS

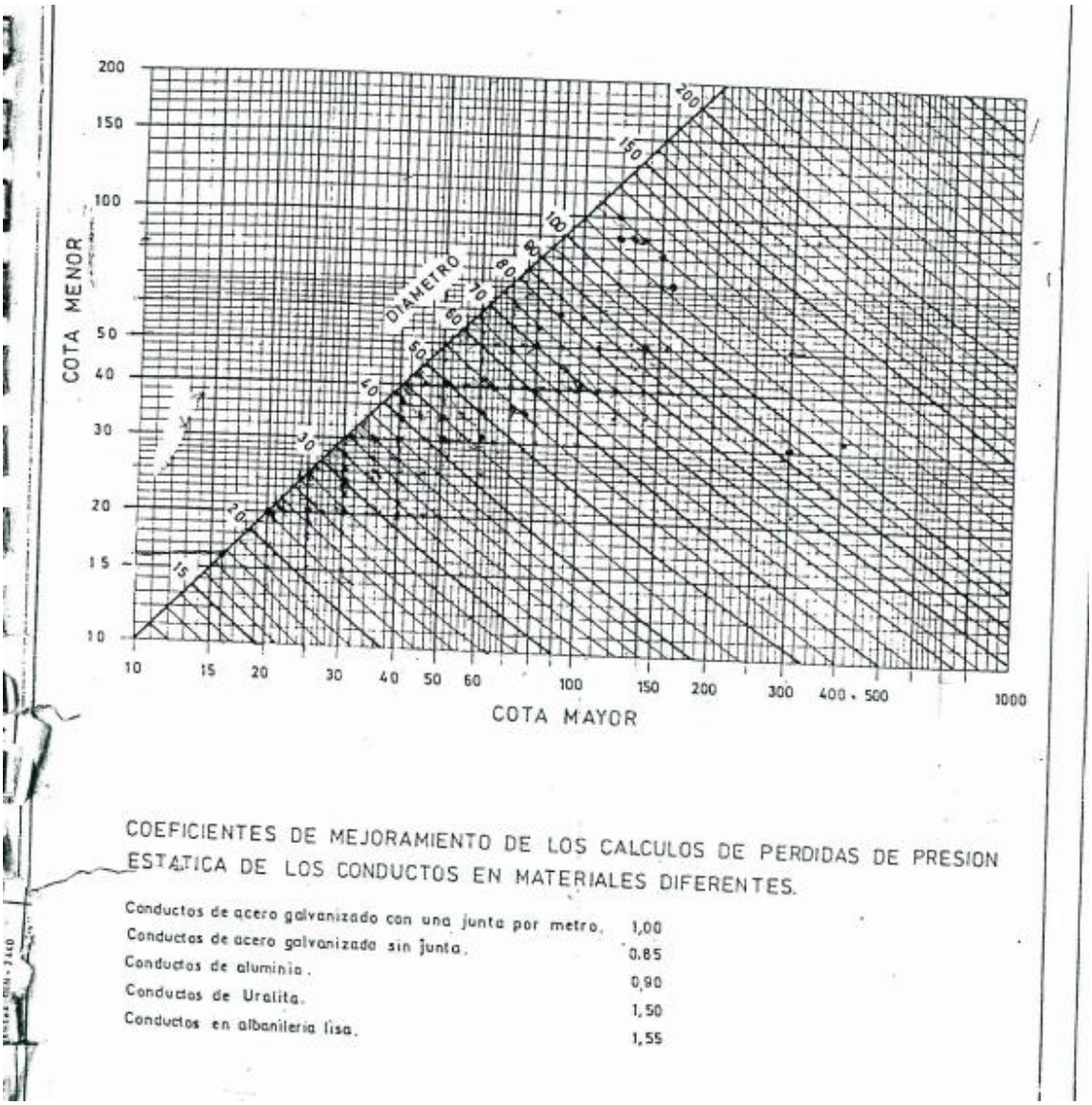
n=	0,326	0,53
v (m/s)	REDUCCIÓN	DERIVACIÓN
1	0,20	0,33
1,5	0,46	0,75
2	0,82	1,33
2,5	1,27	2,07
3	1,83	2,98
3,5	2,50	4,06
4	3,26	5,30
4,5	4,13	6,71
5	5,09	8,28
5,5	6,16	10,02
6	7,34	11,93
6,5	8,61	14,00
7	9,98	16,23
7,5	11,46	18,63
8	13,04	21,20
8,5	14,72	23,93
9	16,50	26,83
9,5	18,39	29,90
10	20,38	33,13
10,5	22,46	36,52
11	24,65	40,08
11,5	26,95	43,81
12	29,34	47,70
12,5	31,84	51,76
13	34,43	55,98
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	79,58
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) / ancho (mm)	1200	900	750	600	500	400	300	250	200	150
2400	9,22	7,38	6,51	5,65	4,67					
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	2,08	
900		5,6	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

[1]

5.2. Tabla equivalencia conductos circulares y rectangulares.



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 Uralita.	1,50
Conductos en albanileria lisa.	1,55

[1]

5.3. Ejemplo camino crítico conductos.

5.3.1.Conductos de impusión.

Conductos de impulsión. Planta sótano:A7										
Tramo	**Q**	**Ø eq.**	**a x b**	**Long.**	**Tipo Acces**	**L. eq.**	**nº acces,**	**L. Total**	**mm.c.a/ml**	**Total**
1-2	509,3	200	250x150	2,3	Codo	1,19	1	3,49	0,09	0,3141
2-3	1018,6	280	350x200	2,3	Reducc.+derv	12,31	1	14,61	0,09	1,3149
3-4	1527,9	340	500x200	2,3	Reducc.+derv	13,37	1	15,67	0,09	1,4103
4-5	2037,2	360	500x250	2,3	lucc.+derv.+c	19,43	1	21,73	0,09	1,9557
5-6	2546,5	380	600x200	3,5	Reducc.+derv	19,27	1	22,77	0,09	2,0493
6-7	4583,7	470	650x300	3	Reducc.+derv	22,61	1	25,61	0,09	2,3049
7-8	6620,9	550	700x350	3	Reducc.+derv	26,21	1	29,21	0,09	2,6289
8-9	8658,1	650	700x550	3	Reducc.+derv	30,09	1	33,09	0,09	2,9781
9-10	10695,3	720	1100x400	33	Reducc.+derv	43,99	1	76,99	0,09	6,9291
								Subtotal		21,8853
								Pérdida en difusión		3,1
								Coef. Seg. %		10%
								TOTAL		27,48

5.3.2.Conductos de retorno.

Conductos de retorno. Planta sótano:A7										
Tramo	**Q**	**Ø eq.**	**a x b**	**Long.**	**Tipo Acces**	**L. eq.**	**nº acces,**	**L. Total**	**mm.c.a/ml**	**Total**
1-2	471	210	250x150	6,3	codo	1,19	1	7,49	0,09	0,6741
2-3	942	280	250x250	5	reducc.+derv	10,84	1	15,84	0,09	1,4256
3-4	1413	320	350x250	3,7	reducc.+derv	10,84	1	14,54	0,09	1,3086
4-5	1884	360	350x300	4	ucc.+derv+co	15,42	1	19,42	0,09	1,7478
5-6	2355	380	400x300	6	reducc.+derv	16,18	1	22,18	0,09	1,9962
6-7	2826	420	500x300	4	ucc.+derv+co	24,38	1	28,38	0,09	2,5542
7-8	3297	440	400x400	2,5	reducc.+derv	19,27	1	21,77	0,09	1,9593
8-9	3768	460	450x400	6	reducc.+derv	19,27	1	25,27	0,09	2,2743
9-10	4239	480	500x400	2	reducc.+derv	22,61	1	24,61	0,09	2,2149
10-11	4710	500	450x450	29,3	reducc.+derv	22,61	1	51,91	0,09	4,6719
								Subtotal		20,8269
								Pérdida en difusión		0,8
								Coef. Seg. %		10%
								TOTAL		23,79

6. Tabla elección difusores TROX.

Datos técnicos						
Tamaño	L_{WA}	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_{WA} en dB(A): Nivel de potencia sonora
Q en m³/h: Caudal de aire
Δp en Pa: Pérdida de carga

[2]

7. Tabla elección rejillas TROX.

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

Datos técnicos con regulación abierta y lama a 0º

Caudal m³/h	H	L																				
	525														525		625		825		1.025	1.225
	425											425		525		625		825		1.025	1.225	
	325								325		425	525		625		825	1.025		1.225			
	225				225		325	425		525	625		825		1.025	1.225						
	165		225		325	425	525	625		825	1.025		1.225									
	125	225		325	425	525	625	825		1.025	1.225											
100	Δp	2																				
	dB(A)	<15																				
200	Δp	9	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								

[2].

8. Características caldera.

Tabla de características

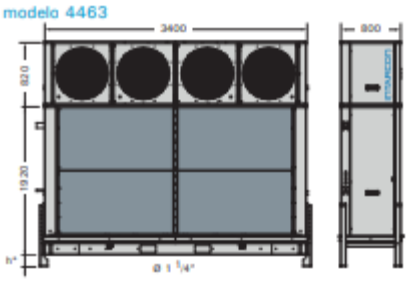
MODELOS	VARFREE	VARBLOK ECO	CONDENSINOX	VARMAX / VARMAX TWIN
TECNOLOGÍA	Condensación		Condensación	
TIPO	Mural	De pie	De pie	
COMBUSTIBLE	Gas Natural y Propano		Gas Natural y Propano (hasta 320 kW)	
COMPATIBLE CHIMENEA DE POLIPROPILENO	Si		Si	
PRESIÓN DE SERVICIO	4 bar	10 bar	4 bar	6 bar
CONFIGURACIÓN HIDRAÚLICA DE LA INSTALACIÓN	2 tomas (impulsión y retorno)		2/3 tomas (1 retorno a alta y 1 retorno a baja temperatura)	2/3 y 4 tomas (1 retorno a alta y a baja temperatura y opción de condensador independiente)
RANGO MODULACIÓN	20-100%		20-100%	
CAUDAL MÍNIMO NECESARIO	P/20 (sin bomba)	P/20	Sin restricción	
RANGO DE POTENCIA	44-133 kW	100-750 kW	44-100 kW	127-956 kW

[5].

9. Características equipos frigoríficos.

400 V-III-50 Hz | R449A / R404A | Enfriamiento rápido y ultracongelación / *Surgélation*

Refrigerante / Réfrigérant	Aplicación / Application	Serie / Modelo / Série / Modèle	Potencia frigorífica según temperatura de cámara / Puissance frigorifique selon température de chambre froide (W) (1)				Batería / Batterie			Ventiladores / Ventilateurs				Desescarche eléctrico / Dégivrage électrique		Conexión frigorífica Líq-Gas / Connex. frigorifique Liq-Gaz	Peso / Poids (kg)
			SC2 0 °C 85 % HR DT1 = 8 K	SC3 -18 °C 95 % HR DT1 = 7 K	SC4 -25 °C 95 % HR DT1 = 6 K	SC5 -34 °C 95 % HR DT1 = 6 K	Paso de aleta / Pass d'ailette (mm)	Surp. / Surf. (m²)	Vol. (litros)	Caudal / Débit d'air (m³/h)	Nx Ø (mm)	Potencia / Puissance (W)	I máx. / I max. (A)	W	A		
R449A	Ultracongelación / Surgélation	UKV-NG-3 156	19 930	13 040	10 470	8 990	10	62,4	25,8	8 200	1x Ø 560	1 100	2,3	12x 700	12,1	1/2"-1 3/8"	193
		UKV-NG-4 163	26 860	17 470	13 950	11 780	10	74,8	31,0	12 400	1x Ø 630	2 040	3,4	15x 700	15,1	1/2"-1 5/8"	226
		UKV-NG-3 256	41 170	27 440	22 140	19 700	10	124,7	51,7	16 400	2x Ø 560	2 200	4,6	18x 800	20,8	5/8"-2 1/8"	293
		UKV-NG-4 263	55 900	37 130	30 000	26 160	10	149,5	62,0	24 800	2x Ø 630	4 080	6,8	24x 800	27,7	5/8"-2 1/8"	349
		UKV-NG-3 263	62 810	41 870	33 750	29 980	10	186,9	77,5	25 600	2x Ø 630	2 640	6,8	24x 1 000	34,6	7/8"-2 5/8"	435
		UKV-NG-4 363	83 050	55 230	44 610	38 890	10	224,2	93,0	37 200	3x Ø 630	6 120	10,2	30x 1 000	43,3	7/8"-2 5/8"	450
		UKV-NG-3 363	78 710	51 400	41 200	35 140	10	249,2	103,2	32 800	3x Ø 630	3 960	10,2	24x 1 250	43,3	7/8"-2 5/8"	571
		UKV-NG-4 463	105 420	68 400	54 510	45 690	10	299,0	123,9	49 600	4x Ø 630	8 160	13,6	30x 1 250	54,1	7/8"-2 5/8"	537



[4].

10. Características Fancoil.

Selección Rápida

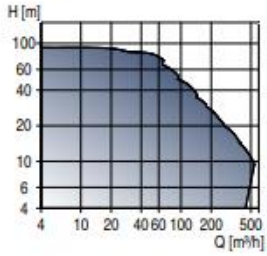
Modelo		Caudal Vel. Máxima (M^3/h)	2 TUBOS Potencia Total (W)	2 TUBOS Potencia Sensible (W)	2 TUBOS Potencia Calor (W)	4 TUBOS Potencia 4T Total (W)	4 TUBOS Potencia 4T Calor (W)
FCS-20		750	2.330	1.780	2.730	-	-
FCS-30		750	3.270	2.270	3.210	2.890	2.810
FCS-40		750	4.330	2.970	4.240	-	-
FCS-50		875	5.000	3.350	5.830	4.450	3.140
FCS-80		1.375	7.650	5.470	7.890	5.100	5.430
FCS-90		1.600	9.070	6.200	10.980	8.070	6.000

[6].

11.Características bombas.

NKE, NKGE

Bombas monocelulares estándar según EN733, ISO2858 e ISO5199, controladas electrónicamente

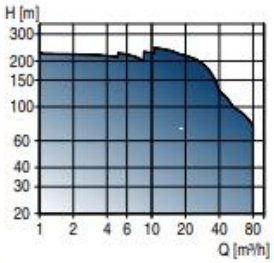


Datos técnicos

Caudal, Q:	máx. 550 m^3/h
Altura, H:	máx. 100 m
Temp. líquido:	–25°C a +140°C
Presión sistema:	máx. 16 bar

SPKE, MTRE

Bombas centrífugas multicelulares, controladas electrónicamente

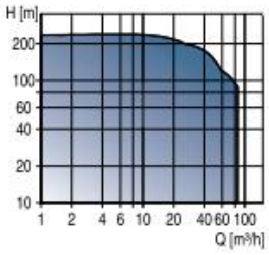


Datos técnicos

Caudal, Q:	máx. 22 m^3/h
Altura, H:	máx. 245 m
Temp. líquido:	–10°C a + 90°C
Presión sistema:	máx. 25 bar

SPK, MTH, CRK, MTR, MTA

Bombas de refrigeración centrífugas multicelulares



Datos técnicos

Caudal, Q:	máx. 85 m^3/h
Altura, H:	máx. 238 m
Temp. líquido:	–20°C a + 90°C
Presión sistema:	máx. 25 bar

[3].

12. Características difusores.

Difusores rotacionales

Serie VDW

Descripción · Ejecuciones

Difusor rotacional Serie VDW, en ejecución cuadrada o circular, con deflectores que permiten la modificación de la dirección de la vena de aire. De elevada inducción, consigue una rápida reducción de la temperatura y la velocidad del aire con diferencias máximas de ± 10K. Reducido nivel sonoro. La altura mínima de instalación es de 2,6 m aproximadamente.

Como se desprende, las ejecuciones disponibles son:

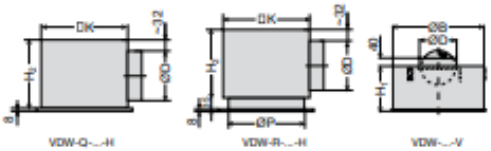
VDW-R: Ejecución circular.

VDW-Q: Ejecución cuadrada.

En ambos casos, el difusor se suministra con plenum de conexión vertical **(..-V)** u horizontal **(...-H)**. Adicionalmente, pueden incluirse compuertas de regulación **(..-M)**, juntas de estanqueidad, etc... Para más opciones, consulte nuestra página web www.trox.es.

Dimensiones · Plenums de conexión

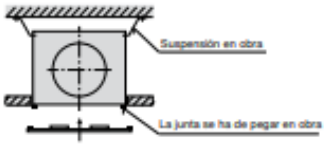
Tamaño	B	D	H_1	H_2	P	K
300 x 8	280	158	200	250	278	290
400 x 16	364	198	200	295	362	372
500 x 24	462	198	200	295	460	476
600 x 24	559	248	200	345	557	567
600 x 48	580	248	300	345	578	590
625 x 24	559	248	200	345	557	567
625 x 54	605	248	300	345	-	615
825 x 72	796	313	300	410	-	806



Detalles de montaje

El plenum de conexión se suspende del techo gracias a los soportes previstos para ello en su parte superior.

El difusor frontal se monta en el plenum mediante un tornillo central a un travesaño, que queda oculto tras un embellecedor.



Datos técnicos

Tamaño	L_{WA}	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	22	33	46

[2].

13. Características rejillas.

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																				
	525														525		625		825		1.025	1.225
	425										425		525		625		825		1.025	1.225		
	325							325		425	525		625		825	1.025		1.225				
	225				225		325	425		525	625		825		1.025	1.225						
	165		225		325	425	525	625		825	1.025		1.225									
	125	225		325	425	525	625	825		1.025	1.225											
100	Δp	2																				
	dB(A)	<15																				
200	Δp	9	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						

[2]

IV. PLIEGO DE CONDICIONES.

1. OBJETO.

El presente documento tiene por objeto la definición de los siguientes conceptos:

1) Trabajos incluidos en el proyecto a realizar por el instalador de climatización y mantenimiento.

2) Trabajos que por sus especiales características y afectando al montaje del equipo, será realizado por otros.

3) Materiales que por su normalización en este tipo de instalaciones no se relacionan en el presupuesto, pero quedan incluidos en el suministro del instalador.

4) Calidad y montaje de los diferentes equipos y elementos auxiliares.

5) Los ensayos a realizar durante la obra en las recepciones parciales o totales, referentes a comprobaciones de calidades montajes o estados de funcionamiento.

2. TRABAJOS COMPRENDIDOS.

1.1.Máquinas enfriadoras.

Incluye, el montaje y puesta a punto de los equipos indicados en las especificaciones técnicas y presupuesto incluyendo carga de gas, gas de limpieza, antivibradores excluyéndose las bancadas de hormigón para anclaje de los equipos pero incluido las tuercas de fijación de las bases de los equipos.

Los equipos se suministrarán con los cuadros de potencia y control incorporados.

Los equipos de refrigeración serán compactos y vendrán totalmente ensamblado de fábrica.

1. Materiales:

- Condensador: Tubo de cobre y aletas de aluminio.
- Evaporador: Tubo de cobre con aletas integrales.
- Envoltura: Estará preparada para montaje en intemperie.
- Circuito frigorífico: Tubo de cobre

2. Ejecución:

Llevará un microprocesador incorporado que permita mantener controlados las principales funciones de la máquina.

Las válvulas de expansión electrónicas operarán a una presión por debajo de 103 kpa, con un bajo EER de la máquina.

Los compresores serán tipo semi-herméticos.

Temperatura máx. funcionamiento + 52ºC.

Dispondrá de un temporizador para mejorar los ritmos de parada.

El equipo vendrá completamente probado y ensayado en fábrica.

Se medirá y abonará por unidad montada, incluyendo todos los elementos de fijación y dispositivos antivibratorios.

1.2.Unidades de tratamiento de aire.

Se consideran unidades de tratamiento de aire aquellos equipos sin producción propia de frío o calor que sirven para suministrar a través de una red de conductores de aire, el aire tratado a los locales pertinentes.

La velocidad de paso del aire por las baterías de enfriamiento no será superior a dos metros y medio por segundo (2,5 m/s).

La velocidad de paso del aire por las baterías de calefacción no será superior a tres metros por segundo (3 m/s).

El nivel de ruido producido por la climatizadora será inferior a 45 NC a una distancia de dos metros (2 m).

Las secciones de filtros, baterías y ventiladores serán fácilmente accesibles para su limpieza, inspección y reparación.

Excepto en los casos de motor directamente acoplado al eje del ventilador, en todos los demás casos, existirá un sistema para ajustar la velocidad del ventilador y la tensión de las correas.

La bandeja de recogida de condensados, tendrá un drenaje con una sección mínima de veinte milímetros (20 mm) de diámetro, fácilmente accesible para su limpieza y protegida con una malla filtrante contra trozos de fibras.

Materiales:

Las unidades de tratamiento de aire serán construidas en chapa galvanizada con un espesor no inferior a cero coma ocho milímetros (0,8 mm) según el tipo de construcción.

Los paneles estarán dotados con una capa de veinticinco milímetros (25 mm) de fibra de vidrio de densidad no inferior a 12 kg/m3.

El interior de los paneles estará tratado de forma que no se desprendan partículas del material aislante y que no se produzca corrosión en ninguno de sus componentes, o estarán cubiertas de chapa metálica perforada o no (tipo Sandwich).

Los materiales constitutivos de una climatizadora serán incombustibles.

Elementos constitutivos:

Los componentes mínimos de una climatizadora son los siguientes:

- Envolvente con paneles desmontables.
- Aislamientos de la envolvente incorporados en los paneles.
- Ventilador con motor, soportes antivibratorio y acoplamiento.
- Acoplamiento elástico a la salida del ventilador.
- Baterías de tratamiento de aire.
- Filtro de aire.
- Bandeja de drenaje.
- Elementos de soporte o cuelgue.

Opcionalmente, las centrales incluirán:

- Sistema de humidificación.
- Separador de gotas.
- "By-pass" sobre baterías.
- Compuertas de zona.

Instalación:

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

Los motores y sus transmisiones deberán protegerse contra accidentes fortuitos del personal.

Deberán existir suficientes pasos y accesos libres para permitir el movimiento, sin riesgo o daño, de aquellos equipos que deban ser desmontados y montados para su reparación fuera del conjunto de la unidad.

Información técnica:

El fabricante deberá suministrar:

- Descripción, componentes y designación.
- Curvas características del ventilador incorporado a la central.
- Pérdidas de presión en el circuito del aire, en función del caudal.
- Pérdidas de presión en cada una de las baterías, en función del caudal de agua.
- Características y eficiencia del filtro de aire.
- Presión total disponible a la salida de la climatizadora.
- Velocidad de salida del aire en la boca del ventilador.
- Dimensiones, pesos y cotas de conexiones.
- Características de la corriente eléctrica de alimentación del motor.
- Condiciones de humedad y temperatura del aire a la salida de la batería, para las condiciones establecidas en la entrada en función de :

    1. Caudal del fluido transportado.

2. Temperatura del fluido transportado.

3. Caudal y presión de aire circulado a través de la batería.

- Pérdida de carga producida por la batería en el lado aire, en función del caudal.
- Pérdida de carga producida en el lado del fluido portado, en función de su caudal.
- Presión de prueba y presión de trabajo máximo admisible.
- Limitaciones relativas al aire de fluido portado en cuanto a problemas de corrosión en los metales componentes de las baterías.
- Velocidades máximas admisibles en el aire a su paso por la batería sin que se arrastren gotas de condensado.
- Velocidad máxima del fluido portador o caudal máximo sin que se produzca erosión.
- Dimensiones, pesos y cotas de conexiones.
- Nivel de ruido del conjunto del climatizador.

Los pasos de los tubos a través del bastidor estarán perfectamente sellados para impedir toda fuga de aire entre los tubos y el bastidor.

La pérdida de carga en el conjunto de la batería, no será superior a 10 m.c.a.

En las baterías de agua-aire los circuitos estarán diseñados para que no se produzcan bolsas de aire y el desaire se realice en todos ellos garantizando un perfecto llenado.

Las aletas de las baterías tendrán una distribución uniforme y su misión con los tubos será inalterable por los cambios de temperatura y presión debido a las condiciones de trabajo.

1.3.Fancoils.

Esta especificación se refiere a unidades terminales aire-agua usadas para aire acondicionado.

Fan - coil (ventiloconvectores)

Material:

- Envolvente:

Chapa de acero banderizado y acabado de pintura acrílica secada al horno. La envolvente se instalará solamente en unidades vistas, según se indique en mediciones. La envolvente estará prevista interiormente de material aislante de 15 mm. de espesor incombustible e ininflamable y dotada de rejilla de descarga troquelada sobre la envolvente. La descarga debe tener un ángulo de 15 grados sobre el eje de la unidad, según la unidad sea vertical o horizontal.

- Estructura:

Perfiles y chapas de acero, galvanizados, aislados con fieltro de 3 a 4 mm. deespesor.

– Filtros:

Marco de chapa galvanizada, elementos de fijación y manta de tipo no regenerable o lavable, según se indique en mediciones o en cuadro de características.

- Batería:

Tubo de cobre (generalmente de 10 mm. de diámetro exterior) y aletas de aluminio (generalmente de 1,8 mm. de paso) provista de purgador de aire.

La presión máxima de trabajo será de 14 bars.

– Bandeja de recogida:

Construida en chapa de acero galvanizado, aislada con 15 mm. de espuma de

poliestireno o material similar, provista de tubo de drenaje de DN 15 mm. por lo menos.

– Ventilador centrífugo:

Será de doble oído con turbina de álabes hacia adelante troquelada en aluminio, equilibrado estática y dinámicamente, con envolvente de acero galvanizado o esmaltado por electroforesis y aros de aspiración desmontable.

– Motor:

Monofásico a 220 V., de inducción con protector térmico en el devanado, pudiendo ser de espira de sombra o de condensador permanente; los motores podrán operar satisfactoriamente con variaciones de tensión dentro de un margen de ± de 10 % sin ruidos objetables.

– Sistema eléctrico:

Formado por conmutador de 4 posiciones (3 velocidades más paro) instalado en la misma unidad o remota.

Ejecución:

Cuando los ventiloconvectores sean de dos tubos dispondrán de una sola batería. En instalaciones de cuatro tubos llevarán dos baterías.

La unidad deberá instalarse perfectamente niveladas y quedarán todos sus elementos o accesorios perfectamente accesibles para su uso o mantenimiento.

Cuando el mueble sea de madera se seguirán los mismos criterios indicados anteriormente, para el montaje de rejilla de impulsión y retorno formando parte de la decoración del local.

Se cuidará con esmero la unión entre la boca de salida de la unidad y la rejilla de impulsión, que deberán estar perfectamente centradas y canalizado de tal forma que el flujo de aire no encuentre obstáculo hacia su salida.

La bandeja de recogida de condensados se conectará a la red de evacuación de agua por medio de tuberías con su debida pendiente y a través de un sifón, individual o común.

Cuando la unidad llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de la normativa vigente; su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

La comprobación que se realizará en obra, serán al menos las siguientes:

- Solidez de la fijación al paramento o techo.
- Horizontalidad del aparato.
- Accesibilidad de todas las partes de la unidad.
- Conexiones hidráulicas.
- Conexiones eléctricas.
- Conexiones de las partes del control.
- Conexiones de la bandeja de recogida de condensados y pendiente del tubo.

Los ventiladores estarán sometidos a las pruebas hidráulicas de estanqueidad del circuito de distribución de agua.

Durante la ejecución de las pruebas de funcionamiento de toda la instalación se comprobará la ausencia de corrientes de aire molestas en la zona ocupada por las personas y que el nivel sonoro está por debajo del límite fijado en proyecto.

Los ventiloconvectores se medirán por unidades completas instaladas, con o sin envolvente según se indique en mediciones.

Los accesorios como rejilla de impulsión y retorno estarán incluidas en la medición.

En la medición se incluirá la mano de obra para las conexiones de las tuberías de alimentación, retorno y desagüe, asimismo incluirá las conexiones eléctricas y el montaje de las rejillas de impulsión y retorno.

Se excluirán los equipos de regulación y corte (válvula motorizada y válvula de corte).

El movimiento de las unidades en la obra serán a cargo de la empresa instaladora.

1.4.Ventiladores.

Esta Especificación se refiere a ventiladores centrífugos de impulsión o extracción de aire para instalaciones de Aire Acondicionado.

Estos equipos estarán compuestos por: envolvente, boca de entrada, filtro (si así se especifica), y grupo motoventilador.

1. Envolvente.

Estará formada por perfiles y paneles tipo "sandwich" de chapa galvanizada, pintada en caliente ya sea para instalación interior como a la intemperie.

El aislamiento térmico y acústico interior de los paneles será de 25 mm de espesor mínimo, siendo de material incombustible de acuerdo a DIN 4102.

Será totalmente desmontable y con manecillas para apertura y cierre de todos los paneles de registro, o puertas abisagradas en caso de que así se indique.

En el caso que así se especifique, la chapa interior de los paneles será chapa perforada siendo en este caso el aislamiento en manta de fibra de vidrio.

En caso que así se indique, se preverá iluminación estanca, incluyendo la preinstalación eléctrica interior correspondiente, bajo tubo de acero galvanizado, hasta interruptor estanco exterior y caja de conexión.

2. Boca de entrada.

Vendrá provista de compuerta de regulación, preparada para su motorización ya sea para toma de aire o extracción. La velocidad de paso a través de la compuertas no será mayor de 5 m/s.

3. Filtro.

En el caso que así se especifique, incorporará filtros de fibra plana, en "V", o de tipo metálico según se indique, con una eficacia mínima del 60% según AFI.

Serán de tipo desechable siempre que no se indique lo contrario, y en cualquier caso se montarán sobre marcos o carriles metálicos estanco respecto a la envolvente.

Deberán resistir el flujo de aire garantizando la imposibilidad de arrastre de fibras, siendo la velocidad de paso del aire por él la recomendada por el fabricante.

4. Grupo motoventilador.

Se dispondrán los ventiladores de extracción o impulsión con las condiciones que se indiquen en Tablas de Características.

En general, los ventiladores serán centrífugos, de doble oído, con álabes a acción.

Deberán ser seleccionados en las zonas de funcionamiento recomendadas por el

Fabricante, a fin de obtener el mejor rendimiento. A modo de sugerencia indicamos las siguientes velocidades máximas de descarga, en función de diferentes presiones estáticas:

Presión estática inferior a 30 mm.c.a. : 10 m/s

Presión estática de 30 a 65 mm.c.a. : 12 m/s

Presión estática de 65 a 150 mm.c.a. : 13 m/s

Presión estática superior a 150 mm.c.a. : 15 m/s

El grupo moto-ventilador irá montado sobre bancada común, aislado de la envolvente mediante antivibradores.

La transmisión se efectuará mediante poleas acanaladas intercambiables y correas trapezoidales, dimensionadas como mínimo para un 130 por 100 de la potencia del motor. La polea de transmisión del motor será regulable.

El motor será trifásico, con protección IP-54, montado sobre soporte regulable, marca SIEMENS o ASEA.

La impulsión del ventilador dispondrá de acoplamiento flexible para conexión a la embocadura de impulsión.

1.5.Bombas.

Este apartado incluye el suministro, montaje y ajuste de las bombas existentes en el proyecto dejándolas en las condiciones previstas de caudal, presión y consumo eléctrico.

Se incluyen los desagües del goteo de las prensas que deberán ser conducidos a la red.

Se instalarán los elementos antivibratorios necesarios para impedir la transmisión de vibraciones a las estructuras y a las redes de tuberías.

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. En el caso de bombas en paralelo, este manómetro podrá situarse en el tramo común.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación queda en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada deberá ser la suficiente para asegurar que no se producen fenómenos de cavitación ni en la entrada ni en el interior de la bomba.

Las bombas irán con el motor directamente acoplado. El conjunto motor bomba será fácilmente desmontable. En general, el eje del motor y de la bomba quedará bien alineados y se montará un acoplamiento elástico si el eje no es común. Cuando los ejes del motor y de la bomba no estén alineados, la transmisión se efectuará por correas trapezoidales.

Salvo en instalaciones individuales con bombas especialmente preparadas para ser soportadas por la tubería, las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará preferentemente al suelo y no a las paredes. Se recomienda aislar elásticamente el grupo motobomba del resto de la instalación y de la estructura del edificio.

Cuando las dimensiones de la tubería sean distintas a las de salida o entrada de la bomba se efectuará un acoplamiento cónico con un ángulo en el vértice no superior a 30ºC.

La bomba y el motor estarán montados con holgura a su alrededor, suficiente para una fácil inspección de todas sus partes.

El montaje de las bandejas de desagüe y conducción desde las bombas hasta la red de evacuación será por cuenta del instalador de climatización.

1.5.Valvulería.

El instalador está obligado al suministro, montaje y puesta en servicio, de las válvulas que de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades se indican en el proyecto y que por conveniencia en el equilibrio, mantenimiento, regulación o seguridad según el trazado de las redes la Dirección de obra juzgue necesario instalar para los circuitos hidráulicos.

El almacenado de los materiales de valvulería y accesorios en obra se realizará con especial cuidado, evitando apilamientos desordenados que puedan afectar a las partes débiles de las válvulas como vástagos, volantes, palancas, prensas, etcétera. Hasta el momento del montaje de las válvulas éstas deberán estar protegidas en sus envases originales y tener tapas de cierre en sus aberturas.

En la elección de las válvulas se tendrá en cuenta las presiones tanto estáticas como dinámicas. Se rechazará cualquier unidad que pierda agua durante el año de garantía. Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 KPa llevará troquelada la presión máxima a que puede estar sometida. Todas aquellas que dispongan de volante o mariposa estarán diseñadas de forma que se puedan maniobrar a mano sin necesidad de apalancamientos ni forzamientos del vástago.

Las superficies de cierre estarán perfectamente acabadas, de forma que su estanqueidad sea total, asegurando 1,5 veces la presión diferencial prevista con un mínimo de 600 KPa. Las que tengan sus uniones a rosca, esa será tal que no interfiera la maniobra.

Se rechazará cualquier elemento que presente golpes, raspaduras o en general defectos que se opongan al buen funcionamiento a juicio de la Dirección de obra, debiendo ser aprobada por ésta la marca elegida antes de efectuarse el pedido correspondiente.

Al final de los montajes cada válvula llevará una identificación que corresponderá al esquema de principio existente en la sala de máquinas. Cuadro sinóptico y/o planos de ordenador.

Las válvulas se situarán de forma que tengan un acceso y operación fáciles que puedan ser accionadas fácilmente sin estorbos ni interferencias por parte de otras válvulas o de equipos, tuberías, etcétera.

El montaje de las válvulas será preferentemente en posición vertical, con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia arriba. En ningún caso se permitirá el montaje de válvulas con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia abajo.

A no ser que se indique lo contrario, las válvulas hasta DN 50 inclusive se suministrarán roscadas, y de DN 65 en adelante se suministrarán para ser recibidas entre bridas o para soldar.

1.5.1. Válvulas de bola.

El objeto fundamental de este tipo de válvulas será el corte plenamente estanco con maniobra rápida, no debiendo emplearse para regulación.

Los materiales admisibles serán:

- Cuerpo: Latón, fundición o bronce.
- Bola: Latón o hierro con durocromo.
- Eje: Latón niquelado o acero inoxidable.
- Asiento y estopa:Teflón.
- Palanca: Latón o fundición.

La bola estará especialmente pulimentada, siendo estanco su cierre en su asiento sobre el teflón. Sobre este material, y cuando el fluido tenga temperaturas de trabajo superiores a 60°C el instalador presentará certificado del fabricante indicando la presión admisible a 1000 C, la cual en ningún caso será inferior a 1,5 veces la prevista de trabajo.

La maniobra de apertura será por giro de 90 grados, completo, sin resistencia excesiva ni interferencias con otros elementos o aislamientos. La posición de la palanca determinará el posicionamiento. La presión del fluido no variará en ningún caso la posición de la válvula.

La unión con tuberías de los accesorios será con rosca o brida según se indica en el apartado de especificaciones. En cualquier caso se seguirá la correspondiente norma DIN.

1.5.2. Válvulas de mariposa

La principal misión será el corte de fluido no debiendo utilizarse salvo en caso de emergencia, como unidad de regulación.

El cuerpo será monobloc de hierro fundido y sin bridas. Llevará forro adherido o moldeado directamente sobre el cuerpo a base de caucho y vuelto en ambos extremos para formación de la junta de unión de la brida con la tubería. El disco regulador o lenteja será de plástico inyectado y reforzado hasta DN 80 y de hierro fundido con recubrimiento de plástico para diámetros superiores. El disco quedará fuertemente unido al eje siendo la unión insensible a las vibraciones. El eje totalmente pulido, será de acero inoxidable y será absolutamente hermético sobre el cuerpo de la válvula.

Sustituirán a las válvulas de compuerta en todas las tuberías de diámetro igual o superior a DN 50. Su maniobra será de tipo de palanca pudiéndose efectuar la misma libremente bajo las presiones previstas de trabajo.

1.5.3. Válvulas de asiento tipo globo

Su principal misión será la de regulación, forzando la pérdida de carga del fluido y situando la bola en el punto de trabajo necesario. Se podrá utilizar asimismo como válvulas de corte. Su maniobra será de asiento, siendo el órgano móvil de tipo esférico y pudiéndose efectuar aquella libremente bajo las condiciones de presión previstas. El vástago deberá quedar estacionado en la posición que se deje sin que le afecte la presión del fluido, debiendo el volante disponer de escala o señal correspondiente de ángulo de giro. Cuando su diámetro sea de DN 65 o inferior, será totalmente de bronce, estando sus extremos roscados.

En las de vástago largo éste irá apoyado sobre horquilla de forma que no sufra deformación.

1.5.4. Válvulas de retención de resorte

Su misión es permitir un flujo unidireccional impidiendo el flujo inverso. Estas unidades tendrán el cuerpo de fundición rilsanizado interior y exteriormente, obturador de neopreno con alma de acero laminado y tanto el eje como las tapas, tornillos y resorte serán de acero inoxidable. Estarán capacitadas para trabajar en óptimas condiciones a una temperatura de trabajo de 110° C y una presión igual al doble de la nominal de la instalación.

Estas unidades serán del tipo resorte y capaces de funcionar correctamente en cualquier posición que se las coloque. El montaje de las mismas entre las bridas de las tuberías se hará a través de tornillos pasantes.

El montaje de las válvulas se hará de forma que estás puedan ser fácilmente registrables.

1.5.5. Filtros

Los filtros se instalarán en todos los puntos indicados en planos, y en general en todas aquellas zonas de los sistemas donde la suciedad puede interferir con el correcto funcionamiento de válvulas o partes móviles de equipos. Los filtros se instalarán en línea, serán del tipo "Y", con mallas del 36% de área libre. Los filtros hasta DN 65 serán de bronce y por encima de DN 65 serán de hierro fundido. Las mallas o filtros serán de acero inoxidable en los dos casos.

1.5.6. Válvulas de equilibrado hidráulico

La principal misión será la de regulación, forzando la pérdida de carga del fluido. Se podrán utilizar asimismo como válvulas de corte, medición de presión o medición de flujos. Su maniobra será de asiento siendo el órgano móvil de tipo cónico y pudiéndose efectuar aquéllas libremente bajo las condiciones de presión previstas de trabajo.

El vástago deberá quedar estacionado en la posición que se deje sin que le afecte la presión del fluido, de forma que no se mueva por los efectos presostáticos, debiendo disponer el volante de la escala o señal correspondiente de ángulo de giro. Las mediciones de presión y caudal serán realizables sin interrumpir el funcionamiento de la instalación. Se suministrarán con tratamiento superficial de pintura epoxi, aislada cuando el fluido trasegado así lo requiera.

Además de las tomas previstas para medición dispondrá de purga de vaciado. Las tomas de medición podrán cambiarse sin interrumpir el funcionamiento. Para el dimensionado de la válvula se considera como caudal máximo un 10% superior al indicado como nominal de servicio en proyecto, con una desviación mínima del 0,5% y en ningún caso, con una pérdida superior a 1 metro de columna de agua, salvo casos excepcionales, previamente consultados y aceptados por la Dirección de obra.

La válvula podrá soportar la temperatura de fluido circulante y, como mínimo, el 150% de la presión de trabajo y diferencial prevista en su montaje.

Las válvulas hasta DN 50 serán roscadas, construidas en bronce, siendo el tipo asimilable al STAD de Tour & Anderson. Para diámetros superiores a DN 50 serán embridadas de fundición, asimilables al tipo STAF de T & A.

1.6.Compuertas cortafuego.

Las compuertas cortafuegos deberán tendrán una resistencia al fuego igual o superior a la del cerramiento donde vaya colocada y, en cualquier caso, no inferior a 90 minutos.

El cierre de la compuerta será manual y automático. El dispositivo automático actuará por calor y podrá estar dotado de un servo-motor todo-nada, mandado por un sistema de detección de humos y llamas, según se indique o no en las mediciones. El mando manual será de fácil acceso.

Las compuertas, si así se indicara en las mediciones, podrá estar dotada de un interruptor de final de carrera.

El cierre de la compuerta tendrá lugar por gravedad o por la acción de un muelle.

Se instalarán en el lugar indicado en los planos, debiendo estar sellado el espacio entre el cerramiento y el bastidor de la compuerta con una masilla de características adecuadas, que deberá ser aprobada por la dirección facultativa. Las compuertas se acoplarán a los conductos mediante bridas a través de piezas especiales de cambio de sección.

Las compuertas se soportarán independientemente de los conductos conectados a la misma.

1.7. Tuberías.

Todos los tubos serán redondos (sin abolladuras), lisos, limpios exterior e interiormente y no tendrán defectos que puedan afectar desfavorablemente a su servicio.

La fabricación de los mismos será realizada según normas descritas y con las máquinas precisas para conseguir un correcto proceso sin presiones internas por conformado o soldadura.

La instalación de la tubería se realizará de acuerdo con normas y práctica común para la misma asegurándose una circulación del fluido sin obstrucciones, eliminación de bolsas de aire y fácil drenaje de los distintos circuitos, mediante la instalación de purgadores y válvulas.

Las tuberías serán instaladas de forma que permitan su libre dilatación sin causar ningún esfuerzo que pueda producir desperfectos en la obra o equipos a los cuales se encuentre conectada, equipando en caso preciso dilatadores, anclajes y soportería en general.

Las tuberías de evacuación y drenaje tendrán pendientes en la dirección del agua con un mínimo de 10 mm. por m.

Serán de aplicación las N.T.E. y Normas UNE en sus diferentes actividades de utilización.

La pérdida de carga no superará los 30 mm.c.d.a. por metro.

La velocidad de paso del agua no sobrepasará los 2,0 m/seg.

Nota importante:

Los metrajes indicados en las diferentes partidas del Estado de mediciones se dan con carácter orientativo y serán tácitamente asumidos por el Instalador, siempre que no indique específicamente lo contrario.

1.8.Conductos de aire.

Comprende el suministro y montaje de todos los conductos de aire reflejados en planos.

Los soportes para los conductos serán suministrados y fijados a la obra por el instalador de climatización.

Los conductos serán de chapa en acero galvanizado, para uso en ventilación y aire acondicionado.

Materiales:

a. Conducto

- Material: Chapa de acero galvanizado.
- Dimensiones: Según UNE 100.101.84-Conductos para transporte de aire. Dimensiones y tolerancias.
- Espesor: Según UNE 100.102.88-Conductos de chapa.

Siguiendo la norma antes citada los conductos se ordenarán en siete clases, desacuerdo a la velocidad máxima, según se indica en la tabla I de la norma, que a continuación se adjunta:

Clase de conductos	Presión máxima en ejercicio (PA)	Velocidad máxima (M/S)
baja B.1	150 (1)	10
baja B.2	250 (1)	12.5
baja B.3	500 (1)	12.5
media M.1	750 (1)	20
media M.2	1.000 (2)	-- (3)
media M.3	1.500 (2)	-- (3)
alta A.1	2.500 (2)	-- (3)

Notas:

(1) Presión positiva o negativa

(2) Presión positiva

(3) Velocidad usualmente superior a 20 m/s

b. Accesorios

Se seguirán los criterios de la norma UNE 100.102.88, para el diseño de las diferentes piezas de los conductos de chapa.

Los soportes de los conductos, seguirán los criterios de la norma UNE 100.103.84, tanto en sentido vertical como horizontal.

Ejecución:

Los conductos se construirán de acuerdo c la norma UNE 100.102.88 (IT.IC.-15.2).

Para la construcción y sucesiva instalación de conductos, la empresa instaladora deberá presentar, en escala igual o superior a 1:20, planos de detalle de las piezas especiales que pretende utilizar, de las conexiones a las unidades de tratamiento de aire o a ventiladores. Igualmente, presentará planos a 1:50 de los detalles de los cruces con otras redes de conductos u otras instalaciones.

Los conductos serán instalados de forma ordenada y, cuando sea posible, paralelamente a los elementos estructurales y a los cerramientos del edificio.

Las piezas especiales, como curvas y derivaciones, deberán conformarse de tal manera que tengan la menor pérdida de presión y al mismo tiempo, constituyan un elemento de equilibrado de la red de distribución de aire.

Las curvas tendrán un radio mínimo de curvatura igual a vez y media la dimensión del conducto en la dirección del radio. Cuando esto no sea posible, se colocarán álabes directores (véase IT.IC.-15.5.1)

En redes de baja velocidad, las piezas de unión entre tramos de distinta forma geométrica tendrán las caras con un ángulo de inclinación, con relación al eje del con relación al eje del conducto no superior a 15 grados. En las proximidades de rejillas de salida, este ángulo no podrá ser superior a 5 grados (véase IT.IC.-15.5.2).

Durante el curso de montaje se cerrarán las extremidades de los conductos para evitar la entrada de materiales extraños y para la preparación de las pruebas estructurales y de estanqueidad.

Las conexiones entre la red de conductos, de un lado, y las unidades de tratamiento de aire, ventiladores o unidades terminales, de otro lado, deberá efectuarse siempre por medio de elementos flexibles para evitar la transmisión de vibraciones.

Nota importante:

El estado de mediciones da con carácter orientativo y serán tácitamente asumidos por el Instalador.

1.9.Aislamiento tuberías.

Esta especificación se refiere al aislamiento térmico de tuberías de agua caliente para calefacción, para temperaturas menores de 100 ºC.c.

Materiales:

- Material: Espuma elastómera de polietileno.
- Coeficiente de conductibilidad térmica : < 0,040 W/mk según IT.IC.19 o DIN 52613.
- Comportamiento al fuego: Autoextinguible.
- Aislamiento acústico: Cumplirá con DIN 4109.
- Espesor: Según se indique en mediciones.
- Toxicidad: No será tóxico, sin olor y químicamente puro.
- Temperatura de utilización: Entre -30ºC y +100ºC.
- Permeabilidad al vapor de agua: 0,30 g/cm/m² día mmHg.
- Absorción de agua: < 7,5% en volumen.

Ejecución:

Se cuidará que el material aislante haga un perfecto asiento sobre la superficie a aislar, y que los espesores se mantengan uniformes.

Para tuberías empotradas podrán utilizarse aislamientos a granel, siempre que quede garantizado el valor del coeficiente de conductividad térmica.

Los accesorios, válvulas, etc., deberán ser cubiertos con el mismo aislamiento que la tubería incluido una eventual barrera antivapor; el aislamiento será fácilmente desmontable para efectuar reparaciones o mantenimiento.

Cuando las tuberías estén situadas al exterior o en lugares vistos, irán protegidos con una funda en chapa de aluminio.

Se comprobará, a la recepción de los materiales, que estos cumplan con los requisitos de calidad indicados en esta especificación.

El material será fácilmente flexible o llegará adaptado a la forma de la tubería para su perfecta instalación. No deberá estar mojado ni humedecido.

Se medirá por metro lineal de tubo aislado incluyendo codos, tes, derivaciones, reducciones y demás piezas especiales.

1.10. Aislamiento de conductos.

Los conductos de chapa metálica se aislarán según se indica en las mediciones. Se evitará la formación de bolsas de aire entre el conducto y el aislamiento. Durante el montaje se evitará que el espesor del aislamiento se reduzca por debajo del valor nominal.

El material aislante estará dotado de barrera anti-vapor, cuando el conducto transporte aire a temperatura inferior a 15 ºC. La barrera será continua.

1.11. Protección del aislamiento.

Cuando así se indique en las mediciones, el material aislante tendrá un acabado resistente a las acciones mecánicas y, cuando sea instalado al exterior, a las inclemencias del tiempo.

1.12. Automatismos.

Comprende el suministro y montaje de los elementos de control automático de tipo, eléctrico indicados en el estado de mediciones y/o planos del proyecto incluyendo su conexión, dejándolos en funcionamiento y regulando el sistema en las condiciones del cálculo.

1.13. Difusores de aire.

Deberá incluirse el suministro del difusor y su marco de montaje y la fijación del marco al techo y el conexionado del difusor al conducto y la posterior fijación del difusor.

Materiales:

- Difusor: Aluminio anodizado.
- Registro: Chapa de acero.

Ejecución:

El montaje se realizará preferentemente con tornillos ocultos.

Será de tipo circular o cuadrado según se indique en mediciones.

Tendrán como interiores desmontables y cuando se indique en mediciones, ajustables en posición.

Los ensayos de medida se hará conforme a la Norma UNE 100.010.89. Climatización-Pruebas de ajuste y equilibrado.

Se medirán por unidad montada, considerando incluido el contramarco de fijación y tornillería.

1.14. Rejillas.

Esta Especificación se refiere a rejillas de retorno de aire en sistemas de Aire Acondicionado o Ventilación

Material:

- Rejilla: Aluminio anodizado. Serán lacadas en color a definir por la Dirección Facultativa si así se indica.
- Regulación: Chapa de acero fosfatado, recubierta por una pintura de color negro.

Ejecución:

El montaje se realizará preferentemente con tornillos ocultos o clips de sujección sobre marco de montaje.

Las lamas serán de tipo fijo con una inclinación de 45º hacia abajo.

El área libre será por lo menos del 70%.

Las medidas de los ensayos se harán conforme a la Norma UNE 100.010.89 Climatización. Pruebas de ajuste y equilibrado.

Se medirán y abonarán por unidad montada, considerando incluido el contramarco de fijación, tornillería y sellado.

2. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS COMPRENDIDOS.

Conexionado de las acometidas eléctricas a los cuadros y alimentación eléctrica a motores de compresores ventiladores, bombas, quemador y demás maquinaria con consumo eléctrico que precise la instalación, e instalación eléctrica y puesta a punto de todos los aparatos de control y regulación interiores de equipo de climatización, tales como termostatos, presostatos, contactores, conexionado a la red y puesta en marcha de todos los motores.

Además de los materiales relacionados en el presupuesto comprende esta instalación:

a) Patillas y estribos de sujeción de hierro forjado para permitir la libre dilatación de los tubos.

b) Manguitos absorbentes de vibraciones en el paso de las paredes y forjados.

c) Liras de dilatación vertical y horizontal.

d) Soportes y abrazaderas con manguitos antivibradores para fijación de tuberías y conductos.

e) Oxígeno, acetileno, electrodos, pastas y cuantos materiales se necesiten para un perfecto acabado.

f) Pintura sintética o envoltura metálica para los tubos y demás elementos de señalización, según código de colores.

g) Cualquier otra obra relacionada con el montaje del equipo especificado en el presupuesto.

h) Toda la documentación, pruebas, etc., exigidos al instalador de acuerdo con los

Reglamentos actualmente en Vigor.

3. MONTAJE DEL EQUIPO.

1. Coordinación del trabajo con otros oficios.

El instalador de climatización y preparación., coordinará perfectamente su trabajo con la empresa constructora y los instaladores de otras especialidades, tales como fontanería, electricidad, etc., que pueden afectar a su instalación y que deberá ser limpia y estética, dentro del acabado arquitectónico del edificio, esmerando principalmente el montaje de tuberías, conductos, elementos de distribución de aire,

etc., de forma que respeten las líneas de suelos, techos, falsos techos, paredes y demás elementos arquitectónicos.

El instalador suministrará a la Dirección de Obra, toda la información concerniente a su trabajo, tal como situación exacta de las bancadas de hormigón, anclajes, situación de huecos en forjados, dimensiones, materiales, etc., dentro del plazo de tiempo exigido para no entorpecer el programa de acabado general por zonas.

2. Planos de taller.

El instalador preparará todos los planos de taller necesarios mostrando en detalle las características de construcción de todo el equipo, tal como compresores, equipo de control, diagramas de conexionado eléctrico, bombas, detalles especiales de paso de conductos y tuberías.

Todos estos planos solo tendrán valía si están previamente aprobados por la Dirección de Obra, no efectuándose ningún montaje si no existe el correspondiente plano.

La aprobación de los planos por la Dirección de Obra es general y no relevará en modo alguno al instalador de la responsabilidad de errores, de la necesidad de comprobación de los planos por su parte.

3. Inspección de los trabajos.

La dirección de Obra, podrá realizar todas las previsiones e inspecciones, tanto en el edificio como en los talleres, fábricas, laboratorios, etc., donde el instalador se encuentre realizando los trabajos relacionados con esta instalación, siendo estas revisiones totales o parciales, según criterio de la Dirección de Obra para la buena marcha de esta.

4. Modificaciones a los planos y especificaciones.

Solo se admitirán modificaciones por los siguientes conceptos:

a) Mejoras en calidad, cantidad o montaje de los diferentes elementos, siempre que no afecte al presupuesto o en todo caso disminuya la posición correspondiente, no debiendo nunca repercutir el cambio en otros materiales.

b) Variaciones en la arquitectura del edificio, siendo la variación de instalaciones, definida por la Dirección de Obra, o por el instalador con la aprobación de aquella.

c) Por petición expresa de la Propiedad o sus representantes técnicos cualificados.

Estas posibles variaciones deberán realizarse por escrito acompañadas por la causa, material eliminado, material nuevo, modificación al presupuesto con las certificaciones

de precios correspondientes y fechas de entrega, no pudiéndose efectuar ningún cambio, si el anterior documento no ha sido aprobado por la propiedad y Dirección de la Obra.

5. Limpieza general.

A la terminación de los trabajos el instalador procederá a una limpieza general del material sobrante, recortes, desperdicios, etc., así como de todos los elementos montados o de cualquier otro concepto relacionado directamente con su trabajo.

4. ENSAYOS.

1. Ensayos e inspección en fábrica.

La Dirección Técnica de la obra está autorizada a realizar todas las visitas de inspecciones que estime necesarias a las fábricas donde se estén realizando trabajos relacionados con esta instalación.

El instalador incluirá en su presupuesto los importes derivados de las pruebas y ensayos que sean necesarios realizar en los organismos oficiales.

2. Ensayos parciales en obra.

Todas las instalaciones deberán ser aprobadas ante la Dirección Técnica de la Obra, con anterioridad a ser cubiertas por paredes, falsos techos, etc., estas pruebas se realizarán por zonas o circuitos sin haber sido conectado el equipo principal.

3. Ensayo de materiales.

El instalador de climatización garantiza que todos los materiales y equipo han sido probados antes de su instalación final. Cualquier material que presente deficiencias de construcción o montaje será reemplazado a expensas del instalador.

4. Pruebas finales de recepción.

Antes de realizarse la recepción definitiva de las instalaciones, éstas serán sometidas a las pruebas siguientes, ante la Dirección de Obra:

- Determinación de las eficiencias energéticas de los equipos frigoríficos en las condiciones de trabajo y si es posible en las indicaciones en la IT.IC.11.
- Comprobación del funcionamiento de cada motor eléctrico y de su consumo de energía en las condiciones reales de trabajo.
- Comprobación individual de todos los acondicionadores anotando las condiciones de funcionamiento.
- Comprobación del tarado de todos los elementos de seguridad.
- Pruebas de estanqueidad de la red frigorífica montada en obra, según las especificaciones de la Instrucción MI.IF.010.
- Prueba de libre dilatación de todos los tramos de tubería con la instalación funcionando a régimen.
- Pruebas de condiciones higrotérmicas interiores para unas condiciones exteriores debidamente registradas. No siendo la temperatura mínima del día registrada inferior en 2ºC o superior en 10ºC a la contractual exterior, la temperatura de los locales se corregirá como sigue:

  Se disminuirá en 0,5ºC por cada ºC que la temperatura mínima del día haya sido superior a la exterior.
- Comprobación del correcto funcionamiento de la regulación automática de los sistemas.
- Comprobación y en su caso eliminación, de corrientes de aire molestas en las zonas de ocupación sedentaria de los clientes.
- Comprobación y en su caso eliminación de los niveles sonoros que excedan los legalmente autorizados por la Norma NBE-ca-81 y la IT.ic.02.

5. GARANTÍAS.

El instalador garantizará que todos los materiales utilizados en la ejecución de las instalaciones, son nuevos y libres de defectos.

Deberá garantizar todos los materiales y mano de obra suministrados por un período de un año, a partir de la fecha de recepción definitiva de las instalaciones y se comprometerá durante este período a reemplazar libre de costo para la propiedad, cualquier material que resultase defectuoso.

El instalador garantizará asimismo, que los equipos y materiales suministrados son de la calidad y potencias especificadas, siendo responsable además de las otras obras que forman parte de estas especificaciones, tales como conductos, aislamientos, controles, etc.

V. BIBLIOGRAFÍA.

[1] Apuntes climatización Fernando Cepeda.

[2] Catálogo fabricante TROX.

[3] Catálogo de bombas Grundfosliterature.
http://www.ingenieros.es/files/catalogos/Grundfosliterature-145536-Bombas.pdf

[4] Catálogo equipos frigoríficos INTARCON.
http://www.intarcon.com/pdfs/ES/Catalogo-General-INTARCON-ES-FR-18-19.pdf

[5] Catálogo calderas Ygnis.
http://www.ygnis.es/content/download/3143/21070/version/2/file/Cat%C3%A1logo%20Ygnis%202016.pdf

[6] Catálogo equipos climatización termoven.

[7] Código técnico de la edificación.

[8] Reglamento de instalaciones térmicas en edificios.

[9] http://www.ajmao.org/documents/edictes/docum/80.pdf

[10]Climatización de un edificio de oficinas en Cáceres. Autor Paula Lozano Fernández.

[11] Proyecto de instalación climatización para rehabilitacion de la sede de la unidad de carreteras.

VI. PLANOS.

1. Planos edificio.

1.1.Red de tuberías planta sótano.

1.2.Red de conductos planta sótano.

1.3.Red de tuberías galerías.

1.4.Red de conductos galerías.

1.5.Red de tuberías planta baja.

1.6.Red de conductos planta baja.

1.7.Red de tuberías planta primera/entreplanta.

1.8.Red de conductos planta primera/entreplanta.

1.9.Red de conductos planta segunda.

1.10. Red de tuberías planta tercera.

1.11. Red de conductos planta tercera.

1.12. Red de tuberías planta cuarta.

1.13. Red de conductos planta cuarta.

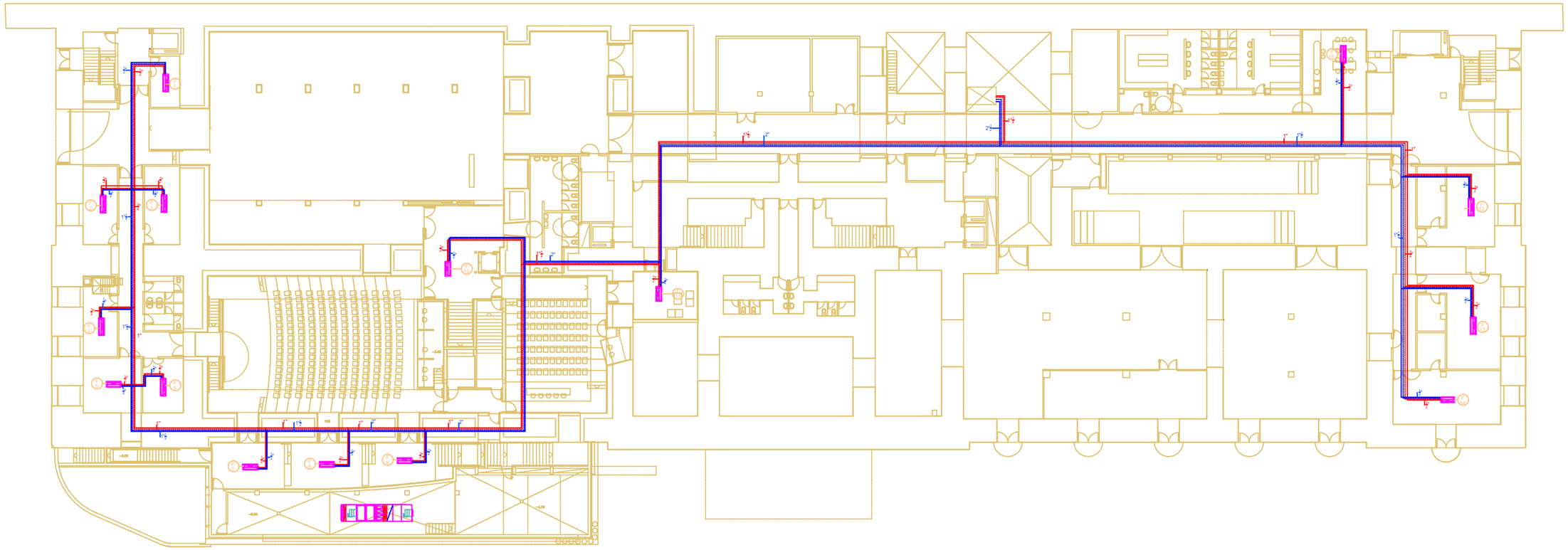
1.14. Red de tuberías cubiertas.

1.15. Red de conductos cubiertas.

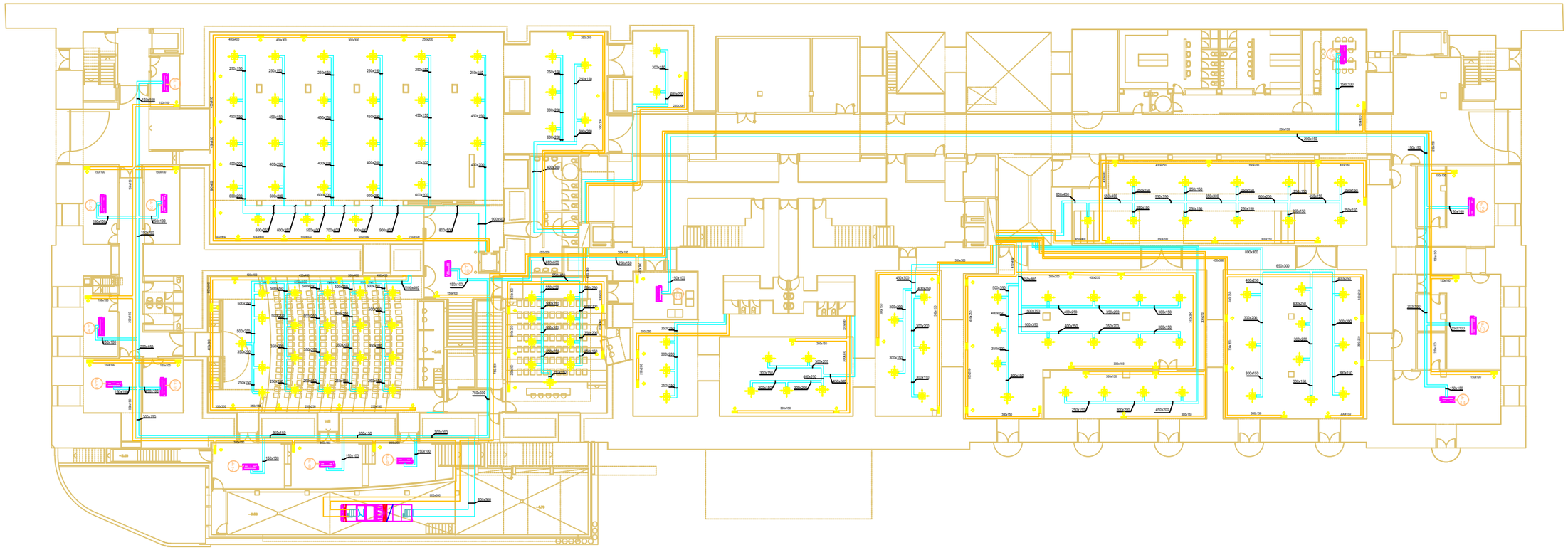
2. Esquemas de principio.

2.1.Esquema de principio de calor.

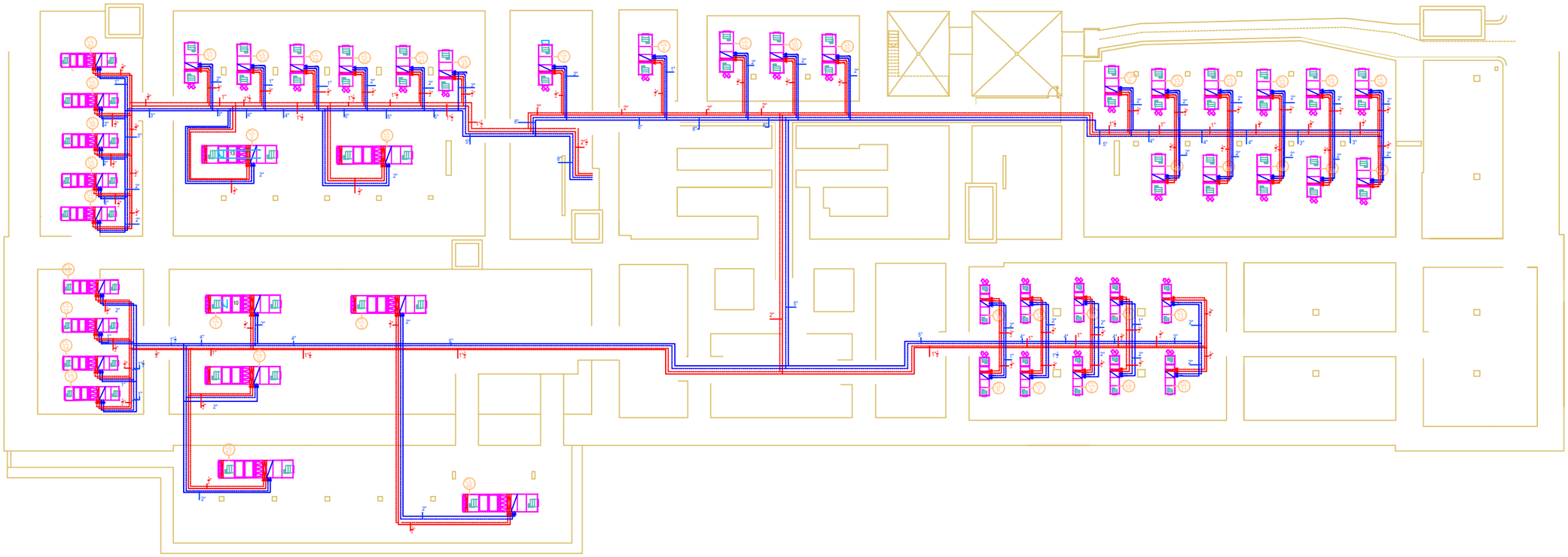
2.2.Esquema de principio de frío.



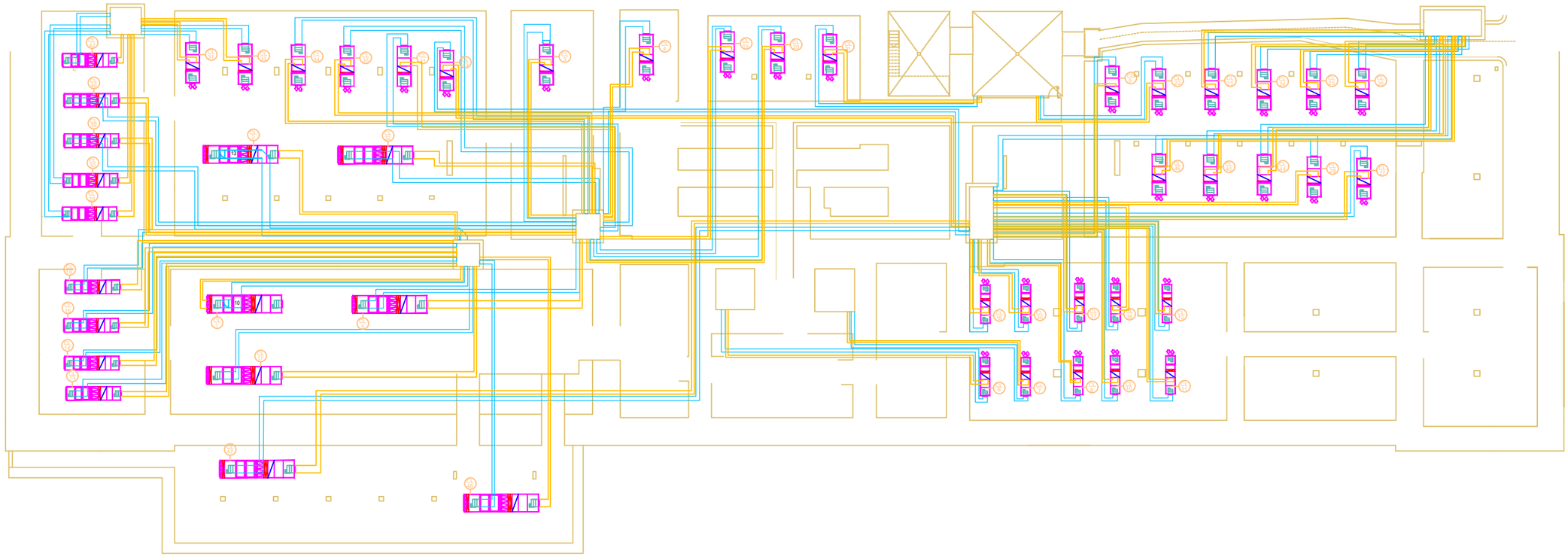
MATERIAL			Red de tuberías planta sótano
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/2018	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.1



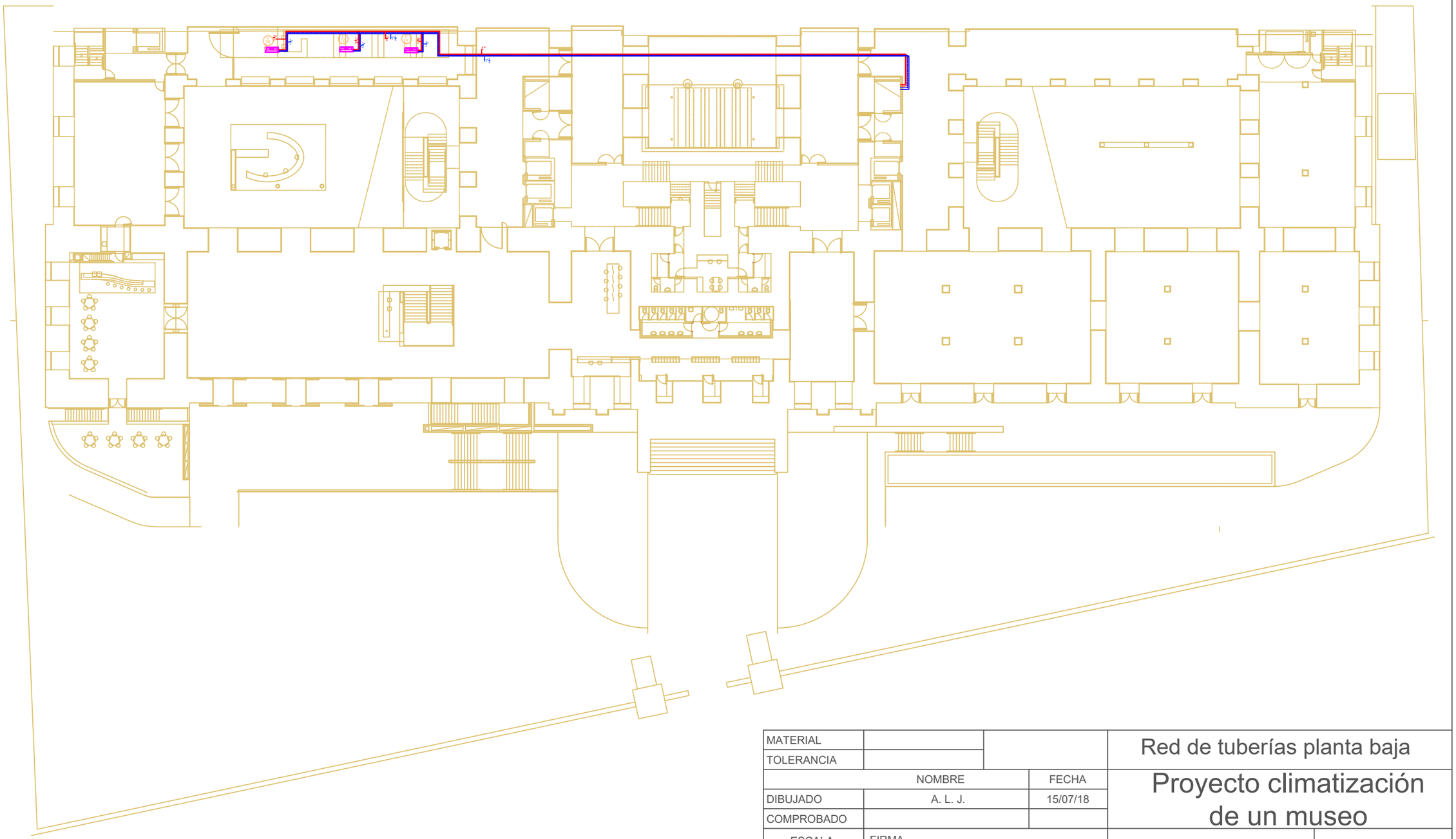
MATERIAL			Red de conductos planta sótano
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/2018	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.2



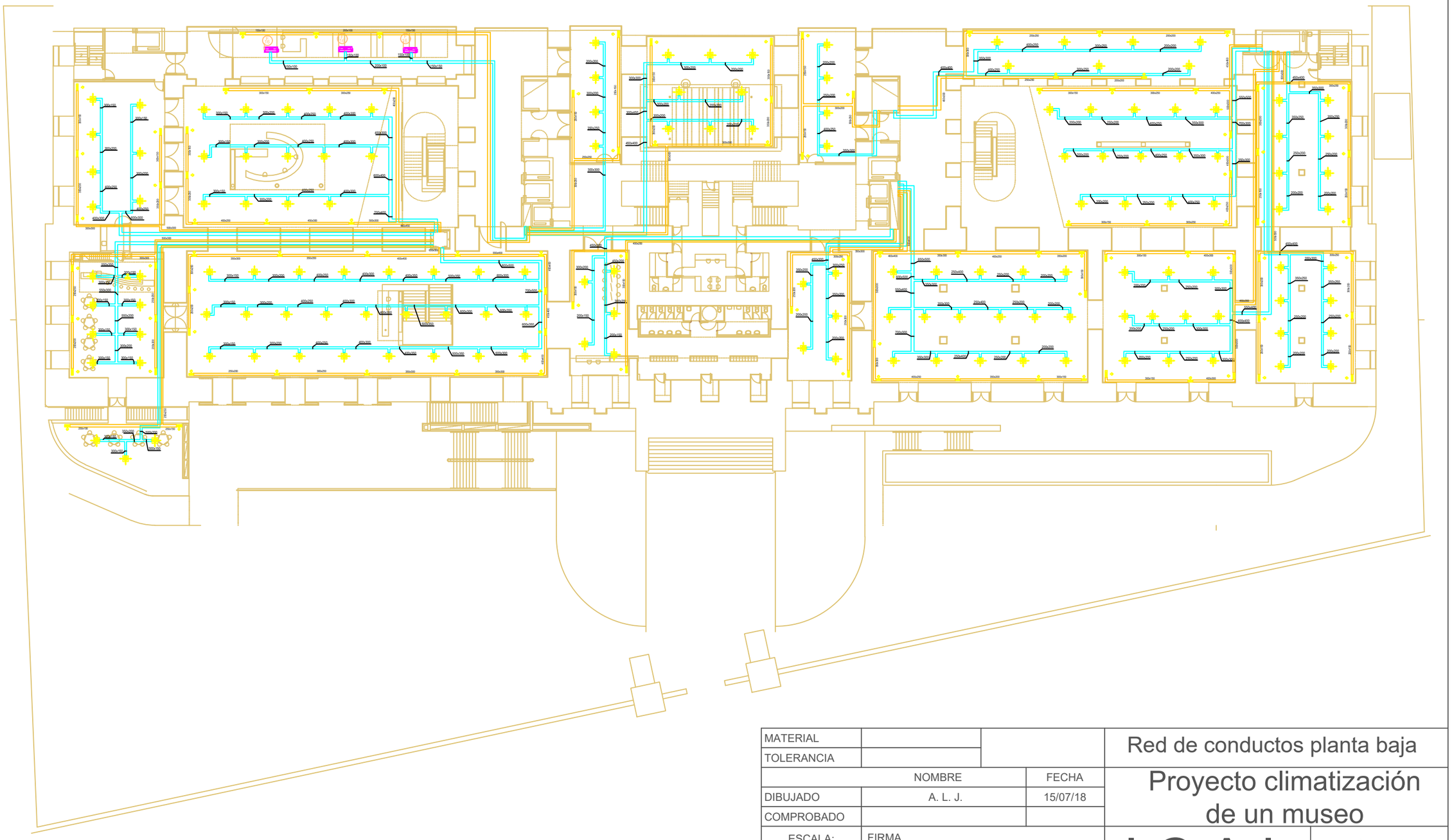
MATERIAL			Red de tuberías galerías
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.3



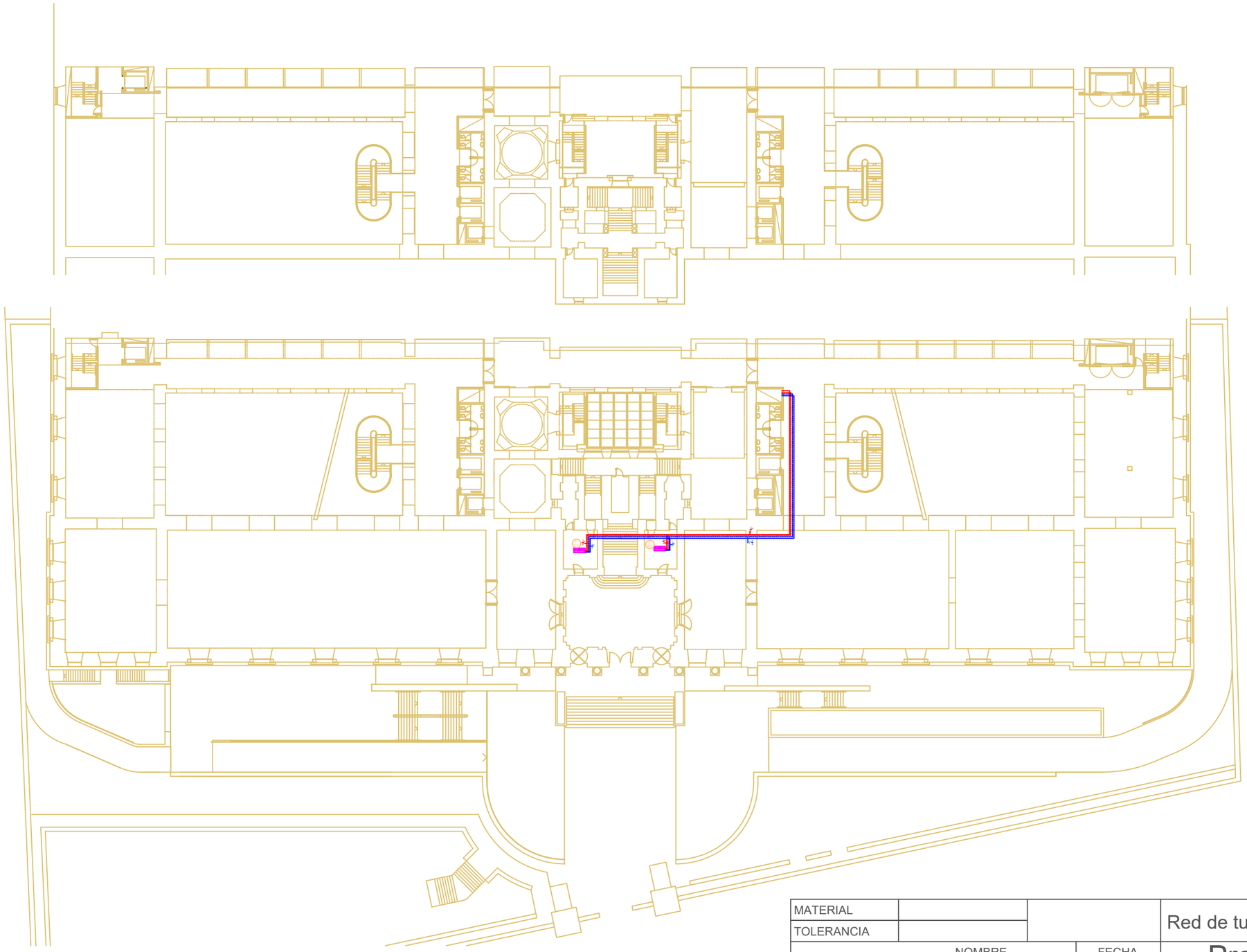
MATERIAL			Red de conductos galerías
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.4



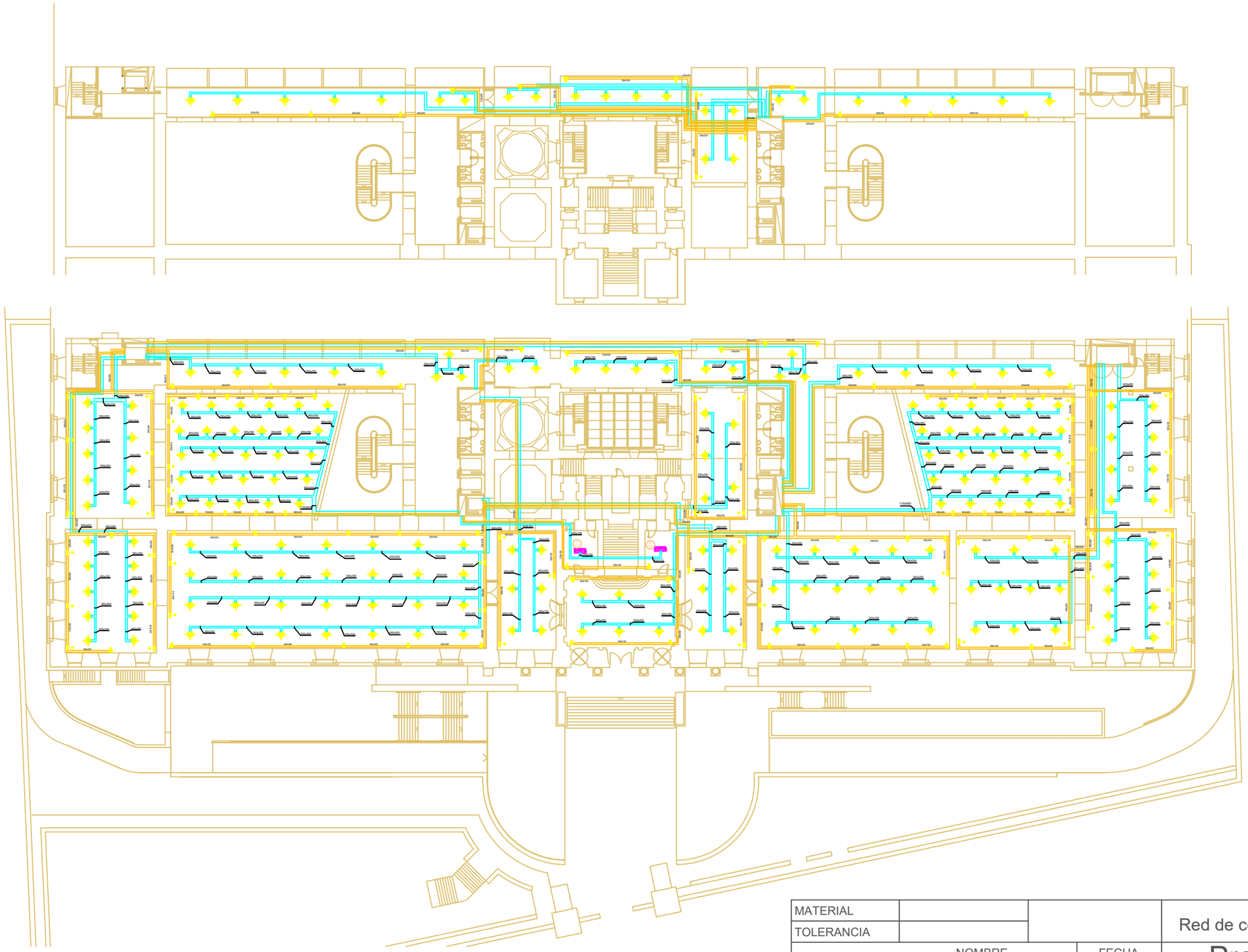
MATERIAL			Red de tuberías planta baja
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.5



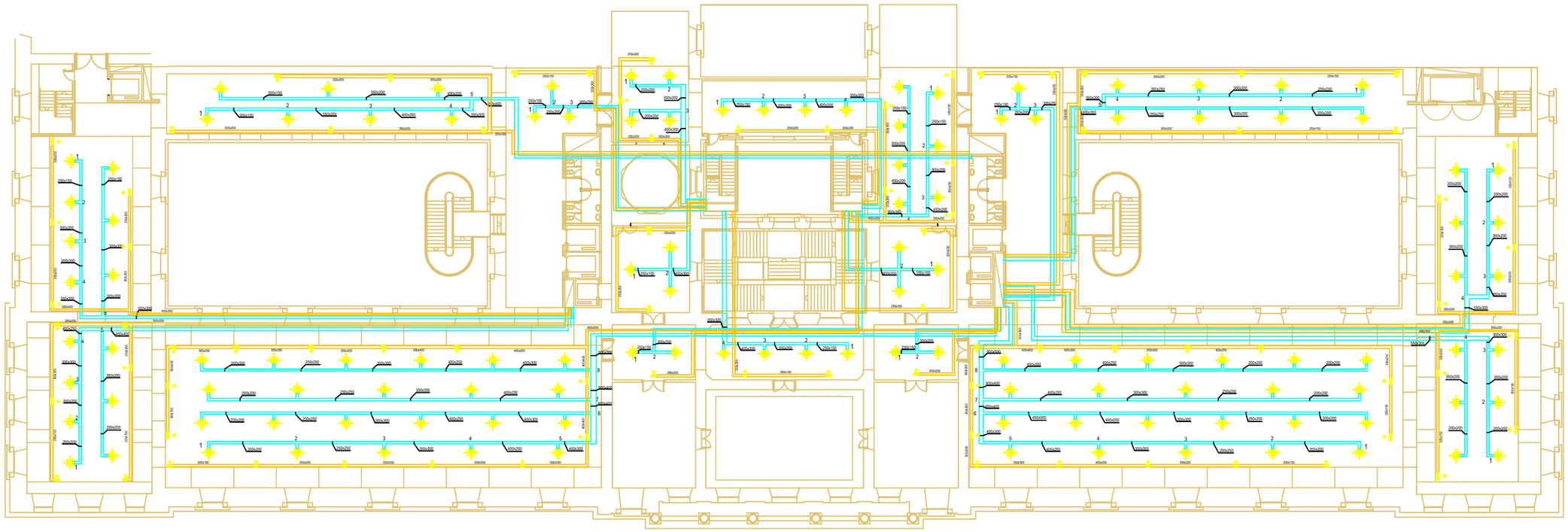
MATERIAL			Red de conductos planta baja
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.6



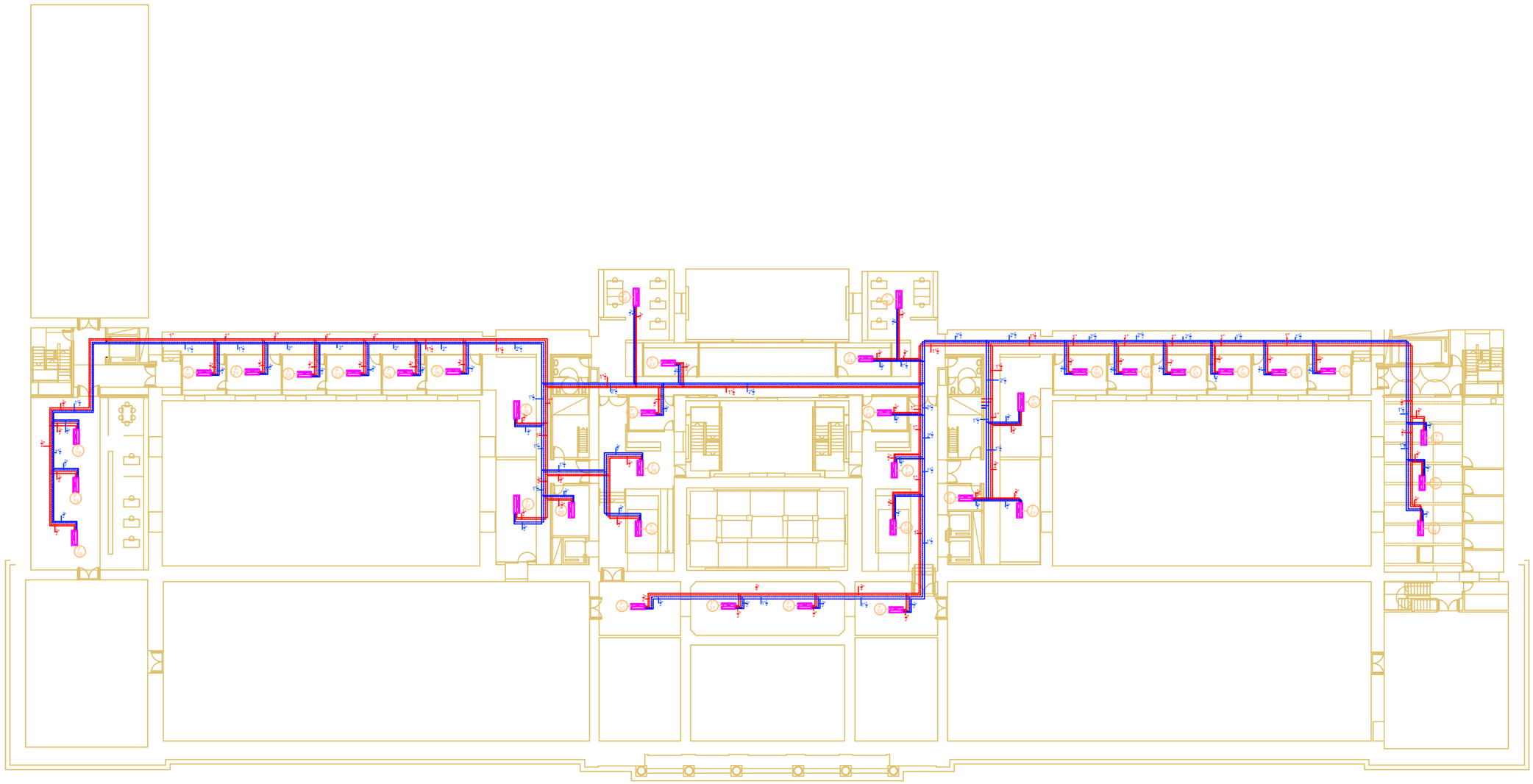
MATERIAL			Red de tuberías planta primera/entreplanta
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.7



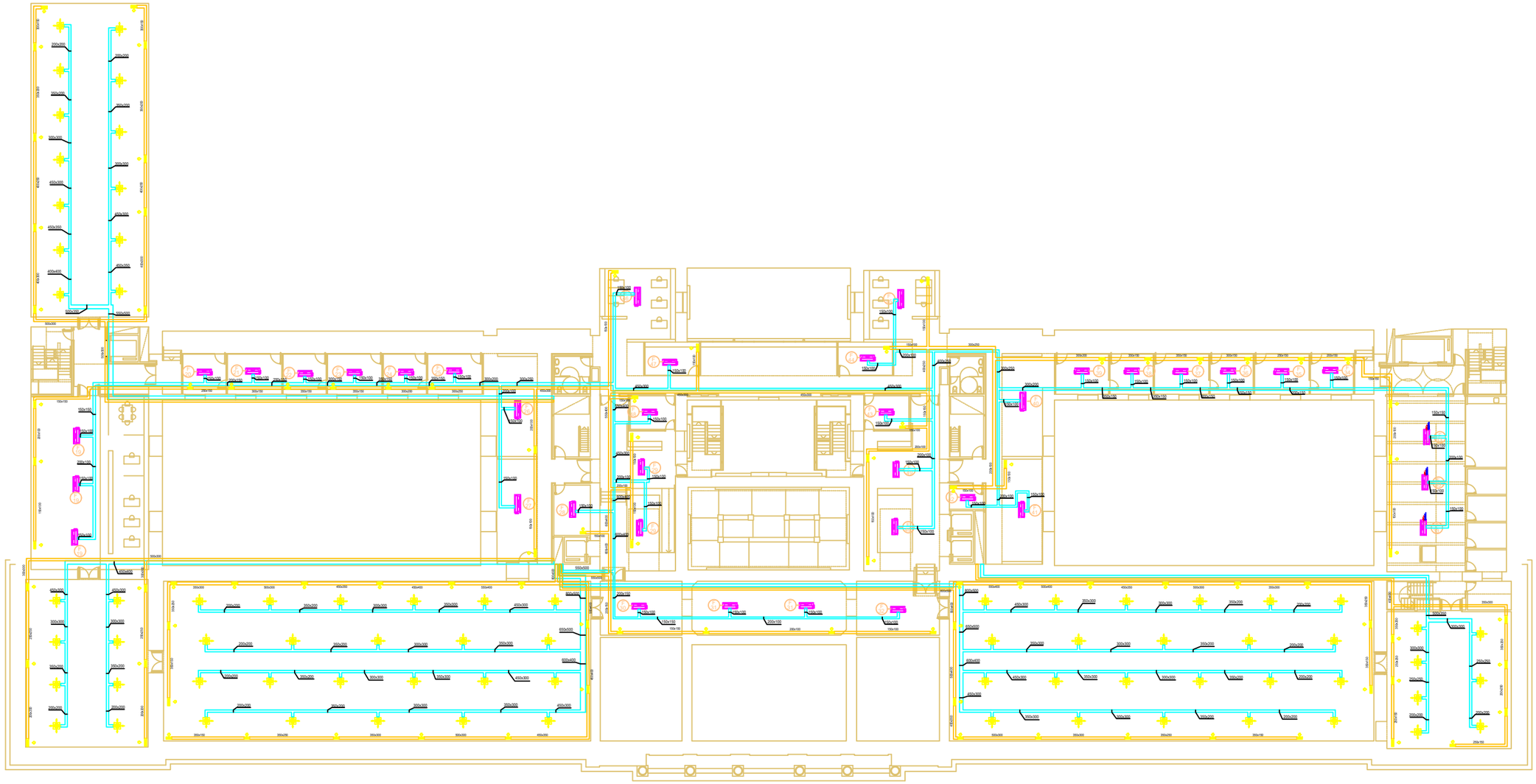
MATERIAL			Red de conductos planta primera/entreplanta
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.8



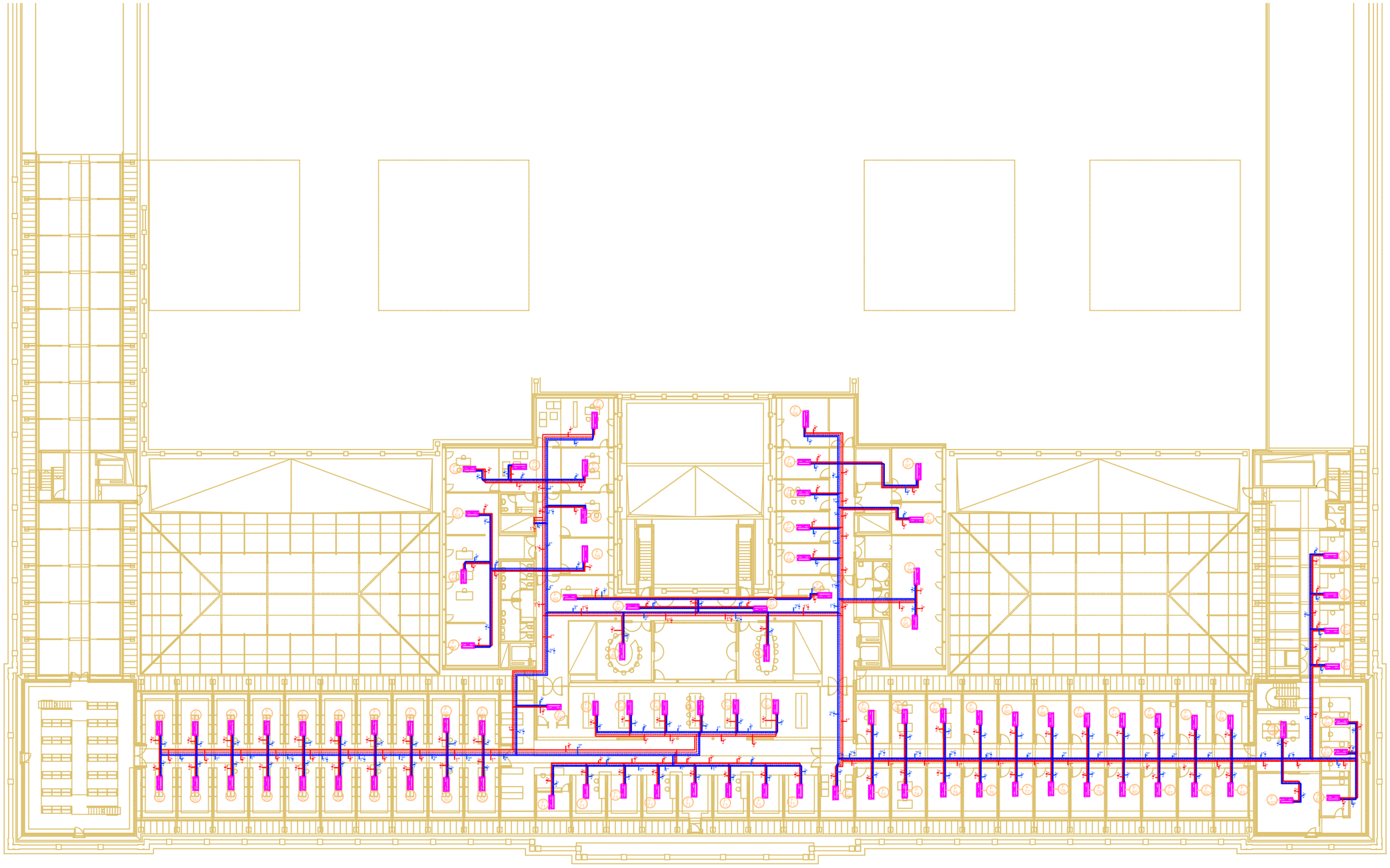
MATERIAL			Red de conductos planta segunda
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.9



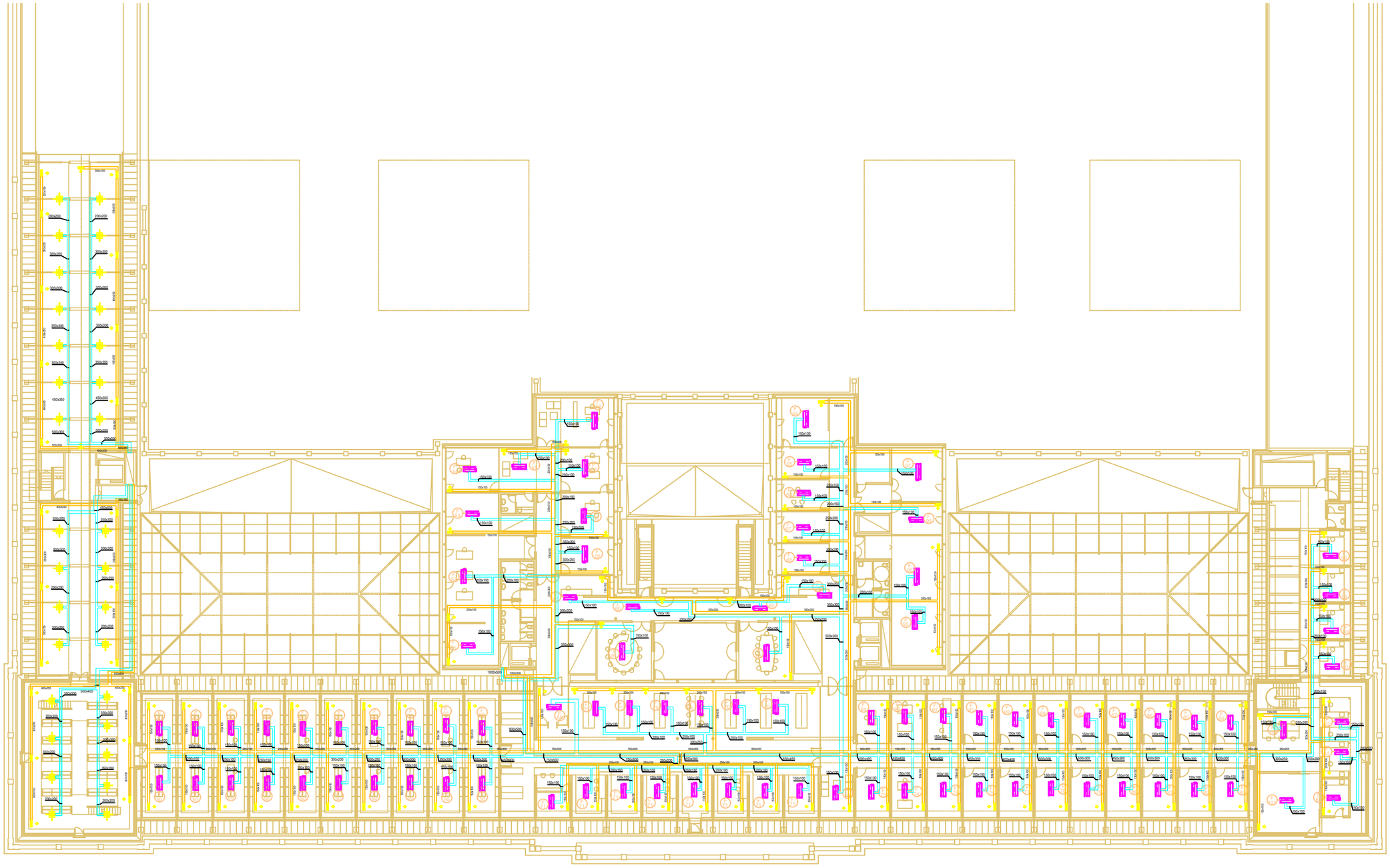
MATERIAL			Red de tuberías planta tercera
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.10



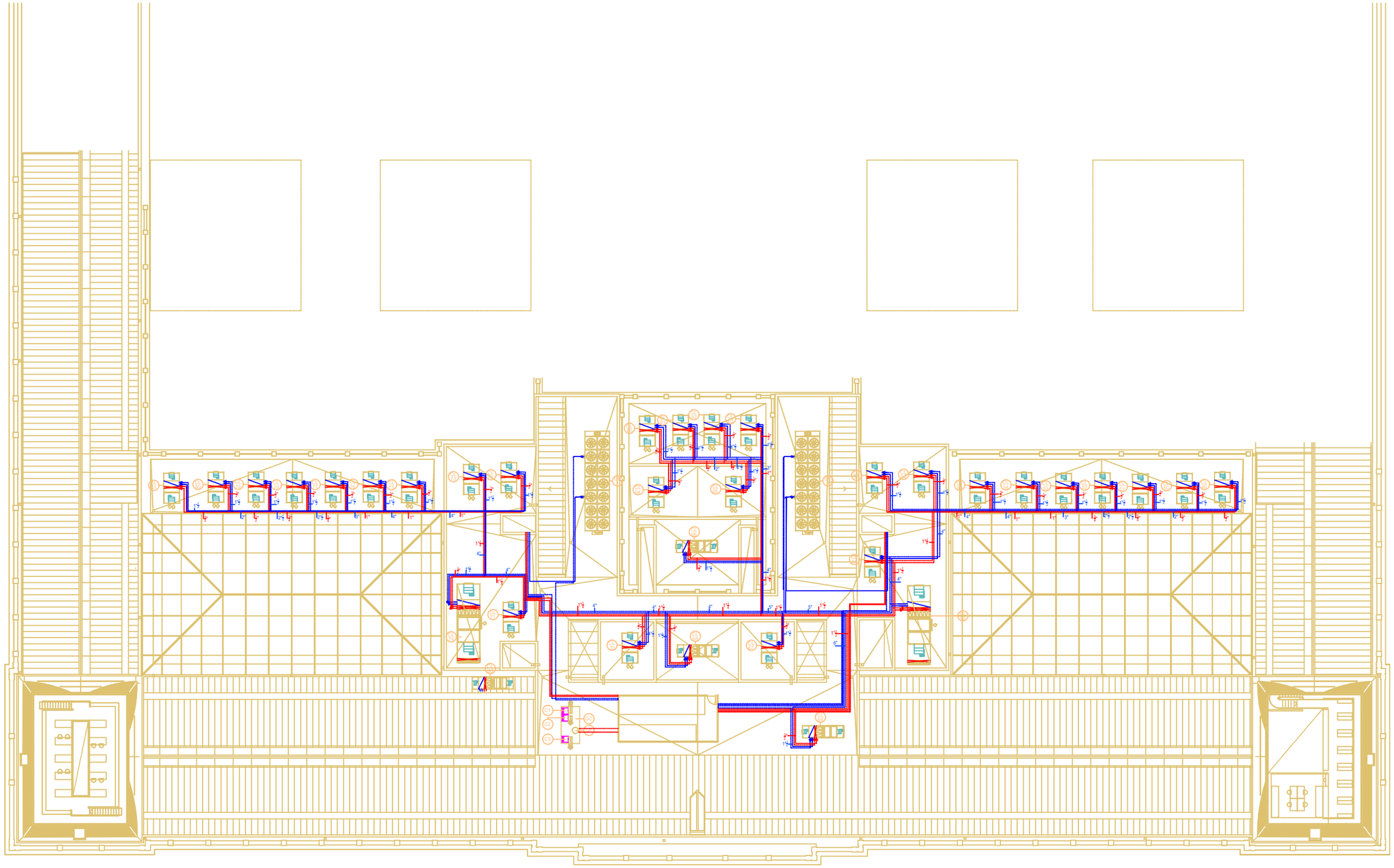
MATERIAL			Red de conductos planta tercera
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.11



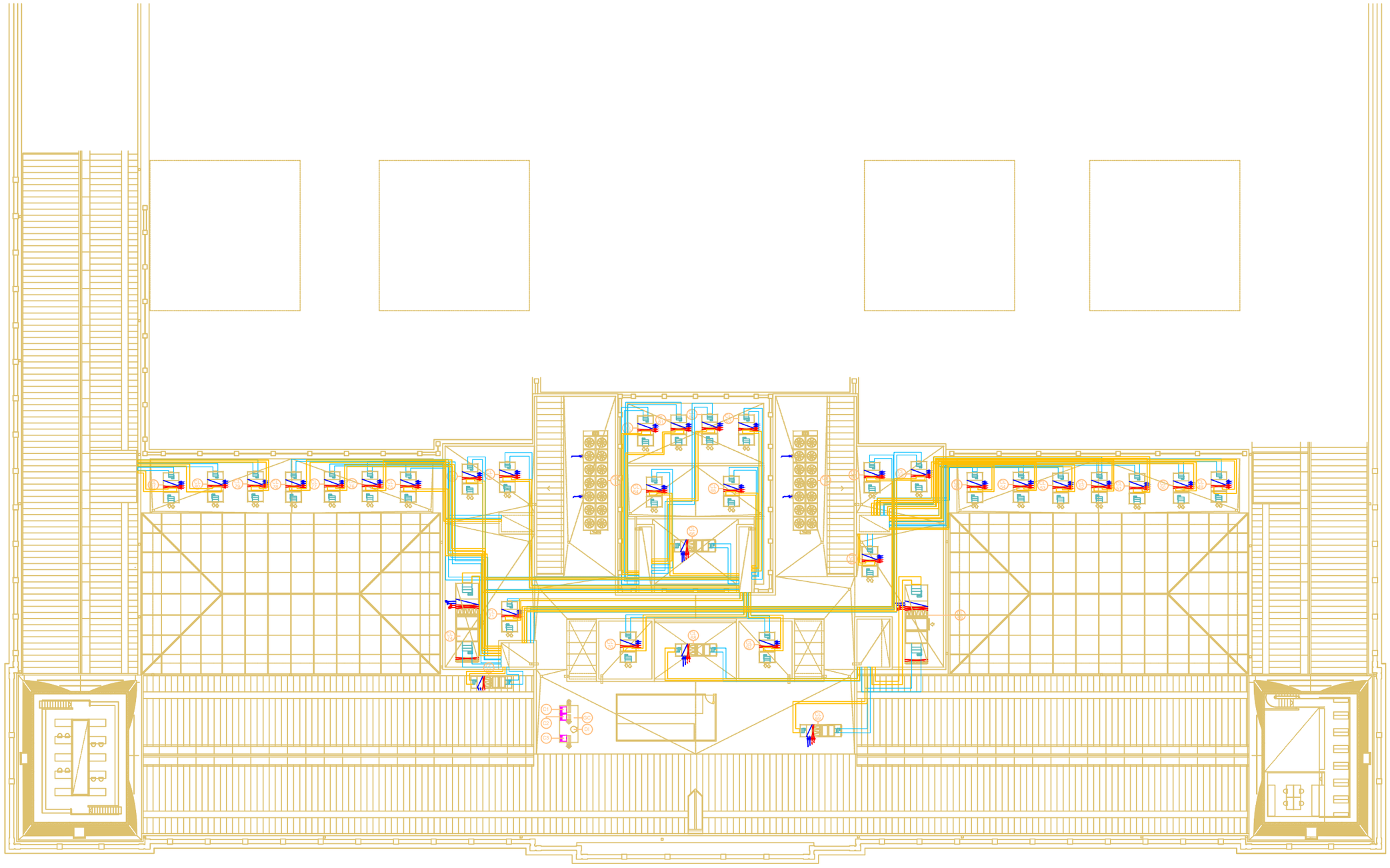
MATERIAL			Red de tuberías planta cuarta
TOLERANCIA			
NOMBRE		FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.12



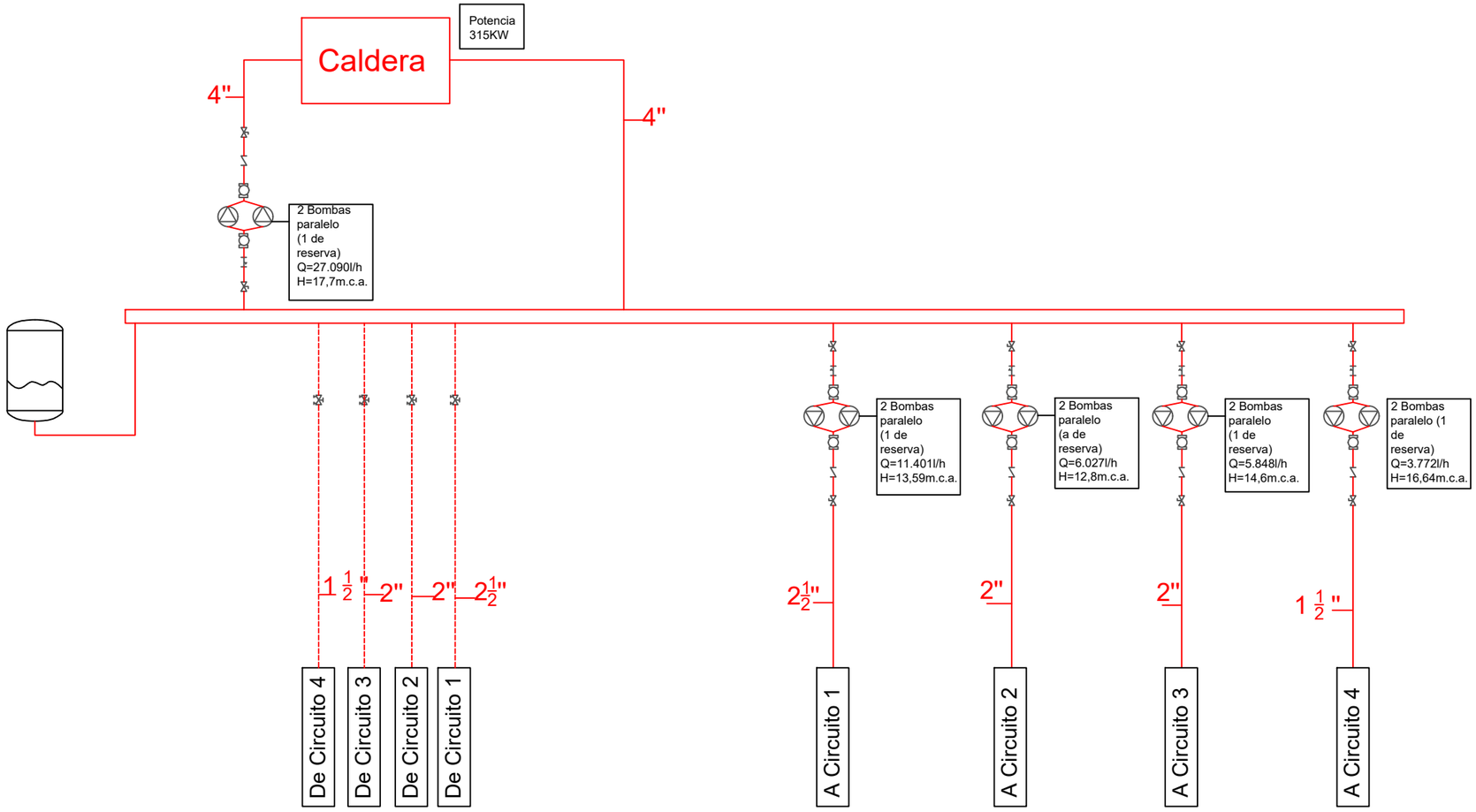
MATERIAL			Red de conductos planta cuarta
TOLERANCIA			
NOMBRE		FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.13



MATERIAL			Red de tuberías cubiertas
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.14



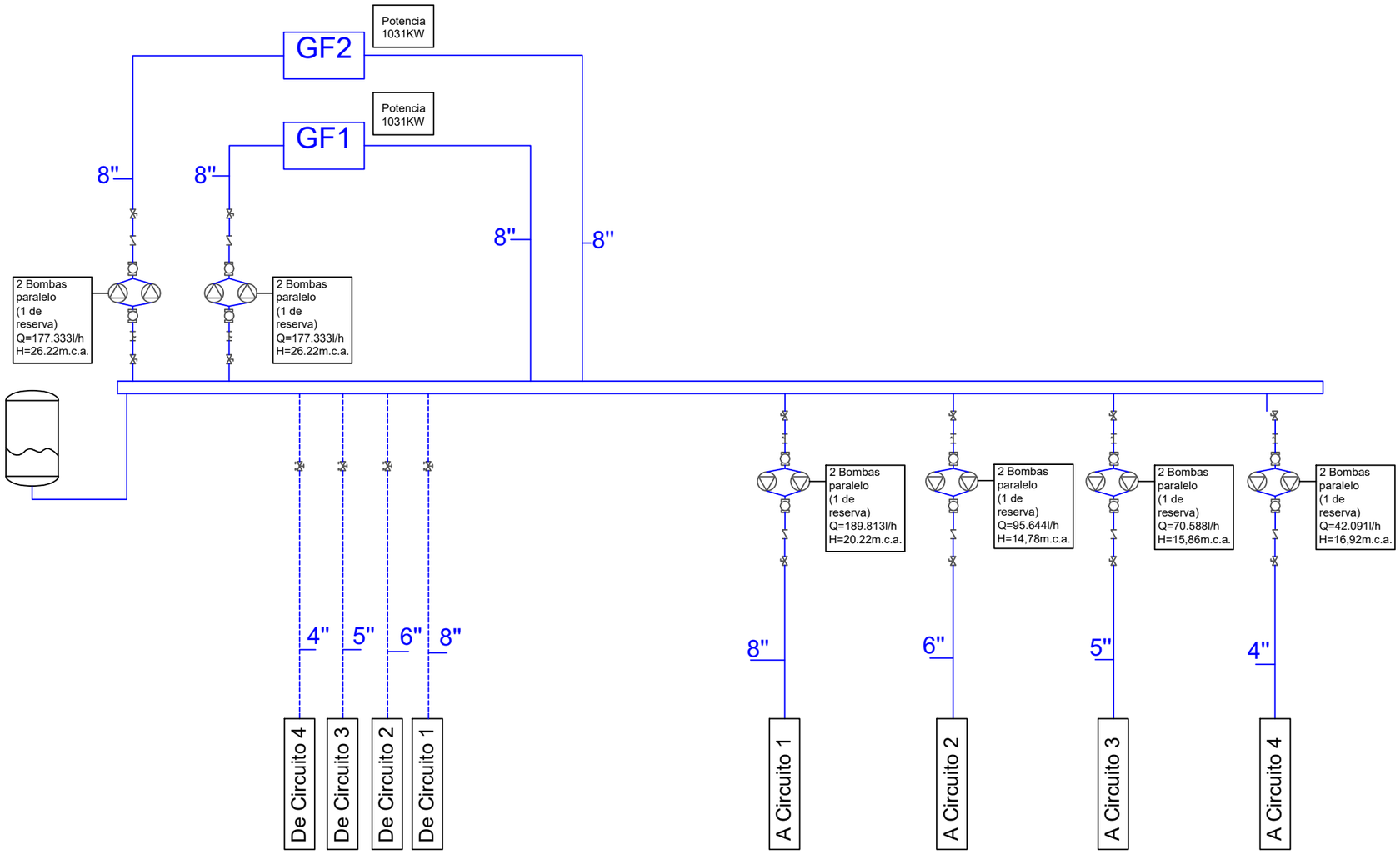
MATERIAL			Red de conductos cubiertas
TOLERANCIA			
NOMBRE		FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: 1:200	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 1.15



SIMBOLOGÍA	
	Bomba
	Manguito antivibratorio
	Válvula regulación micrométrica
	Válvula de corte tipo bola para Ø≤2" y tipo mariposa para Ø≥2"
	Filtro
	Válvula de retención

*Cotas en pulgadas

MATERIAL			Esquema de calor
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO	F.C.F		
ESCALA: -	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 2.1



SIMBOLOGÍA	
	Bomba
	Manguito antivibratorio
	Válvula regulación micrométrica
	Válvula de corte tipo bola para Ø≤2" y tipo mariposa para Ø≥2"
	Filtro
	Válvula de retención

*Cotas en pulgadas

MATERIAL			Esquema principio de frío
TOLERANCIA			
	NOMBRE	FECHA	Proyecto climatización de un museo
DIBUJADO	A. L. J.	15/07/18	
COMPROBADO			
ESCALA: -	FIRMA		I.C.A.I. — Nº DE LAMINA: 2.2