



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER
CLIMATIZACIÓN DE UN
CENTRO COMERCIAL EN JAÉN

Autor: Francisco de las Alas-Pumariño Gonzalo.

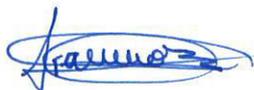
Director: Juan Antonio Hernández Bote.

Madrid

JULIO de 2020

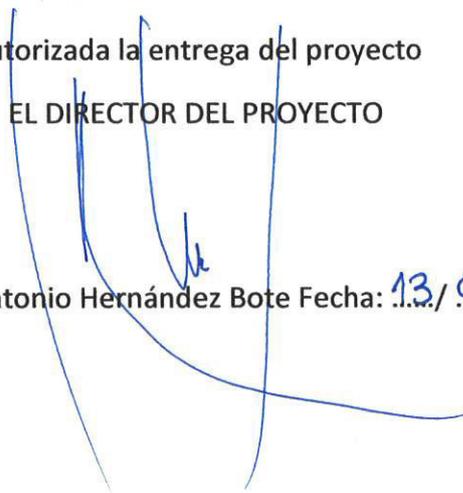
Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN JAEN
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2020-2021 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de
otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Francisco de las Alas-Pumariño Gonzalo Fecha: 13/07/2020



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Juan Antonio Hernández Bote Fecha: 13/07/2020



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER
CLIMATIZACIÓN DE UN
CENTRO COMERCIAL EN JAÉN

Autor: Francisco de las Alas-Pumariño Gonzalo.

Director: Juan Antonio Hernández Bote.

Madrid

JULIO de 2020

CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN JAEN

Autor: Alas-Pumariño, Francisco Nicolás de las.

Director: Hernández Bote, Juan Antonio

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto de fin de máster consiste en el diseño y definición de la instalación de climatización de un centro comercial situado en Jaén (Jaén). Los datos de partida son todos los referentes a la arquitectura del edificio por lo que la envolvente térmica queda definida. Se tendrán en cuenta las condiciones climatológicas más desfavorables tanto en régimen de invierno como en verano. Todo el diseño se hará acorde a la normativa vigente relativa a este tipo de infraestructura e instalación.

El edificio objeto de este proyecto está conformado por dos plantas, la planta baja y la planta plaza. Los tipos de espacios a climatizar son tres, la zona común (mall), los locales comerciales y los locales de ocio y restauración, cada uno de ellos tiene sus propias condiciones de uso y ocupación por lo que se deberán tratar de forma independiente a la hora de calcular las cargas térmicas asociadas. Entre las múltiples soluciones que ofrece el mercado para la climatización de dichos espacios se decide aplicar dos soluciones en función de la superficie del espacio a climatizar. Para todos los locales con superficie menor a mil metros cuadrados se proyecta un sistema aire-agua consistente en generación mediante bombas de calor, tuberías de transporte de agua y fancoils como unidades terminales. Para el resto de los locales se disponen equipos roof tops aire-aire para la generación, se transporta este aire ya tratado por conductos y se utilizan como unidades terminales difusores para la impulsión y rejillas para el retorno.

En cuanto a la metodología se deben calcular primeramente las cargas a vencer en cada uno de los espacios a climatizar tanto en invierno como en verano, en ambos casos en las condiciones más desfavorables. Para ello es necesario definir las condiciones tanto de humedad como de temperatura requeridas en el interior del edificio en ambas circunstancias.

En invierno este cálculo se realiza sobre el conjunto del edificio y se divide proporcionalmente con el área de los espacios a climatizar. Al ser las condiciones más desfavorables en circunstancias de uso y actividad nulas el único factor para tener en cuenta son las características de los cerramientos.

En verano sin embargo la situación más desfavorable es a pleno uso por lo que además de los cerramientos se debe tener en cuenta la ocupación, y las cargas internas debidas a equipos e iluminación en cada local. De esta forma además del cálculo de todo el edificio se realiza un cálculo de cargas de manera pormenorizada para cada local.

En ambas situaciones se asume que las pérdidas por infiltraciones son nulas al estar el interior del edificio sobrepresionado con el exterior.

En el caso de la zona de mall se divide está en zonas de forma que se pueda plantear un sistema de climatización capaz de vencer las cargas de cada zona.

Una vez conocidas las cargas se debe calcular tanto el caudal de agua como de aire necesarios para vencer las cargas térmicas en cada local teniendo en cuenta la capacidad portante de calor de sendos fluidos, esto permite a su vez dimensionar tanto los conductos como las tuberías que deben llegar a cada espacio de forma que se cumplan las condiciones de velocidad que exige para cada uno de ellos el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE).

A la hora de definir los diámetros de las tuberías es necesario proyectar la instalación. Esto permite conocer los caudales crecientes a través de la instalación y conocido dicho caudal se define el diámetro de tubería asociado. Se deciden proyectar quince sistemas de tuberías independientes para cubrir todo el edificio. Los sistemas se dividen en ramales de forma que una única bomba e impulsión trabaja en cada uno de los quince sistemas. Para definir la potencia de impulsión de dicha bomba se debe evaluar cada una de las ramas que surte y dicha bomba debe vencer la pérdida de carga más desfavorable del sistema.

Se proyecta sistema de tuberías en dos tubos por lo que tanto las cargas de invierno como las de verano deben poder ser vencidas por la cantidad de agua que discurre por las tuberías, por tanto estas últimas se dimensionan con respecto a la carga más desfavorable, en este caso verano. Esta característica del sistema de tuberías hace que no se pueda proporcionar frío y calor simultáneamente a los locales lo que motiva la elección de bombas de calor reversibles para generar la energía primaria y no enfriadoras y calderas que podría ser otra solución válida.

En cubierta se reúnen los caudales de los quince sistemas de forma que puedan ser tratados por las bombas de calor. Sabiendo cual es la carga térmica total a vencer en la instalación de agua se proyecta el tamaño de las bombas de calor encargadas de vencer dichas cargas. Se reúne el caudal de los diversos ramales mediante colectores de forma que aproximadamente un cuarto del caudal sea tratado por cada una de las cuatro bombas de calor proyectadas. Se sobredimensiona la potencia de dichas bombas de forma que en caso de fallo de alguno de los equipos la carga pueda ser vencida puntualmente por los otros tres.

Este sistema se debe complementar con ventilación ya que los fancoils pueden combatir las cargas térmicas pero no son capaces de proporcionar la renovación de aire.

En cuanto a los conductos, para dimensionarlos, también es necesario proyectar la disposición de la instalación. En el caso de los locales de superficie mayor a mil metros se decide que sean varios sistemas de conductos los que se proyecten en cada uno de ellos debido a que un solo equipo no es capaz de cubrir las necesidades climáticas de dichos locales tal y como se hizo con la zona del mall. Esta decisión presenta la ventaja de que en caso de fallo de alguno de los equipos las cargas térmicas puedan ser vencidas al menos parcialmente por los equipos restantes como ocurre también en la zona de mall.

Se decide proyectar instalaciones simétricas (teniendo en cuenta las peculiaridades en cuanto a pérdida de carga de cada uno de los elementos como codos, cambios de sección, bocas de impulsión y retorno. De esta forma el caudal de aire asociado al espacio a climatizar se divide proporcionalmente entre el número de sistemas asociados a dicho espacio, entre las cuatro ramas de cada sistema y a su vez entre el número de bocas de

impulsión. A continuación se debe definir donde se sitúan las bocas de impulsión y retorno.

El tamaño del conducto se define calculando cuanto caudal de aire contiene cada tramo sabiendo cuantas bocas de impulsión ya han impulsado su parte proporcional de aire en ese ramal.

Los conductos de retorno contendrán menor caudal de aire ya que la ventilación se produce directamente en los equipos de generación de energía primaria, en este caso los roof tops. Las dimensiones de dichos conductos son las mismas que los de impulsión ya que la velocidad de retorno debe ser inferior a la de impulsión según indica el RITE.

De esta forma se proyectan 30 sistemas de conductos y para cada uno de ellos se elige un equipo roof top capaz de vencer las cargas térmicas asociadas a cada espacio y las pérdidas de carga asociadas a cada uno de los citados sistemas. El funcionamiento de estos sistemas por tanto es independiente del resto.

En el proyecto se encuentran también planos asociados la instalación de tuberías y conductos de forma que la instalación quede completamente definida.

Incluye también un presupuesto en el que se refleja el coste de materiales y equipos con una partida asociada a la realización de la instalación y legalización del proyecto. Con este mismo fin se incluye un pliego de condiciones que recoge las especificaciones técnicas y las condiciones no especificadas en la memoria.

AIR CONDITIONING OF A SHOPPING CENTRE IN JAEN

This end-of-master's project consists of the design and definition of the air-conditioning installation of a shopping centre located in Jaén (Jaén). The initial data are all those referring to the architecture of the building so the thermal envelope is defined. The most unfavourable climatic conditions will be taken into account both in winter and in summer. All the design will be done according to the current regulations concerning this type of infrastructure and installation.

The building that is the object of this project is made up of two floors, the ground floor and the first floor. The types of spaces to be air-conditioned are three: the common area (mall), the commercial premises and the leisure and restaurant premises. Each of these has its own conditions of use and occupation, so they must be treated independently when calculating the associated thermal loads. Among the multiple solutions offered by the market for the air conditioning of these spaces, it was decided to apply two solutions depending on the surface area of the space to be air conditioned. For all premises with a surface area of less than one thousand square metres, an air-water system is designed consisting of heat pump generation, water transport pipes and fan coil units as terminal units. For the rest of the premises, air-to-air roof units are available for generation, this air is transported by ducts and used as terminal units for diffusers for supply and grilles for return.

As for the methodology, the loads to be overcome in each of the spaces to be air-conditioned must first be calculated, both in winter and in summer, in both cases under the most unfavourable conditions. For this it is necessary to define the conditions of both humidity and temperature required inside the building in both circumstances.

In winter, this calculation is performed on the whole building and is divided proportionally with the area of the spaces to be air-conditioned. As the conditions are most unfavourable in circumstances of use and zero activity, the only factor to take into account is the characteristics of the enclosures.

In summer, however, the most unfavourable situation is in full use, so in addition to the enclosures, the occupation and internal loads due to equipment and lighting in each room must be taken into account. In this way, in addition to the calculation of the entire building, a detailed load calculation is carried out for each room.

In both situations, it is assumed that the losses due to infiltration are nil, as the interior of the building is overpressured with the exterior.

In the case of the zone of mall it is divided in zones so that a system of air conditioning can be raised capable of overcoming the loads of every zone.

Once the loads are known, the flow of water and air necessary to overcome the thermal loads in each room must be calculated, taking into account the heat-carrying capacity of each fluid. This allows the sizing of both the ducts and the pipes that must reach each space so that the speed conditions required for each one of them by the Regulations on Thermal Installations in Buildings (RITE) are met.

When defining the diameters of the pipes, it is necessary to project the installation. This allows to know the increasing flows through the installation and knowing this flow, the associated pipe diameter is defined. It was decided to design fifteen independent pipe systems to cover the whole building. The systems are divided into branches so that a single pump and impulsion works in each of the fifteen systems. In order to define the power of impulse of this pump, each one of the branches must be evaluated and this pump must overcome the most unfavourable pressure drop of the system.

A two-pipe system is designed, so both the winter and summer loads must be able to be overcome by the amount of water that flows through the pipes, so the latter are sized with respect to the most unfavourable load, in this case summer. This characteristic of the pipe system means that it is not possible to provide cooling and heating simultaneously to the rooms, which is why the choice of reversible heat pumps to generate the primary energy and not chillers and boilers could be another valid solution.

On the roof, the flow rates of the fifteen systems are brought together so that they can be treated by the heat pumps. Knowing which is the total thermal load to overcome in the water installation, the size of the heat pumps in charge of overcoming these loads is projected. The flow of the various branches is collected by means of collectors so that approximately one quarter of the flow is treated by each of the four projected heat pumps. The power of these pumps is over-dimensioned so that in the event of failure of any of the equipment the load can be overcome on time by the other three.

This system must be complemented with ventilation as the fan coils can combat the thermal loads but are not capable of providing air renewal.

As for the ducts, in order to size them, it is also necessary to project the layout of the installation. In the case of premises with a surface area greater than one thousand metres, it was decided that several duct systems should be designed in each one of them because a single unit is not capable of covering the climatic needs of these premises as was done in the mall area. This decision has the advantage that in case of failure of any of the equipment the thermal loads can be at least partially overcome by the remaining equipment as it also happens in the mall area.

It was decided to design symmetrical installations (taking into account the peculiarities in terms of pressure loss of each of the elements such as elbows, changes of section, supply and return openings). In this way the air flow associated with the space to be air-conditioned is divided proportionally between the number of systems associated with this space, between the four branches of each system and in turn between the number of supply openings. Next, the location of the supply and return air outlets must be defined.

The size of the duct is defined by calculating how much air is contained in each section, knowing how many supply air nozzles have already discharged their proportional share of the air into that section.

The return ducts will contain less air flow since the ventilation is produced directly in the primary energy generation equipment, in this case the roof tops. The dimensions of these ducts are the same as the supply ducts, since the return air velocity must be lower than the supply air velocity as indicated by the RITE.

In this way, 30 duct systems are designed and for each one of them a rooftop unit is chosen that is capable of overcoming the thermal loads associated with each space and the load losses associated with each of the aforementioned systems. The operation of these systems is therefore independent from the rest.

The project also includes plans associated with the installation of pipes and ducts so that the installation is completely defined.

It also includes a budget in which the cost of materials and equipment is reflected with an item associated with the installation and legalisation of the project. For the same purpose, a set of specifications is included that includes the technical specifications and conditions not specified in the report.

Índice

Documento I. Memoria

Documento II. Presupuesto

Documento III. Pliegos de condiciones

Documento IV. Planos

Documento I. Memoria

Índice

1	Objeto y alcance	1
1.1	Emplazamiento general del edificio	1
1.2	Metodología de trabajo	2
2	Normativa	4
3	Hipótesis de trabajo	5
3.1	Condiciones climáticas exteriores	5
3.2	Ocupación	6
3.3	Coeficientes de transmisión	6
3.4	Factor de reducción solar	6
3.5	Cargas internas	6
3.6	Renovación del aire.....	7
4	Criterios de diseño	11
4.1	Dimensionado de los conductos.....	11
4.2	Aislamiento de conductos y acabados.....	11
4.3	Niveles sonoros.....	11
4.4	Saltos térmicos en ambientes.....	12
4.5	Dimensionado de tubería	12
4.6	Aislamiento de tuberías y acabados	12
5	Descripción de la instalación	13
5.1	Introducción.....	13
5.2	Cálculo de cargas térmicas.....	14
5.3	Dimensionado de tuberías.....	22
5.4	Dimensionamiento de conductos	34
5.5	Selección de equipos	44
6	Justificación del cumplimiento del R.I.T.E.	59
7	Requisitos de seguridad	60
8	Bibliografía	61
9	Anexos	62
9.1	Anexo I Objetivos de Desarrollo Sostenibles	62
9.2	Anexo II Cálculos	64

Índice de imágenes

<i>Imagen 1 Emplazamiento de Jaén en España</i>	<i>1</i>
<i>Imagen 2 Uso zonas planta baja</i>	<i>2</i>
<i>Imagen 3 Uso zonas planta plaza.....</i>	<i>2</i>
<i>Imagen 4 Condiciones climáticas Jaén</i>	<i>5</i>
<i>Imagen 5 Ciclo refrigeración.....</i>	<i>13</i>
<i>Imagen 6 Sistema de 2 tubos.....</i>	<i>22</i>
<i>Imagen 7 Conexión batería climatizadores</i>	<i>27</i>
<i>Imagen 8 Conexión elementos terminales (fancoils).....</i>	<i>27</i>
<i>Imagen 9 Perdida de carga asociada a valvulería</i>	<i>28</i>
<i>Imagen 10 Conexión bombeo.....</i>	<i>28</i>
<i>Imagen 11 Grafico de selección de diámetro de conducto.....</i>	<i>36</i>
<i>Imagen 12 Grafico calculo conducto rectangular.....</i>	<i>38</i>
<i>Imagen 13 Ciclo bomba de calor</i>	<i>45</i>
<i>Imagen 14 Catalogo bomba de calor Carrier</i>	<i>47</i>
<i>Imagen 15 Diagrama de funcionamiento bomba de calor.....</i>	<i>48</i>
<i>Imagen 16 Catálogo fancoils Carrier 42GW</i>	<i>55</i>
<i>Imagen 17 Catalogo roof tops Trane.....</i>	<i>57</i>
<i>Imagen 18 Catalogo roof tops Hitecsa</i>	<i>57</i>
<i>Imagen 19 Diagrama de funcionamiento rooftop.....</i>	<i>58</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Usos y superficies.....</i>	<i>2</i>
<i>Tabla 2 Caudales de ventilación en locales de ocio y Restauración</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 3 Caudales de ventilación en zona mall.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 4 Caudales de ventilación en locales comerciales 1.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 5 Caudales de ventilación en locales comerciales 2.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 6 Caudales de ventilación en locales comerciales 3.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 7 Caudales de ventilación en locales comerciales 4.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 8 Cálculo de cargas térmicas zona mall.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 9 Cálculo de cargas térmicas locales restauración</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 10 Cálculo de cargas térmicas locales comerciales 1</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 11 Cálculo de cargas térmicas locales comerciales 2</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 12 Cálculo de cargas térmicas locales comerciales 3</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 13 Cálculo de cargas térmicas locales comerciales 1</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 14 Cálculo de caudales tuberías 2</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 15 Cálculo de caudales tuberías 1</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 16 Cálculo de caudales tuberías 3</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 17 Cálculo de caudales tuberías 4</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 18 Cálculo de caudales tuberías 5</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 19 Selección de diámetro de tubería</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 20 Dimensionamiento de tuberías PB2.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 21 Dimensionamiento de tuberías PB1.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 22 Dimensionamiento de tuberías PB3.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 23 Dimensionamiento de tuberías PB4.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 24 Dimensionamiento de tuberías PB6.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 25 Dimensionamiento de tuberías PB5.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 26 Dimensionamiento de tuberías PP2.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 27 Dimensionamiento de tuberías PP1.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 28 Dimensionamiento de tuberías PB7.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 29 Dimensionamiento de tuberías PP4.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 30 Dimensionamiento de tuberías PP3.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 31 Dimensionamiento de tuberías PP5.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 32 Dimensionamiento de tuberías PP6.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 33 Dimensionamiento de tuberías PP8.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 34 Dimensionamiento de tuberías PP7.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 35 Cálculo de caudales de aire en conductos zona mall</i>	<i>35</i>

<i>Tabla 36 Cálculo de caudales de aire en conductos locales comerciales >1000m²</i>	35
<i>Tabla 37 Selección conductos zona mall PB3</i>	39
<i>Tabla 38 Selección conductos zona mall PB4</i>	39
<i>Tabla 39 Selección conductos zona mall PB2</i>	39
<i>Tabla 40 Selección conductos zona mall PB1</i>	39
<i>Tabla 41 Selección conductos zona mall PB6</i>	40
<i>Tabla 42 Selección conductos zona mall PB5</i>	40
<i>Tabla 43 Selección conductos zona mall PB8</i>	40
<i>Tabla 44 Selección conductos zona mall PB7</i>	40
<i>Tabla 45 Selección conductos zona mall PP2</i>	41
<i>Tabla 46 Selección conductos zona mall PB9</i>	41
<i>Tabla 47 Selección conductos zona mall PP1</i>	41
<i>Tabla 48 Selección conductos zona mall PP3</i>	41
<i>Tabla 49 Selección conductos zona mall PP7</i>	42
<i>Tabla 50 Selección conductos zona mall PP6</i>	42
<i>Tabla 51 Selección conductos zona mall PP5</i>	42
<i>Tabla 52 Selección conductos zona mall PP4</i>	42
<i>Tabla 53 Selección conductos zona mall Lc0037</i>	43
<i>Tabla 54 Selección conductos zona mall Lc001</i>	43
<i>Tabla 55 Selección conductos zona mall Lc1.127</i>	43
<i>Tabla 56 Selección conductos zona mall Lc0040</i>	43
<i>Tabla 57 Selección conductos zona mall Lc1.154</i>	44
<i>Tabla 58 Selección de bombas de calor: energía primaria agua</i>	46
<i>Tabla 59 Selección de bombas de impulsión: modelo y características</i>	48
<i>Tabla 60 Selección de fancoils locales de ocio y restauración</i>	50
<i>Tabla 61 Selección de fancoils locales comerciales 1</i>	51
<i>Tabla 62 Selección de fancoils locales comerciales 2</i>	52
<i>Tabla 63 Selección de fancoils locales comerciales 3</i>	53
<i>Tabla 64 Selección de fancoils locales comerciales 4</i>	54
<i>Tabla 65 Selección de rooftops locales >1000m²</i>	56
<i>Tabla 66 Selección de rooftops zona mall</i>	56
<i>Tabla 67 Objetivos de Desarrollo Sostenible</i>	62

1 Objeto y alcance

El proyecto que aquí se presenta consiste en el diseño de la instalación climatización de un centro comercial ubicado en la provincia de Jaén (Comunidad Autónoma de Andalucía) ajustando dicho diseño a los requerimientos técnicos y legales de este tipo de edificios.

Siendo este edificio abierto al público se debe proporcionar unas condiciones ambientales apropiadas para el mismo, así como para los trabajadores del centro. Además, otro factor de peso será la eficiencia y el ahorro energético. El alcance de esta instalación será la refrigeración y la calefacción. Cabe destacar también que las características de envolvente térmica del edificio son fijas y la instalación debe adaptarse a ellas.

1.1 Emplazamiento general del edificio

Se sitúa en un solar a las afueras de la ciudad de Jaén. Para la obtención de los datos de las condiciones climáticas se utiliza la “Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyectos”. En concreto los datos de esta provincia se toman en Cerro de los Lirios

Altitud: 580m

Latitud: 37º

Longitud: 3º



Imagen 1 Emplazamiento de Jaén en España

El edificio cuenta con 2 plantas, la planta baja está dedicada principalmente a locales comerciales (verde) mientras que en la primera planta (planta plaza) encontramos parte de esta dedicada a locales comerciales y otra dedicada a ocio y restauración (azul). Cabe señalar

que además de estos locales se debe acometer el diseño del sistema de climatización para la zona común (mall) (rojo) cuya distribución se indica en las siguientes imágenes.



Imagen 2 Uso zonas planta baja



Imagen 3 Uso zonas planta plaza

De esta forma encontramos las siguientes superficies a climatizar según su uso:

Planta	Zona	Superficie [m ²]
Baja	Comercial	31338,18
Plaza	Comercial	10737,7
Baja	Mall	8086,7
Plaza	Mall	6777,16
Plaza	Ocio y restauración	6210,2

Tabla 1 Usos y superficies

1.2 Metodología de trabajo

Para realizar este proyecto lo primero será definir el alcance. Se debe definir las zonas del edificio a climatizar como se indica en el apartado anterior. Después de esto se calcularán las

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

cargas térmicas en las condiciones más desfavorables tanto de invierno como de verano Para realizar estos cálculos se tendrán en cuenta factores como la orientación del edificio, los datos de envolvente térmica del mismo y los usos de los espacios a climatizar.

A continuación, se diseñará un sistema de conductos y tuberías que permitan que todas las zonas del edificio estén correctamente climatizadas reflejando la disposición del sistema en el plano del edificio y se seleccionarán equipos de climatización que puedan vencer las cargas térmicas del edificio. Se tendrán en cuenta factores económicos a la hora de su selección. Se elegirá un emplazamiento para ellos en el edificio. A su vez se definirán las rejillas, toberas y fancoils del sistema.

Finalmente se calculará el presupuesto correspondiente a la adquisición de equipos y materiales y la posterior instalación del sistema en el edificio.

2 Normativa

La instalación de climatización cumplirá en todos los aspectos, tanto en los equipos suministrados como en el montaje, toda la normativa legal vigente. A continuación, se indica una relación de normas que se aplicarán en lo que afecta a la instalación de climatización:

- Real Decreto 1218/2002 de 22 de Noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1751/1998 de 31 de Julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, así como sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1751/1998 de 31 de Julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITE).
- Norma básica de la edificación. "Condiciones Acústicas en los Edificios" NBE-CA-88 (B.O.E. 8/10/88)
- Norma básica de la edificación "Condiciones Térmicas en los Edificios", NBE-CT-79
- Ordenanzas municipales y de la Comunidad Autónoma de Andalucía
- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas (B.O.E. 6/12/77) e instrucciones técnicas complementarias (B.O.E. 3/2/78)
- Reglamento de Aparatos a Presión (B.O.E. 29/5/79) e instrucciones complementarias, así como sus sucesivas modificaciones.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión RD 842/2002 (2 de Agosto 2002)
- Normativa UNE de aplicación
- Normas Tecnológicas de la Edificación
- Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento de Jaén
- Ordenanzas de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Jaén

3 Hipótesis de trabajo

Para realizar el diseño de las instalaciones de climatización que son alcance de este proyecto se cuenta con los siguientes datos de partida:

3.1 Condiciones climáticas exteriores

Para la realización del proyecto se debe partir de una serie de Hipótesis de diseño que permitan la correcta selección y dimensionado de la instalación.

3.1.1 Condiciones climatológicas exteriores

Por proximidad se aplicarán las condiciones climatológicas de Jaén, según la norma UNE 10001:2001 con el nivel percentil 1% en verano y 99% en invierno.

De esta forma en verano:

- Temperatura seca: 36°C
- Temperatura húmeda coincidente: 23,6°C

Por otro lado, en invierno:

- Temperatura seca: 0,8°C

Provincia	Estación		Indicativo				
Jaén	Jaén (Cerro de los Lirios)		5270B				
UBICACIÓN: ENTORNO CIUDAD			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO				
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
580	37°46'40"	03°48'27"W	16.724	14.322			
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)							
TSMIN (°C)	TS _{99,6} (°C)	TS ₉₉ (°C)	OMDC (°C)	HUMcoín (%)	OMA (°C)		
-7,8	0,8	2,6	7,5	74,7	35,2		
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)							
TSMAX (°C)	TS _{0,4} (°C)	THC _{0,4} (°C)	TS ₁ (°C)	THC ₁ (°C)	TS ₂ (°C)	THC ₂ (°C)	OMDR (°C)
41,2	36,0	23,4	35,0	22,9	33,9	22,5	13,0
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)							
TH _{0,4} (°C)	TSC _{0,4} (°C)	TH ₁ (°C)	TSC ₁ (°C)	TH ₂ (°C)	TSC ₂ (°C)		
23,9	23,9	23,2	23,2	22,4	22,4		

Imagen 4 Condiciones climáticas Jaén

3.1.2 Condiciones psicrométricas ambientales

Se indican a continuación las condiciones climáticas buscadas en el interior del edificio. Estas también dependen de la estacionalidad. Las mismas se recomiendan en el apartado correspondiente del RITE y en general en la norma UNE-EN-ISO 7730:2006. ("Ergonomía del ambiente térmico")

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Verano

Zona	Temp.seca	H.relat.
General	25±1°C	50±5 %

Invierno

Zona	Temp.seca
General	22 ±1°C

3.2 Ocupación

Para realizar el cálculo de cargas internas se deben considerar cierto nivel de ocupación para los diferentes espacios del edificio según su uso. A este efecto se han previsto las siguientes ocupaciones:

- Mall y zonas comunes: 1 persona cada 15 m²
- Locales comerciales: 1 persona cada 15 m²
- Locales de restauración: 1 persona cada 5 m²
- Oficina 1 persona cada 10 m²

3.3 Coeficientes de transmisión

Los coeficientes de transmisión se calculan teniendo en cuenta los materiales de construcción empleados, así como los espesores de los cerramientos, según NBE-CT-79.

De estos cálculos resultan los siguientes valores:

- Muro exterior: 0,37 W/m²°C
- Lucernario: 2,77 W/m²°C
- Puertas: 3'95 W/m²°C
- Suelo con local no calefactado: 0,47 W/m²°C
- Cubierta: 0'38 W/m²°C

3.4 Factor de reducción solar

El factor solar considerado es de 0,603.

3.5 Cargas internas

Las cargas internas productoras de calor en este proyecto son las que se indican a continuación:

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

3.5.1 Personas

La carga generada por las personas es independiente del uso del local y para este proyecto es:

- Carga latente por persona en el área del centro comercial 60.1 W
- Carga sensible por persona en el área del centro comercial 71.8 W

3.5.2 Iluminación

La carga generada por las luminarias depende del uso del local:

- Zona común (mall): 50 W/m²
- Locales comerciales y de restauración 60 W/m²

3.5.3 Equipos

Sobre todo, en los locales de restauración los equipos destinados a la preparación de alimentos generan cargas que se deben tener en cuenta a la hora de dimensionar el sistema de climatización. Por tanto, las cargas estimadas para los equipos en los locales son:

- Locales comerciales: 150 W/m²
- Locales de restauración: 200 W/m²

Las cargas debidas a los equipos en la zona del mall serán despreciables.

3.6 Renovación del aire

Se debe considerar el siguiente nivel de renovación de aire en cada local, según la norma UNE 100-011-91:

- En el Mall y zonas comunes de la Superficie Comercial, se debe proporcionar aire primario a razón de 1 l/s por cada m². Esta ventilación se consigue regulando el caudal de impulsión y retorno añadiendo aire exterior directamente en las unidades de tratamiento de aire situadas en la cubierta del edificio.
- Para locales comerciales se debe proporcionar aire primario a razón de 0,75 l/s por cada m² y para los locales de restauración 3 l/s por m². Esta ventilación se proporcionará de forma independiente debido a la solución de climatización propuesta para dichos locales.

En la cubierta se debe reservar espacio para las unidades de climatización (que contarán con recuperadores de calor para mejorar la eficiencia energética de la instalación) que impulsarán aire exterior mediante ventiladores a las zonas y locales de cada uno de los sistemas independientes.

En el caso particular de los locales dedicados a restauración, éstos deben disponer de una canalización para la extracción de humos, a la cual el ocupante realizará la instalación de extracción de la cocina, incluyendo el ventilador, filtros de agua y sistema de extinción.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Los caudales de ventilación necesarios se reflejan en las siguientes tablas:

Locales Ocio y Restauracion			
Local	Superficie [m ²]	Calor total [kcal/h]	caudal ventilación [L/h]
Lc1.101	88,3	8.881,32	953,64
Lc1.102	283,0	28.365,09	3.056,40
Lc1.103	89,1	8.937,96	962,28
Lc1.104	386,7	38.629,34	4.176,36
Lc1.105	322,3	32.170,36	3.480,84
Lc1.106	60,9	6.065,14	657,72
Lc1.107	287,2	28.663,22	3.101,76
Lc1.108	286,2	28.591,66	3.090,96
Lc1.109	36,5	3.607,52	394,20
Lc1.110	243,9	24.426,83	2.634,12
Lc1.111	200,6	20.046,54	2.166,48
Lc1.113	144,5	14.467,16	1.560,60
Lc1.114	97,1	9.651,30	1.048,68
Lc1.115	40,8	4.058,00	440,64
Lc1.124	177,2	18.560,47	1.913,76
Lc1.125	168,4	17.790,50	1.818,72
Lc1.126	168,7	17.811,86	1.821,96
Lc1.128	168,1	17.769,13	1.815,48
Lc1.129	172,2	18.060,80	1.859,76
Lc1.130	53,5	5.394,54	577,58
Lc1.131	153,9	15.424,76	1.662,12
Lc1.132	159,3	15.953,26	1.720,55
Lc1.133	164,5	16.467,84	1.776,82
Lc1.134	175,3	17.524,82	1.893,24
Lc1.135	180,2	18.018,04	1.945,62
Lc1.136	125,3	12.524,12	1.353,24
Lc1.139	744,4	74.473,12	8.038,98
Lc1.140	68,5	6.894,55	739,80
Lc1.141	64,5	6.465,43	696,60
Lc1.142	54,3	5.451,18	586,44
Lc1.143	29,2	2.943,38	315,36
Lc1.144	239,3	23.954,98	2.584,33
Lc1.145	76,6	7.615,34	827,28
Lc1.147	499,8	49.997,10	5.397,84

Tabla 2 Caudales de ventilación en locales de ocio y Restauración

Zona Mall			
Zona	Superficie [m ²]	Calor total [kcal/h]	caudal ventilación [L/h]
pb1	575	39.540,51	2.070,00
pb2	826,6	56.898,00	2.975,76
pb3	656,1	45.210,00	2.361,96
pb4	558,2	38.402,00	2.009,52
pb5	608,9	41.982,00	2.192,04
pb6	845,7	58.173,00	3.044,52
pb7	1883	129.715,00	6.778,80
pb8	1117,9	77.038,00	4.024,44
pb9	957,8	65.968,00	3.448,08
pp1	733,7	50.528,00	2.641,32
pp2	1428	98.292,00	5.140,80
pp3	881,1	60.704,00	3.171,96
pp4	716,8	49.383,00	2.580,48
pp5	780,5	53.735,00	2.809,80
pp6	1079,1	74.307,00	3.884,76
pp7	1829,7	125.981,00	6.586,92

Tabla 3 Caudales de ventilación en zona mall

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Locales comerciales			
Local	Superficie [m ²]	Calor total [kcal/h]	caudal ventilación [L/h]
Lc001	2370	202.989,34	6.399,00
Lc002	318,0	27.221,98	858,60
Lc003	91,6	7.812,00	247,40
Lc004	348,2	29.801,21	940,14
Lc005	87,8	7.539,94	237,06
Lc006	393,7	33.612,02	1.062,99
Lc007	327,2	28.019,78	883,44
Lc008	341,1	29.151,98	920,97
Lc010	183,2	15.619,50	494,64
Lc011	117,1	10.055,08	316,17
Lc012	53,0	4.488,86	143,10
Lc013	876,2	74.981,44	2.365,74
Lc014	87,7	7.532,49	236,79
Lc015	99,5	8.516,13	268,65
Lc016	128,7	11.023,80	347,54
Lc017	115,6	9.949,25	312,12
Lc018	67,7	5.822,61	182,79
Lc019	70,4	6.013,90	190,08
Lc021	810,8	69.598,30	2.189,16
Lc024	881,2	75.337,21	2.379,24
Lc025	67,1	5.779,88	181,17
Lc026	68,0	5.843,97	183,60
Lc027	67,9	5.836,52	183,33
Lc028	63,9	5.406,33	172,48
Lc030	733,4	62.667,70	1.980,23
Lc037	2610,7	225.477,09	7.048,89
Lc038	92,3	7.859,44	249,21
Lc039	88,1	7.561,31	237,87
Lc040	9908,6	847.511,90	26.753,22
Lc043	32,6	2.750,16	88,02
Lc044	32,7	2.756,62	88,29
Lc045	33,8	2.836,00	91,26
Lc046	31,3	2.659,32	84,56
Lc047	109,8	9.391,93	296,46
Lc048	64,1	5.422,31	173,07
Lc049	76,8	6.613,95	207,36
Lc050	433,1	37.043,05	1.169,37
Lc051	83,0	7.054,18	224,10
Lc052	61,3	5.222,56	165,51
Lc053	55,5	4.906,15	149,85
Lc054	731,1	62.503,15	1.973,97
Lc057	50,8	4.332,84	137,16
Lc058	76,5	6.543,27	206,55

Tabla 4 Caudales de ventilación en locales comerciales 1

Locales comerciales			
Local	Superficie [m ²]	Calor total [kcal/h]	caudal ventilación [L/h]
Lc059	66	5.701,87	178,20
Lc060	57,8	4.974,62	156,06
Lc061	28,3	2.444,58	76,41
Lc062	180,4	15.418,59	487,00
Lc063	76,9	6.620,40	207,63
Lc064	289,0	24.727,21	780,30
Lc065	65,9	5.694,41	177,93
Lc066	27,7	2.401,85	74,79
Lc067	197,1	16.896,60	532,17
Lc068	190,4	16.273,03	513,97
Lc069	166,7	14.302,46	450,09
Lc070	190,8	16.304,01	515,16
Lc071	252,6	21.562,85	682,02
Lc072	32,7	2.756,62	88,29
Lc074	70,9	6.050,18	191,43
Lc076	65,2	5.645,22	176,04
Lc077	78,4	6.727,24	211,68
Lc078A	102,8	8.750,15	277,56
Lc078B	126,9	10.896,61	342,63
Lc079	148,8	12.741,14	401,76
Lc080	97,4	8.366,56	262,98
Lc081	112,9	9.612,05	304,83
Lc082	155,7	13.376,46	420,39
Lc083	155,4	13.355,10	419,58
Lc084	156,5	13.433,10	422,55
Lc085	156,6	13.440,56	422,82
Lc086	156,3	13.419,19	422,01
Lc087	132,0	11.258,83	356,40
Lc088	92,9	7.902,17	250,83
Lc089	55,7	4.825,00	150,39
Lc090	116,2	9.991,98	313,74
Lc091	89,2	7.639,32	240,84
Lc092	101,3	8.643,32	273,51
Lc093	110,3	9.427,21	297,92
Lc094	121,1	10.339,29	326,97
Lc095	130,5	11.152,00	352,35
Lc096	78,9	6.762,51	213,03
Lc097	246,2	21.107,70	664,74
Lc098	93,0	7.908,62	251,10
Lc099	104,5	8.873,05	282,26
Lc100A	24,7	2.044,28	66,69
Lc100B	24,4	2.022,92	65,88
Lc101	145,7	12.521,02	393,39

Tabla 5 Caudales de ventilación en locales comerciales 2

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Locales comerciales			
Local	Superficie [m ²]	Calor total [kcal/h]	caudal ventilación [L/h]
Lc102A	88,3	7.575,22	238,41
Lc102B	24,6	2.036,83	66,42
Lc103	113,6	9.662,24	306,72
Lc104	103,6	8.806,80	279,72
Lc105	77,1	6.635,32	208,17
Lc106	86,5	7.448,02	233,55
Lc107	87,5	7.518,58	236,25
Lc108	74,2	6.284,21	200,34
Lc109	109,2	9.349,20	294,84
Lc110	84,8	7.181,38	228,96
Lc111	83,9	7.116,21	226,48
Lc112	84,4	7.153,56	227,88
Lc113	83,7	7.103,37	225,99
Lc114	83,5	7.089,46	225,45
Lc115	81,1	6.919,53	218,97
Lc116	82,0	6.982,63	221,40
Lc117	85,4	7.369,01	230,58
Lc118	75,4	6.514,57	203,58
Lc119	72,8	6.180,61	196,43
Lc120	68,0	5.843,97	183,60
Lc121	68,0	5.843,97	183,60
Lc122	66,5	5.736,07	179,50
Lc123	135,5	11.651,67	365,85
Lc124	117,1	10.055,08	316,17
Lc125	139,6	11.943,34	376,92
Lc126	181,55	15.501,98	490,19
Lc127	46,7	4.041,17	126,09
Lc128	82,9	7.046,73	223,83
Lc132	71,98	6.127,11	194,35
Lc133	81,9	6.975,10	221,08
Lc134	25,0	2.210,55	67,50
Lc135	25,0	2.210,55	67,50
Lc136	25,0	2.210,55	67,50
Lc137	25,0	2.210,55	67,50
Lc138	25,0	2.210,55	67,50
Lc1.117	764,7	65.872,86	2.064,69
Lc1.119	61,8	5.258,84	166,86
Lc1.120	68,1	5.847,20	183,74
Lc1.121	122,5	10.438,67	330,75
Lc1.122	108,2	9.278,65	292,14
Lc1.123	437,2	38.327,62	1.180,44
Lc1.149	308,8	26.423,18	833,76
Lc1.150	102,7	8.742,70	277,29

Tabla 6 Caudales de ventilación en locales comerciales 3

Locales comerciales			
Local	Superficie [m ²]	Calor total [kcal/h]	caudal ventilación [L/h]
Lc1.152	416	35.631,27	1.123,20
Lc1.158	63,9	5.407,40	172,48
Lc1.159	92,4	7.866,89	249,35
Lc1.160	80,6	6.883,25	217,62
Lc1.161	112,8	9.605,59	304,48
Lc1.162	141,2	12.056,63	381,32
Lc1.163	44,0	3.704,98	118,88
Lc1.164	205,7	17.652,66	555,50
Lc1.165	113,5	9.654,78	306,32
Lc1.166	74,1	6.276,75	200,12
Lc1.167	137,1	11.765,96	370,20
Lc1.168	137,5	11.793,78	371,14
Lc1.169	133,6	11.372,12	360,72
Lc1.170	136,8	11.744,59	369,33
Lc1.171	131,4	11.216,10	354,73
Lc1.172	74,8	6.326,94	201,96
Lc1.173	70,5	6.021,36	190,30
Lc1.174	113,9	9.683,60	307,50
Lc1.175	65,2	5.645,22	176,15
Lc1.176	79,1	6.777,42	213,44
Lc1.177	92,1	7.845,53	248,70
Lc1.178	103,0	8.764,06	277,99
Lc1.179	113,7	9.668,69	307,07
Lc1.180	60,3	5.152,01	162,73
Lc1.181	185,8	15.949,24	501,74
Lc1.182	50,48	4.311,48	136,30
Lc1.183	73,8	6.255,39	199,31
Lc1.184	42,6	3.604,60	114,97
Lc1.184	46,32	4.013,35	125,06
Lc1.185	94,4	8.009,00	254,91
Lc1.186	43,7	3.683,61	118,02
Lc1.186	47,1	4.069,99	127,17
Lc1.187	94,0	7.980,18	253,88
Lc1.188	26,3	2.302,47	71,04
Lc1.189	64,1	5.422,31	173,07
oficinas	166,2	14.506,00	448,74

Tabla 7 Caudales de ventilación en locales comerciales 4

4 Criterios de diseño

En este apartado se exponen las condiciones que deben cumplir cada una de las instalaciones proyectadas y los criterios a la hora de efectuar el diseño de estas.

4.1 Dimensionado de los conductos

Para dimensionar los conductos de aire se emplea el método de rozamiento constante, deben realizarse con velocidad baja de forma que se eviten excesivos ruidos, la velocidad límite, alcanzada justo tras la impulsión del aire será inferior a 10-12 m/s y no superior a 5m/s en los tramos terminales. La pérdida de carga seleccionada será de 0,08 mm.c.a. permitiéndose superar esta cifra a la salida de las unidades autónomas de cubierta, pero no en los conductos que reparten el aire.

La salida de aire a través de las toberas si podrá realizarse a una velocidad superior al límite de los conductos debido al alcance que deben tener para difundir el aire por el espacio a climatizar. Las toberas se seleccionan en función del alcance que debe tener el aire y al caudal que transcurre por ellas.

Debido a las características constructivas del edificio se optará por conducto rectangular ya que el conducto circular condensa más espacio en el falso techo. Además de debe tener en cuenta que en la zona del mall los conductos deben transcurrir por la zona perimetral del espacio ya que es común la existencia de huecos entre pisos en la zona central y esto no permite que los conductos ocupen dicho espacio.

4.2 Aislamiento de conductos y acabados

Todos los conductos se aislarán de forma que la pérdida energética durante el transporte sea mínima inclusive el retorno de forma que se genere la máxima eficiencia en los recuperadores.

Los conductos serán de chapa de acero galvanizado con su correspondiente aislamiento.

Se utilizarán compuertas cortafuegos siempre que el conducto atraviese un cerramiento correspondiente a la sectorización de incendios.

La extracción de aire viciado con la finalidad de ventilación se realizará a través de rejillas en el falso techo aprovechando la sobrepresión que se genera en el interior del edificio y con un único conducto por cada sistema de impulsión y retorno. Tendrán la terminación en forma de pico de pato en la cubierta del edificio.

Los espesores del aislamiento, en función de la conductividad de éste, cumplirán con lo exigido en el apéndice 03.1 del RITE.

4.3 Niveles sonoros

El aislamiento acústico se debe realizar acorde con la instrucción ITE 02.2.3 de exigencias ambientales y de confortabilidad del RITE, se toman las medidas de atenuación necesarias en aquellos puntos en los que los niveles de presión sonora superen los valores estipulados en

dicha instrucción, al igual que se consideran las medidas de acuerdo con NBE-CA-88, "Condiciones Acústicas en los Edificios".

La selección de elementos terminales de difusión de aire (rejillas, toberas, etc.) se realiza de forma que, cumpliendo las condiciones de alcance y velocidad residual de aire en la zona ocupada, el nivel de presión sonora en el elemento terminal se adapte a los valores máximos indicados por la normativa de aplicación. Los valores se mantendrán por debajo de 35 dBA.

4.4 Saltos térmicos en ambientes

El salto térmico entre el aire del local y el impulsado no debe superar los 10°C para evitar los efectos fisiológicos adversos que tendría un salto térmico mayor. Estos contrastes térmicos se deben respetar para todos los sistemas de acondicionamiento proyectados.

4.5 Dimensionado de tubería

De la misma forma que en el cálculo de conductos en este caso se fija una pérdida de carga máxima por metro y una velocidad máxima. El valor de pérdida de carga máxima aceptable es de 30mm.c.a. por cada metro de tubería y la velocidad en cualquier punto debe ser menor o igual a 2 metros por segundo. Para cumplir estos criterios también se usarán tablas y ábacos correspondientes a los diversos materiales.

Cabe destacar que los circuitos hidráulicos quedan equilibrados mediante el uso de válvulas, pudiéndose regular la pérdida de carga que sufren los diferentes tramos para asegurar el cumplimiento de los criterios fijados.

En cada uno de los locales climatizados mediante este sistema debe haber una tubería de ida, una de vuelta, una válvula de equilibrado y una válvula de corte.

4.6 Aislamiento de tuberías y acabados

Toda la red de tuberías será de acero negro estirada DIN-2440 para diámetros inferiores a 8". Para diámetros superiores a 8" la tubería será de acero negro estirado norma DIN 2448 .

Se instalarán compensadores de dilatación, puntos fijos en todas las redes de distribución que así lo precisen. Cada local dispondrá de su futura acometida a la red en anillo del Centro Comercial mediante su correspondiente tubería de ida y de retorno con sus correspondientes llaves de corte y válvula de equilibrado.

Todas las unidades de tratamiento y unidades terminales incorporarán válvulas de seccionamiento del tipo bola o mariposa según dimensiones de la tubería de conexión.

Las tuberías se aislarán exteriormente con espuma elastomérica tipo Armaflex y con los espesores necesarios según normativa RITE.

En los recorridos exteriores irán recubiertas mediante chapa de acero inoxidable de 0,6 mm. de espesor.

5 Descripción de la instalación

5.1 Introducción

A continuación, se expone la solución climática empleada, así como la forma de obtener los resultados que permiten el diseño de esta.

5.1.1 Estado del arte

Cabe destacar que existen múltiples posibilidades a la hora de acometer la climatización de un edificio como el de este proyecto, estos diversos sistemas se clasifican generalmente según 2 criterios, el fluido de transmisión de la carga térmica y el tipo de regulación térmica empleada.

De esta forma según el tipo de fluido de intercambio (exterior/interior) encontramos los siguientes tipos de sistema:

- Aire/Aire: Los más comunes en la construcción residencial y soluciones integrales. Equipos autónomos. Ejemplo: equipo de aire acondicionado casero.
- Agua/Aire aportan calor mediante la transmisión y la radiación. Equipos autónomos. Ejemplo radiadores.
- Aire/Agua similares a los Aire/Aire con la ventaja de que pueden proporcionar agua caliente sanitaria. Equipos centralizados. Transporte de aire. Ejemplo: generación primaria, conductos y difusores.
- Agua/Agua: para grandes edificios e instalaciones industriales, el transporte mediante agua ahorra espacio, no permite la ventilación directa. Equipos centralizados. Ejemplo: generación primaria, tuberías y fancoils.

Todos estos sistemas se basan en el mismo principio consistente en la variación de la presión para cambiar la temperatura del fluido de intercambio de forma que se consigan diferencias térmicas con el exterior suficientes como para realizar un intercambio de calor. Como excepción encontramos las calderas, que se sirven de un combustible para generar calor.

En la siguiente imagen se muestra dicho ciclo:

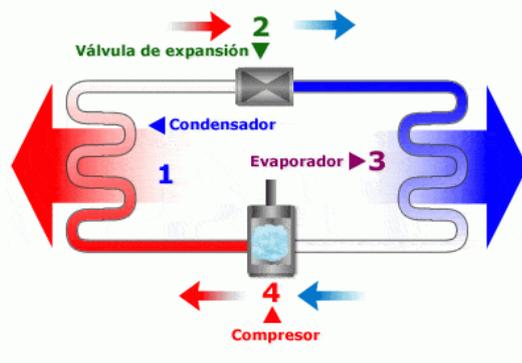


Imagen 5 Ciclo refrigeración

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Por otro lado, según el tipo de regulación térmica encontramos 2 tipos de sistemas:

- Potencia constante con caudal variable
- Potencia variable con caudal constante

En este proyecto se emplearán diversidad de sistemas según el tipo de fluido de intercambio como se expondrá más adelante, y se empleará la regulación térmica mediante caudal variable, fijando la potencia térmica empleada.

5.1.2 Descripción general

Dentro de las múltiples posibilidades expuestas en este proyecto se utilizarán 2 sistemas complementarios:

Aire/Agua para los locales comerciales y de restauración con una superficie inferior a 1000 m² complementados con ventilación para asegurar la renovación del aire.

Por otro lado, se empleará climatización a través de un sistema de Aire/Aire para todos los locales con una superficie mayor a 1000 m² y las zonas comunes del centro comercial con equipos de tipo roof top. En los propios equipos se controla el caudal de impulsión frente al de retorno para generar la ventilación deseada.

Todo este sistema podrá complementarse mediante el uso de pequeños equipos Split tipo aire aire dependiendo de las necesidades futuras del edificio.

5.2 Cálculo de cargas térmicas

Las hipótesis de partida para el cálculo de cargas son las siguientes:

- Las infiltraciones serán despreciables ya que todo el edificio se encuentra sobre presionado frente al exterior.
- Las pérdidas debidas a la transmisión entre locales climatizados y no climatizados también serán despreciables.
- Lo mismo ocurre con las condensaciones que se desprecian debido a la calidad del aire interior.

Primeramente, se miden las áreas de superficies y cerramientos hacia el exterior del edificio para determinar las cargas térmicas a vencer en cada espacio a climatizar.

En invierno las condiciones más desfavorables para cada local se dan conjuntamente ya que estas se producen a primera hora de la mañana y con el edificio vacío. Por esto el reparto de las cargas en los diversos espacios es proporcional al área de estos.

En verano, sin embargo, estas condiciones desfavorables si dependen de orientación, ocupación, uso... Por ello en verano es necesario realizar el cálculo de cada local de forma individual utilizando la metodología expuesta.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Se comprueba que el caso de las cargas de verano es el más desfavorable y es el que se utiliza para dimensionar los conductos y tuberías de los diferentes sistemas de climatización.

El aire de ventilación se tiene en cuenta, lo que añade más carga a cada local en función del caudal de ventilación necesario que se mezcla con el aire ya tratado generando las condiciones de impulsión deseadas.

Con las asunciones ya descritas las fórmulas para el cálculo de cargas térmicas resultan las siguientes:

$$Q_{total} = Q_{sensible} + Q_{latente}$$

$$Q_{sensible} = Q_{transmision} (Q_t) + Q_{radiacion}(Q_r) + Q_{interna}(Q_i)$$

$$Q_t = \text{coeficiente de transmision cerramiento} * \text{superficie} \\ * \text{Diferencia de temperaturas}$$

$$Q_i = n^{\circ} \text{ personas} * \text{carga personas} + \text{superficie} * (\text{carga equipos} \\ + \text{cargas iluminacion})$$

$$Q_r = \text{superficie} * \text{radiacion solar} * \text{transmision cristal}$$

$$Q_{latente} = n^{\circ} \text{ personas} * \text{carga personas}$$

Se adjuntan ejemplos del cálculo como anexos.

Los resultados obtenidos tanto para invierno como para verano se exponen a continuación:

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Zona Mall					
Zona	Superficie [m ²]	Frigorífica			Calorífica
		Calor total [kcal/h]	Calor sensible [kcal/h]	Calor latente [kcal/h]	Calor Total [kcal/h]
pb1	575,0	39.540,51	37.000	2.514	8.822,77
pb2	826,6	56.898,00	53.221	3.639	12.683,30
pb3	656,1	45.210,00	42.270	2.910	10.067,16
pb4	558,2	38.402,00	35.929	2.447	8.564,99
pb5	608,9	41.982,00	39.242	2.712	9.342,93
pb6	845,7	58.173,00	54.429	3.705	12.976,37
pb7	1883,0	129.715,00	121.293	8.336	28.892,65
pb8	1117,9	77.038,00	72.025	4.962	17.153,00
pb9	957,8	65.968,00	61.690	4.234	14.696,43
pp1	733,7	50.528,00	47.253	3.241	11.257,85
pp2	1428,0	98.292,00	91.941	6.285	21.911,15
pp3	881,1	60.704,00	56.760	3.904	13.519,55
pp4	716,8	49.383,00	46.175	3.175	10.998,54
pp5	780,5	53.735,00	50.258	3.441	11.975,95
pp6	1079,1	74.307,00	69.494	4.764	16.557,65
pp7	1829,7	125.981,00	117.826	8.071	28.074,81

Tabla 8 Cálculo de cargas térmicas zona mall

Locales restauracion					
Local	Superficie [m ²]	Frigorífica			Calorífica
		Calor total [kcal/h]	Calor sensible [kcal/h]	Calor latente [kcal/h]	Calor Total [kcal/h]
Lc1.101	88,3	8.881,32	7.687	1.190	1.354,87
Lc1.102	283,0	28.365,09	24.583	3.770	4.342,34
Lc1.103	89,1	8.937,96	7.744	1.190	1.367,15
Lc1.104	386,7	38.629,34	33.520	5.092	5.933,50
Lc1.105	322,3	32.170,36	27.923	4.231	4.945,35
Lc1.106	60,9	6.065,14	5.269	793	934,45
Lc1.107	287,2	28.663,22	24.880	3.770	4.406,78
Lc1.108	286,2	28.591,66	24.809	3.770	4.391,44
Lc1.109	36,5	3.607,52	3.143	463	560,05
Lc1.110	243,9	24.426,83	21.176	3.240	3.742,39
Lc1.111	200,6	20.046,54	17.393	2.645	3.078,00
Lc1.113	144,5	14.467,16	12.543	1.917	2.217,20
Lc1.114	97,1	9.651,30	8.391	1.256	1.489,90
Lc1.115	40,8	4.058,00	3.527	529	626,03
Lc1.124	177,2	18.560,47	16.238	2.314	2.718,95
Lc1.125	168,4	17.790,50	15.535	2.248	2.583,92
Lc1.126	168,7	17.811,86	15.556	2.248	2.588,52
Lc1.128	168,1	17.769,13	15.513	2.248	2.579,32
Lc1.129	172,2	18.060,80	15.805	2.248	2.642,23
Lc1.130	53,5	5.394,54	4.665	727	820,59
Lc1.131	153,9	15.424,76	13.368	2.050	2.361,43
Lc1.132	159,3	15.953,26	13.830	2.116	2.444,44
Lc1.133	164,5	16.467,84	14.278	1.282	2.524,39
Lc1.134	175,3	17.524,82	15.203	2.314	2.689,79
Lc1.135	180,2	18.018,04	15.630	2.380	2.764,21
Lc1.136	125,3	12.524,12	10.865	1.653	1.922,60
Lc1.139	744,4	74.473,12	64.587	9.852	11.421,26
Lc1.140	68,5	6.894,55	5.996	926	1.051,06
Lc1.141	64,5	6.465,43	5.603	860	989,68
Lc1.142	54,3	5.451,18	4.721	727	833,18
Lc1.143	29,2	2.943,38	2.545	397	448,04
Lc1.144	239,3	23.954,98	20.770	3.174	3.671,65
Lc1.145	76,6	7.615,34	6.620	992	1.175,35
Lc1.147	499,8	49.997,10	43.362	6.613	7.668,90

Tabla 9 Cálculo de cargas térmicas locales restauración

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Locales comerciales					
Local	Superficie [m ²]	Frigorífica			Calorífica
		Calor total [kcal/h]	Calor sensible [kcal/h]	Calor latente [kcal/h]	Calor Total [kcal/h]
Lc001	2370,0	202.989,34	187.205	15.675	36.365,15
Lc002	318,0	27.221,98	25.091	2.116	4.879,37
Lc003	91,6	7.812,00	7.213	595	1.405,97
Lc004	348,2	29.801,21	27.471	2.315	5.342,76
Lc005	87,8	7.539,94	6.491	595	1.347,20
Lc006	393,7	33.612,02	31.015	2.579	6.040,91
Lc007	327,2	28.019,78	25.822	2.182	5.020,54
Lc008	341,1	29.151,98	26.888	2.248	5.233,82
Lc010	183,2	15.619,50	14.421	1.190	2.811,01
Lc011	117,1	10.055,08	9.256	794	1.796,78
Lc012	53,0	4.488,86	4.156	331	813,23
Lc013	876,2	74.981,44	69.121	5.821	13.444,36
Lc014	87,7	7.532,49	6.933	595	1.345,66
Lc015	99,5	8.516,13	7.850	661	1.526,72
Lc016	128,72	11.023,80	10.158	860	1.975,07
Lc017	115,6	9.949,25	9.150	794	1.773,76
Lc018	67,7	5.822,61	5.357	463	1.038,79
Lc019	70,4	6.013,90	5.548	463	1.080,21
Lc021	810,8	69.598,30	64.203	5.358	12.440,87
Lc024	881,2	75.337,21	69.476	5.821	13.521,08
Lc025	67,1	5.779,88	5.314	463	1.029,58
Lc026	68,0	5.843,97	5.378	463	1.043,39
Lc027	67,9	5.836,52	5.370	463	1.041,85
Lc028	63,9	5.406,33	5.007	397	980,17
Lc030	733,4	62.667,70	57.805	4.829	11.253,56
Lc037	2610,7	225.477,09	208.094	17.263	40.058,44
Lc038	92,3	7.859,44	7.260	595	1.416,25
Lc039	88,1	7.561,31	6.962	595	1.351,80
Lc040	9908,6	847.511,90	781.511	65.546	152.037,01
Lc043	32,6	2.750,16	2.550	198	500,21
Lc044	32,7	2.756,62	2.557	198	501,75
Lc045	33,8	2.836,00	2.636	198	518,63
Lc046	31,3	2.659,32	2.459	198	480,57
Lc047	109,8	9.391,93	8.659	727	1.684,77
Lc048	64,1	5.422,31	5.023	397	983,55
Lc049	76,8	6.613,95	6.081	529	1.178,41
Lc050	433,1	37.043,05	34.179	2.844	6.645,46
Lc051	83,0	7.054,18	6.521	529	1.273,55
Lc052	61,3	5.222,56	4.823	397	940,58
Lc053	55,5	4.906,15	4.507	397	851,59
Lc054	731,1	62.503,15	57.641	4.829	11.217,96
Lc057	50,8	4.332,84	4.000	331	779,47
Lc058	76,5	6.543,27	6.069	529	1.173,81

Tabla 10 Cálculo de cargas térmicas locales comerciales 1

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Locales comerciales					
Local	Superficie [m ²]	Frigorífica			Calorífica
		Calor total [kcal/h]	Calor sensible [kcal/h]	Calor latente [kcal/h]	Calor Total [kcal/h]
Lc059	66,0	5.701,87	5.236	463	1.012,70
Lc060	57,8	4.974,62	4.575	397	886,88
Lc061	28,3	2.444,58	2.245	198	434,23
Lc062	180,4	15.418,59	14.220	1.190	2.767,59
Lc063	76,9	6.620,40	6.088	529	1.179,95
Lc064	289,0	24.727,21	22.796	1.918	4.434,40
Lc065	65,9	5.694,41	5.228	463	1.011,17
Lc066	27,7	2.401,85	2.202	198	425,03
Lc067	197,1	16.896,60	15.565	1.322	3.024,29
Lc068	190,4	16.273,03	15.008	1.257	2.920,87
Lc069	166,7	14.302,46	13.171	1.124	2.557,84
Lc070	190,8	16.304,01	15.039	1.256	2.927,62
Lc071	252,6	21.562,85	19.898	1.653	3.875,88
Lc072	32,7	2.756,62	2.557	198	501,75
Lc074	70,9	6.050,18	5.584	463	1.087,89
Lc076	65,2	5.645,22	5.129	463	1.000,43
Lc077	78,4	6.727,24	6.195	529	1.202,97
Lc078A	102,8	8.750,15	8.084	661	1.577,36
Lc078B	126,9	10.896,61	10.031	860	1.947,15
Lc079	148,8	12.741,14	11.742	992	2.283,18
Lc080	97,4	8.366,56	7.701	661	1.494,50
Lc081	112,9	9.612,05	8.879	727	1.732,33
Lc082	155,7	13.376,46	12.311	1.058	2.389,05
Lc083	155,4	13.355,10	12.290	1.058	2.384,45
Lc084	156,5	13.433,10	12.368	1.058	2.401,33
Lc085	156,6	13.440,56	12.375	1.058	2.402,86
Lc086	156,3	13.419,19	12.354	1.058	2.398,26
Lc087	132,0	11.258,83	10.393	860	2.025,40
Lc088	92,9	7.902,17	7.303	595	1.425,45
Lc089	55,7	4.825,00	4.426	397	854,66
Lc090	116,2	9.991,98	9.193	794	1.782,97
Lc091	89,2	7.639,32	7.040	595	1.368,68
Lc092	101,3	8.643,32	7.977	661	1.554,34
Lc093	110,3	9.427,21	8.695	727	1.693,05
Lc094	121,1	10.339,29	9.540	794	1.858,15
Lc095	130,5	11.152,00	10.268	860	2.002,38
Lc096	78,9	6.762,51	6.230	529	1.210,64
Lc097	246,2	21.107,70	19.443	1.653	3.777,68
Lc098	93,0	7.908,62	7.309	595	1.426,99
Lc099	104,54	8.873,05	8.207	661	1.604,06
Lc100A	24,7	2.044,28	1.911	132	379,00
Lc100B	24,4	2.022,92	1.890	132	374,39
Lc101	145,7	12.521,02	11.522	992	2.235,61

Tabla 11 Cálculo de cargas térmicas locales comerciales 2

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Locales comerciales					
Local	Superficie [m ²]	Frigorífica			Calorífica
		Calor total [kcal/h]	Calor sensible [kcal/h]	Calor latente [kcal/h]	Calor Total [kcal/h]
Lc102A	88,3	7.575,22	6.976	595	1.354,87
Lc102B	24,6	2.036,83	1.903	132	377,46
Lc103	113,6	9.662,24	8.930	727	1.743,07
Lc104	103,6	8.806,80	8.141	661	1.589,63
Lc105	77,1	6.635,32	6.103	529	1.183,02
Lc106	86,5	7.448,02	6.849	595	1.327,25
Lc107	87,5	7.518,58	6.919	595	1.342,60
Lc108	74,2	6.284,21	5.818	463	1.138,52
Lc109	109,2	9.349,20	8.617	727	1.675,56
Lc110	84,8	7.181,38	6.648	529	1.301,17
Lc111	83,9	7.116,21	6.583	529	1.287,05
Lc112	84,4	7.153,56	6.621	529	1.295,03
Lc113	83,7	7.103,37	6.570	529	1.284,29
Lc114	83,5	7.089,46	6.557	529	1.281,22
Lc115	81,1	6.919,53	6.387	529	1.244,39
Lc116	82,0	6.982,63	6.450	529	1.258,20
Lc117	85,4	7.369,01	6.770	595	1.310,37
Lc118	75,4	6.514,57	5.982	529	1.156,93
Lc119	72,8	6.180,61	5.714	463	1.116,27
Lc120	68,0	5.843,97	5.378	463	1.043,39
Lc121	68,0	5.843,97	5.378	463	1.043,39
Lc122	66,5	5.736,07	5.270	463	1.020,07
Lc123	135,5	11.651,67	10.720	926	2.079,10
Lc124	117,1	10.055,08	9.256	794	1.796,78
Lc125	139,6	11.943,34	11.011	926	2.142,01
Lc126	181,6	15.501,98	14.303	1.190	2.785,69
Lc127	46,7	4.041,17	3.708	331	716,56
Lc128	82,9	7.046,73	6.514	529	1.272,01
Lc129	60,3	5.152,01	4.752	397	925,24
Lc130	48,1	4.139,47	3.807	331	737,74
Lc131	49,7	4.253,83	3.921	331	762,59
Lc132	72,0	6.127,11	5.661	463	1.104,46
Lc133	81,9	6.975,10	6.442	529	1.256,36
Lc134	25,0	2.210,55	2.011	198	383,60
Lc135	25,0	2.210,55	2.011	198	383,60
Lc136	25,0	2.210,55	2.011	198	383,60
Lc137	25,0	2.210,55	2.011	198	383,60
Lc138	25,0	2.210,55	2.011	198	383,60
Lc1.117	764,7	65.872,86	60.811	5.027	11.733,51
Lc1.119	61,8	5.258,84	4.859	397	948,26
Lc1.120	68,1	5.847,20	5.381	463	1.044,16
Lc1.121	122,5	10.438,67	9.639	794	1.879,63
Lc1.122	108,2	9.278,65	8.546	727	1.660,21

Tabla 12 Cálculo de cargas térmicas locales comerciales 3

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Locales comerciales					
Local	Superficie [m ²]	Frigorífica			Calorífica
		Calor total [kcal/h]	Calor sensible [kcal/h]	Calor latente [kcal/h]	Calor Total [kcal/h]
Lc1.123	437,2	38.327,62	35.398	2.910	6.708,37
Lc1.127	3639,0	311.878,69	287.636	24.076	55.836,61
Lc1.149	308,8	26.423,18	24.359	2.050	4.738,21
Lc1.150	102,7	8.742,70	8.077	661	1.575,82
Lc1.152	416,0	35.631,27	32.835	2.778	6.383,08
Lc1.154	1563,0	133.613,34	123.223	10.319	23.982,89
Lc1.158	63,9	5.407,40	5.008	397	980,17
Lc1.159	92,4	7.866,89	7.267	595	1.417,01
Lc1.160	80,6	6.883,25	6.350	529	1.236,72
Lc1.161	112,8	9.605,59	8.873	727	1.730,34
Lc1.162	141,2	12.056,63	11.124	926	2.167,03
Lc1.163	44,0	3.704,98	3.438	265	675,59
Lc1.164	205,7	17.652,66	16.253	1.389	3.156,86
Lc1.165	113,5	9.654,78	8.922	727	1.740,77
Lc1.166	74,12	6.276,75	5.810	463	1.137,29
Lc1.167	137,1	11.765,96	10.834	926	2.103,81
Lc1.168	137,5	11.793,78	10.862	926	2.109,18
Lc1.169	133,6	11.372,12	10.506	860	2.049,95
Lc1.170	136,8	11.744,59	10.812	926	2.098,90
Lc1.171	131,4	11.216,10	10.350	860	2.015,89
Lc1.172	74,8	6.326,94	5.861	463	1.147,73
Lc1.173	70,5	6.021,36	5.555	463	1.081,44
Lc1.174	113,9	9.683,60	8.951	727	1.747,52
Lc1.175	65,2	5.645,22	5.179	463	1.001,04
Lc1.176	79,1	6.777,42	6.245	529	1.212,94
Lc1.177	92,1	7.845,53	7.246	595	1.413,33
Lc1.178	103,0	8.764,06	8.098	661	1.579,81
Lc1.179	113,7	9.668,69	8.936	727	1.745,07
Lc1.180	60,3	5.152,01	4.752	397	924,78
Lc1.181	185,8	15.949,24	14.684	1.256	2.851,37
Lc1.182	50,5	4.311,48	3.978	331	774,56
Lc1.183	73,8	6.255,39	5.789	463	1.132,69
Lc1.184a	42,6	3.604,60	3.338	265	653,35
Lc1.184b	46,3	4.013,35	3.681	331	710,73
Lc1.185	94,4	8.009,00	7.409	595	1.448,62
Lc1.186A	43,7	3.683,61	3.417	265	670,68
Lc1.186B	47,1	4.069,99	3.737	331	722,70
Lc1.187	94,0	7.980,18	7.381	595	1.442,79
Lc1.188	26,3	2.302,47	2.103	198	403,70
Lc1.189	64,1	5.422,31	5.023	397	983,55
oficinas	166,2	14.506,00	13.374	1.124	2.550,16

Tabla 13 Cálculo de cargas térmicas locales comerciales 1

5.3 Dimensionado de tuberías

Para comenzar el dimensionado de tuberías se debe fijar el fluido de transporte, en este caso agua y el salto térmico que se producirá en las unidades terminales de climatización en los locales. De esta forma el salto térmico en verano será de 5 grados llegando el agua a 7 grados y saliendo del intercambiador a 12. El salto térmico en invierno será de 10 gados entrando en el intercambiador a 60 grados y saliendo a 50. Este mayor salto térmico hace aún más desfavorable el caso de verano.

Se utilizará un sistema de dos tubos que solo permite el aporte de calor o frio a cada uno de los locales por lo que serán las mismas tuberías las que venzan ambas cargas. Véase imagen adjunta.

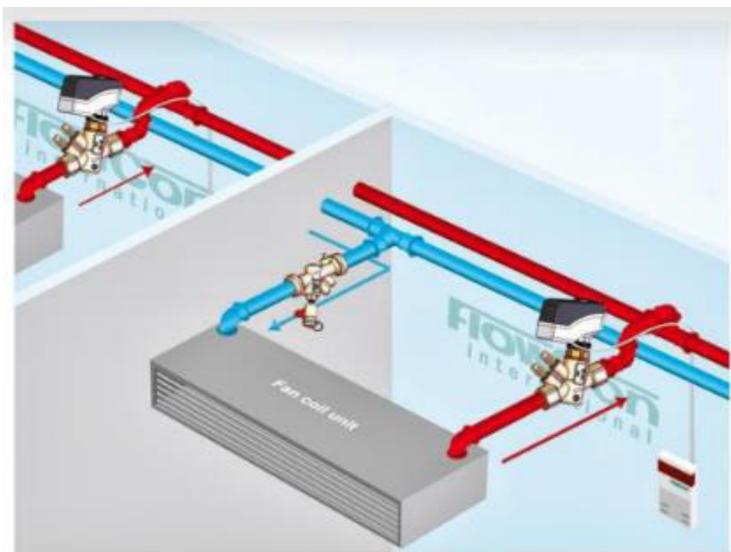


Imagen 6 Sistema de 2 tubos

Conocidas las cargas térmicas a vencer en cada uno de los locales en la situación más desfavorable, en este caso en verano, y conocido el fluido se procede al cálculo de caudal necesario utilizando la siguiente formula:

$$\text{Caudal agua } \left[\frac{L}{h} \right] = \frac{\text{calor total}}{\text{salto termico} * \text{capacidad portante agua}}$$

Los datos obtenidos se recogen en las siguientes tablas:

Locales comerciales (<1000m ²)			
Local	Superficie [m ²]	Calor total [kcal/h]	caudal agua[L/h]
Lc002	318,0	27.221,98	5.444,40
Lc003	91,6	7.812,00	1.562,40
Lc004	348,2	29.801,21	5.960,24
Lc005	87,8	7.539,94	1.507,99
Lc006	393,7	33.612,02	6.722,40
Lc007	327,2	28.019,78	5.603,96
Lc008	341,1	29.151,98	5.830,40
Lc010	183,2	15.619,50	3.123,90
Lc011	117,1	10.055,08	2.011,02
Lc012	53,0	4.488,86	897,77
Lc013	876,2	74.981,44	14.996,29
Lc014	87,7	7.532,49	1.506,50
Lc015	99,5	8.516,13	1.703,23
Lc016	128,7	11.023,80	2.204,76
Lc017	115,6	9.949,25	1.989,85
Lc018	67,7	5.822,61	1.164,52
Lc019	70,4	6.013,90	1.202,78
Lc021	810,8	69.598,30	13.919,66
Lc024	881,2	75.337,21	15.067,44
Lc025	67,1	5.779,88	1.155,98
Lc026	68,0	5.843,97	1.168,79
Lc027	67,9	5.836,52	1.167,30
Lc028	63,9	5.406,33	1.081,27
Lc030	733,4	62.667,70	12.533,54
Lc038	92,3	7.859,44	1.571,89
Lc039	88,1	7.561,31	1.512,26
Lc043	32,6	2.750,16	550,03
Lc044	32,7	2.756,62	551,32
Lc045	33,8	2.836,00	567,20
Lc046	31,3	2.659,32	531,86
Lc047	109,8	9.391,93	1.878,39
Lc048	64,1	5.422,31	1.084,46
Lc049	76,8	6.613,95	1.322,79
Lc050	433,1	37.043,05	7.408,61
Lc051	83,0	7.054,18	1.410,84
Lc052	61,3	5.222,56	1.044,51
Lc053	55,5	4.906,15	981,23
Lc054	731,1	62.503,15	12.500,63
Lc057	50,8	4.332,84	866,57
Lc058	76,5	6.543,27	1.308,65
Lc059	66,0	5.701,87	1.140,37
Lc060	57,8	4.974,62	994,92

Tabla 15 Cálculo de caudales tuberías 1

Locales comerciales (<1000m ²)			
Local	Superficie [m ²]	Calor total [kcal/h]	caudal agua[L/h]
Lc061	28,3	2.444,58	488,92
Lc062	180,4	15.418,59	3.083,72
Lc063	76,9	6.620,40	1.324,08
Lc064	289,0	24.727,21	4.945,44
Lc065	65,9	5.694,41	1.138,88
Lc066	27,7	2.401,85	480,37
Lc067	197,1	16.896,60	3.379,32
Lc068	190,4	16.273,03	3.254,61
Lc069	166,7	14.302,46	2.860,49
Lc070	190,8	16.304,01	3.260,80
Lc071	252,6	21.562,85	4.312,57
Lc072	32,7	2.756,62	551,32
Lc074	70,9	6.050,18	1.210,04
Lc076	65,2	5.645,22	1.129,04
Lc077	78,4	6.727,24	1.345,45
Lc078A	102,8	8.750,15	1.750,03
Lc078B	126,9	10.896,61	2.179,32
Lc079	148,8	12.741,14	2.548,23
Lc080	97,4	8.366,56	1.673,31
Lc081	112,9	9.612,05	1.922,41
Lc082	155,7	13.376,46	2.675,29
Lc083	155,4	13.355,10	2.671,02
Lc084	156,5	13.433,10	2.686,62
Lc085	156,6	13.440,56	2.688,11
Lc086	156,3	13.419,19	2.683,84
Lc087	132,0	11.258,83	2.251,77
Lc088	92,9	7.902,17	1.580,43
Lc089	55,7	4.825,00	965,00
Lc090	116,2	9.991,98	1.998,40
Lc091	89,2	7.639,32	1.527,86
Lc092	101,3	8.643,32	1.728,66
Lc093	110,3	9.427,21	1.885,44
Lc094	121,1	10.339,29	2.067,86
Lc095	130,5	11.152,00	2.230,40
Lc096	78,9	6.762,51	1.352,50
Lc097	246,2	21.107,70	4.221,54
Lc098	93,0	7.908,62	1.581,72
Lc099	104,5	8.873,05	1.774,61
Lc100A	24,7	2.044,28	408,86
Lc100B	24,4	2.022,92	404,58
Lc101	145,7	12.521,02	2.504,20
Lc102A	88,3	7.575,22	1.515,04

Tabla 14 Cálculo de caudales tuberías 2

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Locales comerciales (<1000m ²)			
Local	Superficie [m ²]	Calor total [kcal/h]	caudal agua[L/h]
Lc102B	24,6	2.036,83	407,37
Lc103	113,6	9.662,24	1.932,45
Lc104	103,6	8.806,80	1.761,36
Lc105	77,1	6.635,32	1.327,06
Lc106	86,5	7.448,02	1.489,60
Lc107	87,5	7.518,58	1.503,72
Lc108	74,2	6.284,21	1.256,84
Lc109	109,2	9.349,20	1.869,84
Lc110	84,8	7.181,38	1.436,28
Lc111	83,9	7.116,21	1.423,24
Lc112	84,4	7.153,56	1.430,71
Lc113	83,7	7.103,37	1.420,67
Lc114	83,5	7.089,46	1.417,89
Lc115	81,1	6.919,53	1.383,91
Lc116	82,0	6.982,63	1.396,53
Lc117	85,4	7.369,01	1.473,80
Lc118	75,4	6.514,57	1.302,91
Lc119	72,8	6.180,61	1.236,12
Lc120	68,0	5.843,97	1.168,79
Lc121	68,0	5.843,97	1.168,79
Lc122	66,5	5.736,07	1.147,21
Lc123	135,5	11.651,67	2.330,33
Lc124	117,1	10.055,08	2.011,02
Lc125	139,6	11.943,34	2.388,67
Lc126	181,6	15.501,98	3.100,40
Lc127	46,7	4.041,17	808,23
Lc128	82,9	7.046,73	1.409,35
Lc129	60,3	5.152,01	1.030,40
Lc130	48,1	4.139,47	827,89
Lc131	49,7	4.253,83	850,77
Lc132	72,0	6.127,11	1.225,42
Lc133	81,9	6.975,10	1.395,02
Lc134	25,0	2.210,55	442,11
Lc135	25,0	2.210,55	442,11
Lc136	25,0	2.210,55	442,11
Lc137	25,0	2.210,55	442,11
Lc138	25,0	2.210,55	442,11
Lc1.117	764,7	65.872,86	13.174,57
Lc1.119	61,8	5.258,84	1.051,77
Lc1.120	68,1	5.847,20	1.169,44
Lc1.121	122,5	10.438,67	2.087,73
Lc1.122	108,2	9.278,65	1.855,73

Tabla 16 Cálculo de caudales tuberías 3

Locales Ocio y Restauracion (<1000m ²)			
Local	Superficie [m ²]	Calor total [kcal/h]	caudal agua[L/h]
Lc1.101	88,3	8.881,32	1.776,26
Lc1.102	283,0	28.365,09	5.673,02
Lc1.103	89,1	8.937,96	1.787,59
Lc1.104	386,7	38.629,34	7.725,87
Lc1.105	322,3	32.170,36	6.434,07
Lc1.106	60,9	6.065,14	1.213,03
Lc1.107	287,2	28.663,22	5.732,64
Lc1.108	286,2	28.591,66	5.718,33
Lc1.109	36,5	3.607,52	721,50
Lc1.110	243,9	24.426,83	4.885,37
Lc1.111	200,6	20.046,54	4.009,31
Lc1.113	144,5	14.467,16	2.893,43
Lc1.114	97,1	9.651,30	1.930,26
Lc1.115	40,8	4.058,00	811,60
Lc1.124	177,2	18.560,47	3.712,09
Lc1.125	168,4	17.790,50	3.558,10
Lc1.126	168,7	17.811,86	3.562,37
Lc1.128	168,1	17.769,13	3.553,83
Lc1.129	172,2	18.060,80	3.612,16
Lc1.130	53,5	5.394,54	1.078,91
Lc1.131	153,9	15.424,76	3.084,95
Lc1.132	159,3	15.953,26	3.190,65
Lc1.133	164,5	16.467,84	3.293,57
Lc1.134	175,3	17.524,82	3.504,96
Lc1.135	180,2	18.018,04	3.603,61
Lc1.136	125,3	12.524,12	2.504,82
Lc1.139	744,4	74.473,12	14.894,62
Lc1.140	68,5	6.894,55	1.378,91
Lc1.141	64,5	6.465,43	1.293,09
Lc1.142	54,3	5.451,18	1.090,24
Lc1.143	29,2	2.943,38	588,68
Lc1.144	239,3	23.954,98	4.791,00
Lc1.145	76,6	7.615,34	1.523,07
Lc1.147	499,8	49.997,10	9.999,42

Tabla 17 Cálculo de caudales tuberías 4

Locales comerciales (<1000m ²)			
Local	Superficie [m ²]	Calor total [kcal/h]	caudal agua[L/h]
Lc1.123	437,2	38.327,62	7.665,52
Lc1.149	308,8	26.423,18	5.284,64
Lc1.150	102,7	8.742,70	1.748,54
Lc1.152	416,0	35.631,27	7.126,25
Lc1.158	63,9	5.407,40	1.081,48
Lc1.159	92,4	7.866,89	1.573,38
Lc1.160	80,6	6.883,25	1.376,65
Lc1.161	112,8	9.605,59	1.921,12
Lc1.162	141,2	12.056,63	2.411,33
Lc1.163	44,0	3.704,98	741,00
Lc1.164	205,7	17.652,66	3.530,53
Lc1.165	113,5	9.654,78	1.930,96
Lc1.166	74,1	6.276,75	1.255,35
Lc1.167	137,1	11.765,96	2.353,19
Lc1.168	137,5	11.793,78	2.358,76
Lc1.169	133,6	11.372,12	2.274,42
Lc1.170	136,8	11.744,59	2.348,92
Lc1.171	131,4	11.216,10	2.243,22
Lc1.172	74,8	6.326,94	1.265,39
Lc1.173	70,5	6.021,36	1.204,27
Lc1.174	113,9	9.683,60	1.936,72
Lc1.175	65,2	5.645,22	1.129,04
Lc1.176	79,1	6.777,42	1.355,48
Lc1.177	92,1	7.845,53	1.569,11
Lc1.178	103,0	8.764,06	1.752,81
Lc1.179	113,7	9.668,69	1.933,74
Lc1.180	60,3	5.152,01	1.030,40
Lc1.181	185,8	15.949,24	3.189,85
Lc1.182	50,5	4.311,48	862,30
Lc1.183	73,8	6.255,39	1.251,08
Lc1.184a	42,6	3.604,60	720,92
Lc1.184b	46,3	4.013,35	802,67
Lc1.185	94,4	8.009,00	1.601,80
Lc1.186A	43,7	3.683,61	736,72
Lc1.186B	47,1	4.069,99	814,00
Lc1.187	94,0	7.980,18	1.596,04
Lc1.188	26,3	2.302,47	460,49
Lc1.189	64,1	5.422,31	1.084,46
oficinas	166,2	14.506,00	2.901,20

Tabla 18 Cálculo de caudales tuberías 5

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

A continuación, mediante el uso de tablas se seleccionarán los diámetros de tuberías que cumplan ambos criterios de caída de presión y velocidad máxima expuestos en el apartado anterior.

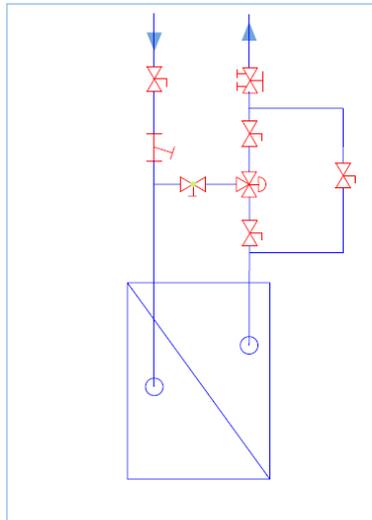
		DIN 2440													
Ø nominal	pulgadas	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	
Ø interior	mm	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	2
Perdida de carga en mm.c.a. / ml		CAUDAL EN L/H													
		VELOCIDAD EN M/S													
3	49	130	210	394	848	1.273	2.441	4.915	7.472	15.299	26.967	43.037	92.570	16	
	0,11	0,18	0,16	0,19	0,23	0,28	0,31	0,37	0,40	0,49	0,56	0,63	0,76		
4	65	136	248	466	992	1.491	2.818	5.675	8.780	17.666	31.139	49.695	106.890	19	
	0,15	0,19	0,19	0,22	0,27	0,30	0,35	0,42	0,48	0,56	0,65	0,73	0,88		
5	81	136	280	527	1.124	1.690	3.200	6.453	9.997	20.142	34.814	56.810	122.458	22	
	0,18	0,19	0,21	0,25	0,31	0,34	0,40	0,48	0,54	0,64	0,73	0,83	1,01		
6	97	136	310	584	1.231	1.851	3.505	7.069	10.951	22.065	38.957	62.232	134.146	24	
	0,22	0,19	0,23	0,28	0,34	0,37	0,44	0,53	0,59	0,70	0,82	0,91	1,10		
7	101	149	339	631	1.348	2.029	3.847	7.771	11.828	23.833	42.079	67.218	144.895	26	
	0,24	0,21	0,26	0,30	0,37	0,41	0,48	0,58	0,64	0,76	0,88	0,98	1,19		
8	101	159	362	683	1.441	2.169	4.112	8.307	12.645	26.003	44.984	71.859	154.899	28	
	0,24	0,22	0,27	0,33	0,40	0,44	0,52	0,62	0,69	0,83	0,94	1,05	1,27		
9	101	170	388	724	1.550	2.335	4.362	8.811	13.667	27.581	47.713	76.218	164.295	29	
	0,24	0,24	0,29	0,35	0,43	0,47	0,55	0,66	0,74	0,88	1,00	1,12	1,35		
10	101	181	409	773	1.634	2.462	4.674	9.288	14.407	29.073	50.294	80.341	173.182	31	
	0,21	0,25	0,31	0,37	0,45	0,50	0,59	0,69	0,78	0,93	1,05	1,18	1,43		
11	101	190	434	811	1.714	2.582	4.902	9.741	15.110	30.492	52.749	86.245	181.635	32	
	0,22	0,26	0,33	0,39	0,47	0,52	0,62	0,73	0,82	0,97	1,10	1,26	1,49		
12	101	201	453	847	1.790	2.696	5.120	10.361	15.782	31.848	56.332	90.080	189.712	34	
	0,23	0,28	0,34	0,41	0,49	0,55	0,64	0,77	0,85	1,02	1,18	1,32	1,56		
13	106	209	472	882	1.890	2.850	5.329	10.784	16.426	33.148	58.633	93.758	197.458	36	
	0,24	0,29	0,36	0,42	0,52	0,58	0,67	0,81	0,89	1,06	1,23	1,37	1,63		
14	110	219	496	927	1.961	2.958	5.530	11.191	17.046	34.399	60.846	97.298	204.912	38	
	0,25	0,30	0,38	0,44	0,54	0,60	0,70	0,84	0,92	1,10	1,27	1,42	1,69		
15	115	227	513	960	2.030	3.061	5.724	11.584	17.644	35.607	62.982	100.713	212.104	39	
	0,26	0,31	0,39	0,46	0,56	0,62	0,72	0,87	0,96	1,14	1,32	1,47	1,75		
16	119	234	530	991	2.097	3.162	6.013	11.964	18.223	36.774	65.047	104.016	219.060	40	
	0,27	0,32	0,40	0,47	0,58	0,64	0,76	0,89	0,99	1,17	1,36	1,52	1,80		
17	123	241	546	1.022	2.161	3.259	6.198	12.332	18.784	37.906	67.049	107.217	231.668	42	
	0,28	0,33	0,41	0,49	0,59	0,66	0,78	0,92	1,02	1,21	1,40	1,57	1,91		
18	127	251	569	1.051	2.224	3.354	6.377	12.690	19.329	39.005	68.993	110.325	238.385	43	
	0,29	0,35	0,43	0,50	0,61	0,68	0,80	0,95	1,05	1,24	1,44	1,62	1,96		
19	131	258	584	1.095	2.319	3.446	6.552	13.037	20.251	40.936	70.883	113.348	244.917	44	
	0,30	0,36	0,44	0,52	0,64	0,70	0,82	0,97	1,10	1,31	1,48	1,66	2,02		
20	134	264	599	1.123	2.380	3.535	6.722	13.376	20.778	41.999	72.725	116.293	251.279	45	
	0,30	0,37	0,45	0,54	0,65	0,72	0,85	1,00	1,13	1,34	1,52	1,70	2,07		
21	139	271	614	1.151	2.438	3.680	6.888	13.706	21.291	43.037	74.521	119.165	257.485	46	
	0,31	0,37	0,47	0,55	0,67	0,74	0,87	1,02	1,15	1,37	1,56	1,75	2,12		
22	142	280	629	1.178	2.496	3.767	7.051	14.029	21.792	44.049	76.274	121.969	263.544	47	
	0,32	0,39	0,48	0,56	0,68	0,76	0,89	1,05	1,18	1,41	1,60	1,79	2,17		
23	145	287	643	1.204	2.552	3.852	7.209	14.344	22.281	45.039	77.989	124.710	269.467	48	
	0,33	0,40	0,49	0,58	0,70	0,78	0,91	1,07	1,21	1,44	1,63	1,83	2,22		
24	149	293	665	1.230	2.607	3.934	7.364	14.932	22.761	46.008	79.666	127.393	275.263	50	
	0,34	0,40	0,50	0,59	0,72	0,80	0,93	1,12	1,23	1,47	1,67	1,87	2,27		
25	153	299	679	1.255	2.661	4.016	7.516	15.240	23.230	46.957	81.309	130.019	280.939	51	
	0,35	0,41	0,51	0,60	0,73	0,81	0,95	1,14	1,26	1,50	1,70	1,90	2,31		
26	156	305	692	1.280	2.713	4.095	7.665	15.541	23.690	47.887	82.919	132.594	286.503	52	
	0,35	0,42	0,52	0,61	0,74	0,83	0,97	1,16	1,28	1,53	1,74	1,94	2,36		
27	159	311	705	1.323	2.765	4.173	7.811	15.838	24.141	48.799	84.499	135.120	291.960	53	
	0,36	0,43	0,53	0,63	0,76	0,84	0,98	1,18	1,31	1,56	1,77	1,98	2,40		
28	162	320	718	1.347	2.816	4.250	7.954	16.128	24.584	49.694	86.049	137.600	297.318	54	
	0,37	0,44	0,54	0,64	0,77	0,86	1,00	1,21	1,33	1,59	1,80	2,02	2,45		
29	165	325	731	1.371	2.865	4.325	8.095	16.414	25.019	50.574	87.572	140.035	302.580	54	
	0,37	0,45	0,55	0,66	0,79	0,88	1,02	1,23	1,36	1,61	1,83	2,05	2,49		
30	168	331	743	1.394	2.914	4.399	8.379	16.694	25.447	51.438	89.069	142.429	307.753	55	
	0,38	0,46	0,56	0,67	0,80	0,89	1,05	1,25	1,38	1,64	1,88	2,09	2,53		

Tabla 19 Selección de diámetro de tubería

Conocidos estos diámetros se añaden las pérdidas de carga correspondientes a las peculiaridades de la instalación (codos, tes, valvulería y bombeo) correspondientes a dichos diámetros. El cálculo de debe realizar desde el elemento terminal (el más alejado del bombeo) ya que este recorrido será generalmente el que experimente una mayor pérdida de carga. Para el cálculo se debe tener en cuenta que el caudal crece en cada nudo a razón del caudal correspondiente para vencer la carga térmica de cada local que alimenta el sistema.

A continuación, se indican las características de las conexiones correspondientes a los diversos elementos del circuito.

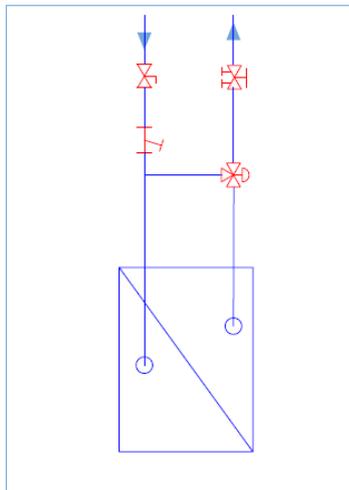
CONEXIÓN BATERIA CLIMATIZADORES



-  VÁLVULA DE CORTE
-  FILTRO
-  VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
-  VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS
-  VÁLVULA DE ASIENTO O GLOBO

Imagen 7 Conexión batería climatizadores

DETALLE CONEXION TUBERIA A BATERIAS



-  VÁLVULA DE CORTE
-  FILTRO
-  VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
-  VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

Imagen 8 Conexión elementos terminales (fancoils)

DETALLE VALVULERÍA EN BOMBAS

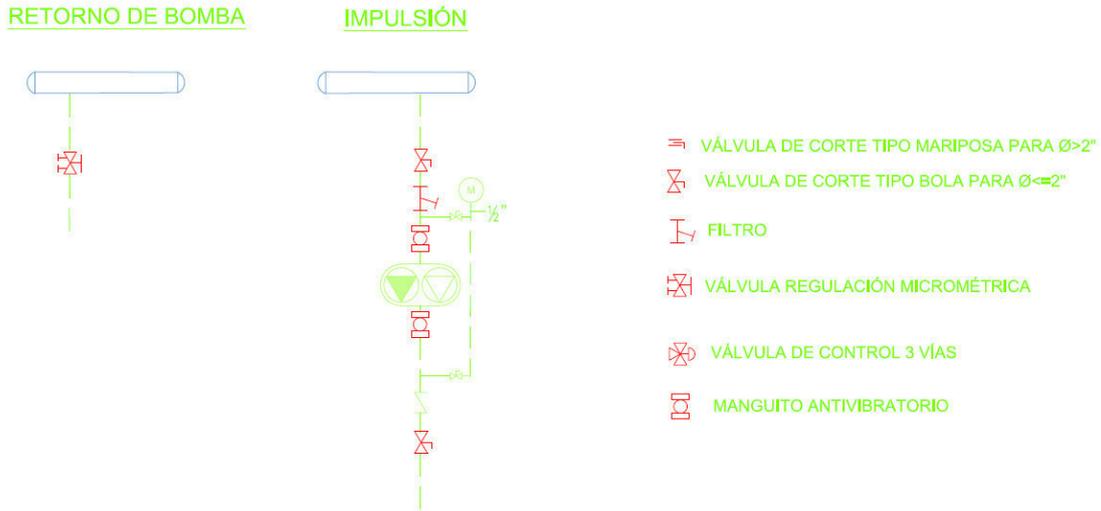


Imagen 10 Conexión bombeo

La pérdida de carga asociada al propio elemento terminal se obtiene del catálogo en el que se seleccionan.

Accesorios/Válvulas		Longitud equivalente (m)														
Ø	pulgadas mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Codo a 45°					0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	0,9	1,2	1,5	2,1	2,7	3,3	3,9
Codo a 90°					0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	3	3,6	4,2	5,4	6,6	8,1
Codo a 90° Radio largo					0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	2,7	3,9	4,8	5,4
Té o Cruz					1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,5	6	7,5	9	10,5	15	18
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

Imagen 9 Perdida de carga asociada a valvulería

Por último, se indica la perdida de carga asociada a cada uno de los citados elementos según el diámetro de la tubería asociada:

Como se puede observar la forma de tener en cuenta este tipo de elementos a la hora de realizar el cálculo es asociar dicho elemento con una longitud equivalente del diámetro de tubería seleccionado.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Todos estos datos permiten a su vez conocer la potencia de bombeo de la bomba asociada a esa sección de la red de tuberías.

Para asegurar que la bomba será suficiente para hacer llegar el agua a todas las partes del circuito se añade a este cálculo un coeficiente de seguridad del 10%. Se adjunta ejemplo del cálculo de la potencia de la estación de bombeo como anexo.

Se plantean 7 circuitos en cada planta del centro comercial de forma que tanto bombas de impulsión como de calor puedan vencer pérdida de carga y cargas térmicas respectivamente.

Los resultados obtenidos para cada uno de los sistemas, así como la potencia de bombeo necesaria y carga térmica total a vencer se muestran en las siguientes tablas:

Sistema de tuberías PB 1				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	9,97	5444,40	2"
2-3	1	8,33	7006,80	2"
3-4	1	7,77	12967,04	2 1/2"
4-5	1	9,39	14475,03	2 1/2"
5-6	1	16,72	21197,43	3"
6-7	1	11,27	26801,39	4"
7-8	1	14,62	32631,78	4"
8-9	1	8,58	35755,68	4"
9-10	1	7,32	37766,70	4"
10-11	1	22,38	38664,47	4"
11-12	1	22,38	53660,76	5"
1-2	2	8,16	1989,85	1 1/2"
2-3	2	21,41	4194,61	2"
3-4	2	10,1	5897,83	2 1/2"
4-5	2	6,75	7404,33	2 1/2"
1-2	1-2	25,5	61065,09	6"

Carga Total[kcal/h]	61065,09
Caudal total[L/h]	305325,44
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	12,24

Tabla 21 Dimensionamiento de tuberías PB1

Sistema de tuberías PB 2				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	7,37	1164,52	1 1/2"
2-3	1	14,23	2367,30	2"
3-4	1	12,26	16286,96	2 1/2"
1-2	2	41,6	2901,20	2"
1-2	1-2	18,51	19188,16	4"
2-3	1-2	7,98	34255,60	4"
3-4	1-2	8,15	35411,58	4"
4-5	1-2	7,91	36578,88	4"
5-6	1-2	10,09	37660,15	4"
6-7	1-2	11,15	50193,69	5"
1-2	3	15,91	1512,26	1 1/2"
2-3	3	71,17	3084,15	2"
1-2	1-2-3	14,08	53277,84	6"

Carga Total[kcal/h]	53277,84
Caudal total[L/h]	266389,18
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	11,25

Tabla 20 Dimensionamiento de tuberías PB2

Sistema de tuberías PB 3				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	8,37	1236,12	1 1/2"
2-3	1	8,8	2404,92	1 1/2"
3-4	1	7,55	3573,71	2"
4-5	1	12,58	4720,92	2"
5-6	1	8,93	7051,26	2 1/2"
6-7	1	8,83	9062,27	3"
7-8	1	8,24	11450,94	3"
8-9	1	7,47	14551,34	3"
9-10	1	6,9	15359,57	3"
10-11	1	5,49	16768,92	3"
1-2	2	5,68	827,89	1 1/4"
2-3	2	3,44	1858,30	2"
1-2	3	8,2	550,03	1"
2-3	3	8,78	1101,36	1 1/4"
3-4	3	11,16	1668,56	1 1/2"
4-5	3	3,87	2200,42	1 1/2"
1-2	4	6,57	981,23	1 1/4"
2-3	4	7,52	2025,74	1 1/2"
3-4	4	12,23	3436,58	2"
4-5	4	17,34	10845,19	3"
5-6	4	7,54	12167,98	3"
6-7	4	7,34	13252,44	3"
7-8	4	1,4	15130,83	3"
1-2	3-4	6,55	17331,25	4"
1-2	2-3-4	2,92	19189,54	4"
1-2	1-2-3-4	3,44	35958,46	5"

Carga Total[kcal/h]	35958,46
Caudal total[L/h]	179792,30
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	7,32

Tabla 22 Dimensionamiento de tuberías PB3

Sistema de tuberías PB 4				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	6,32	850,77	1 1/4"
2-3	1	8,42	2076,19	1 1/2"
3-4	1	17,47	3471,21	2"
4-5	1	9,48	4960,81	2 1/2"
5-6	1	6,26	6464,53	2 1/2"
6-7	1	15,8	7721,37	3"
7-8	1	9,13	9591,21	3"
8-9	1	7,72	11027,49	3"
9-10	1	7,72	12450,73	3"
10-11	1	8,79	13881,44	3"
11-12	1	8,07	15302,11	3"
12-13	1	9,25	16720,01	3"
1-2	2	6,46	1302,91	1 1/2"
2-3	2	9,02	2776,72	2"
3-4	2	10,74	4173,24	2"
1-2	1-2	5,84	20893,25	4"

Carga Total[kcal/h]	20893,25
Caudal total[L/h]	104466,25
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	6,48

Tabla 23 Dimensionamiento de tuberías PB4

Sistema de tuberías PB 5				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	6,35	551,32	1"
2-3	1	8,11	4863,89	2 1/2"
3-4	1	7,79	8124,69	2 1/2"
4-5	1	8,12	10985,19	3"
5-6	1	8,12	14239,79	4"
6-7	1	5,82	17619,11	4"
7-8	1	9,73	18099,48	4"
8-9	1	8,74	19238,36	4"
9-10	1	7,82	24183,81	4"
10-11	1	6,51	25507,89	4"
11-12	1	6,58	28591,61	4"
12-13	1	5,63	29080,52	4"
1-2	2	13,96	12500,63	3"
2-3	2	10,13	13367,20	3"
3-4	2	7,82	14675,85	4"
4-5	2	8,52	15816,23	4"
5-6	2	8,48	16811,15	4"
1-2	1-2	8,16	45891,67	5"

Carga Total[kcal/h]	45891,67
Caudal total[L/h]	229458,36
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	7,74

Tabla 25 Dimensionamiento de tuberías PB5

Sistema de tuberías PB 6				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	8,65	1210,04	1 1/2"
2-3	1	8,21	2339,08	2"
3-4	1	7,64	3684,53	2"
4-5	1	8,67	5434,56	2 1/2"
5-6	1	7,89	7613,88	2 1/2"
6-7	1	8,29	10162,11	2 1/2"
7-8	1	27,19	11835,42	2 1/2"
1-2	2	9,36	1327,06	1 1/2"
2-3	2	8,45	3088,42	2"
3-4	2	6,73	5020,87	2 1/2"
4-5	2	3,92	5428,24	2 1/2"
5-6	2	5,99	6943,28	2 1/2"
6-7	2	6,34	9447,48	3"
7-8	2	4	9852,07	3"
8-9	2	4,68	10260,92	3"
9-10	2	6,75	12035,53	3"
10-11	2	35,36	13617,26	3"
1-2	1-2	9,36	25452,68	4"

Carga Total[kcal/h]	25452,68
Caudal total[L/h]	127263,39
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	7,42

Tabla 24 Dimensionamiento de tuberías PB6

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Sistema de tuberías PB 7				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	5,48	965,00	1 1/4"
2-3	1	7,88	2545,43	1 1/4"
3-4	1	7,89	4797,20	2"
4-5	1	8,36	7481,04	2 1/2"
5-6	1	7,61	10169,15	2 1/2"
6-7	1	8,3	12855,77	3"
7-8	1	8,16	15526,79	3"
8-9	1	6,69	18202,08	3"
9-10	1	38,63	20124,49	3"
1-2	2	18,28	1998,40	1 1/2"
2-3	2	9,14	3526,26	2"
3-4	2	7,65	5254,92	2 1/2"
4-5	2	7,77	7140,37	2 1/2"
5-6	2	8,46	9208,22	3"
6-7	2	7,62	11438,62	3"
7-8	2	10,51	12791,13	3"
8-9	2	484,04	17012,67	3"
1-2	1-2	5,17	37137,16	4"

Carga Total[kcal/h]	37137,16
Caudal total[L/h]	185685,80
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	9,07

Tabla 28 Dimensionamiento de tuberías PB7

Sistema de tuberías PP 1				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	6,05	1776,26	1 1/2"
2-3	1	8,22	7449,28	2 1/2"
3-4	1	15,29	9236,87	2 1/2"
4-5	1	9,97	16962,74	4"
5-6	1	8,33	23396,82	4"
6-7	1	7,77	24609,84	4"
7-8	1	9,29	30342,49	5"
8-9	1	10,37	36060,82	5"
1-2	2	5,7	4009,31	2"
2-3	2	5,57	8894,67	2 1/2"
3-4	2	6,35	9616,18	2 1/2"
1-2	1-2	8,26	45677,00	5"

Carga Total[kcal/h]	45677,00
Caudal total[L/h]	228384,98
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	9,14

Tabla 27 Dimensionamiento de tuberías PP1

Sistema de tuberías PP 2				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	8,58	2893,43	2"
2-3	1	7,32	4823,69	2 1/2"
3-4	1	10,92	5635,29	2 1/2"
4-5	1	14,22	18809,86	4"
1-2	2	8,19	1855,73	1 1/2"
2-3	2	19	3943,46	2 1/2"
3-4	2	10,01	5112,90	2 1/2"
4-5	2	6,75	6164,67	2 1/2"
1-2	1-2	20,97	24974,53	4"

Carga Total[kcal/h]	24974,53
Caudal total[L/h]	124872,67
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	5,68

Tabla 26 Dimensionamiento de tuberías PP2

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Sistema de tuberías PP 3				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	2,88	7665,52	4"
2-3	1	10,6	11377,62	4"
3-4	1	4,85	14935,72	4"
1-2	2	4,27	1078,91	1 1/2"
2-3	2	9,95	4691,07	2"
3-4	2	6,91	8244,89	2 1/2"
4-5	2	22,82	11807,27	2 1/2"
1-2	1-2	43,29	26742,99	5"

Carga Total[kcal/h]	26742,99
Caudal total[L/h]	133714,93
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	6,69

Tabla 30 Dimensionamiento de tuberías PP3

Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	42,09	2504,82	2"
2-3	1	15,06	6108,43	2 1/2"
3-4	1	7,39	9402,00	2 1/2"
4-5	1	8,18	12592,65	3"
5-6	1	38,76	15677,60	3"

Carga Total[kcal/h]	15677,60
Caudal total[L/h]	62963,25
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	3,94

Tabla 29 Dimensionamiento de tuberías PP4

Sistema de tuberías PP 5				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	4,13	14894,62	4"
1-2	2	8,52	1090,24	1 1/4"
2-3	2	7,65	2383,32	2"
3-4	2	6	3762,23	2"
1-2	1-2	12,03	18656,86	5"

Carga Total[kcal/h]	18656,86
Caudal total[L/h]	93284,28
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	5,83

Tabla 31 Dimensionamiento de tuberías PP5

Sistema de tuberías PP 6				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	16,41	7126,25	2 1/2"
2-3	1	8,12	8874,79	3"
3-4	1	7,67	14159,43	3"
1-2	2	6,58	588,68	1"
2-3	2	6,51	5379,67	2 1/2"
3-4	2	16,56	6902,74	2 1/2"
4-5	2	7,88	16902,16	4"
1-2	1-2	5,38	31061,59	5"

Carga Total[kcal/h]	31061,59
Caudal total[L/h]	155307,95
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	9,14

Tabla 32 Dimensionamiento de tuberías PP6

Sistema de tuberías PP 7				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	9,36	1084,46	1 1/4"
2-3	1	8,45	1544,96	1 1/2"
3-4	1	6,73	3140,99	2"
4-5	1	3,92	3954,99	2 1/2"
5-6	1	5,99	4691,71	2 1/2"
6-7	1	6,34	6293,51	2 1/2"
7-8	1	3,97	7096,18	2 1/2"
8-9	1	4,68	7817,10	2 1/2"
9-10	1	32,81	9068,18	3"
1-2	2	8,65	1081,48	1 1/4"
2-3	2	8,21	2654,86	2"
3-4	2	7,63	4031,51	2 1/2"
4-5	2	8,67	5952,63	2 1/2"
5-6	2	7,89	8363,95	2 1/2"
6-7	2	8,25	9104,95	3"
7-8	2	9,33	12635,48	4"
8-9	2	27,2	14566,44	4"
1-2	1-2	12,6	23634,62	5"

Carga Total[kcal/h]	23634,62
Caudal total[L/h]	118173,10
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	4,38

Tabla 34 Dimensionamiento de tuberías PP7

Sistema de tuberías PP 8				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [L/h]	Diametro tubería
1-2	1	3,83	1129,04	1 1/4"
1-2	2	5,63	1265,39	1 1/4"
2-3	2	8,63	2469,66	2"
3-4	2	3,29	4406,38	2 1/2"
1-2	1-2	52,71	5535,43	2 1/2"
1-2	3	7,89	2243,22	2"
2-3	3	8,36	4592,14	2 1/2"
3-4	3	7,61	6866,56	2 1/2"
4-5	3	8,3	9225,32	3"
5-6	3	8,16	11578,51	3"
6-7	3	21,9	12833,86	4"
1-2	4	7,68	1355,48	1 1/4"
2-3	4	7,77	2924,59	2"
3-4	4	8,46	4677,40	2 1/2"
4-5	4	7,61	6611,14	2 1/2"
5-6	4	10,49	7641,54	3"
6-7	4	25,76	10831,39	3"
1-2	3-4	8,57	23665,25	5"
1-2	1-2-3-4	1,27	29200,67	5"

Carga Total[kcal/h]	29200,67
Caudal total[L/h]	146003,37
Altura efectiva de la bomba (M.C.A.)	5,03

Tabla 33 Dimensionamiento de tuberías PP8

La disposición de estos sistemas se muestra en los planos adjuntos. Se debe tener en cuenta que las longitudes indicadas corresponden a las tuberías de impulsión por lo que a la hora de presupuestar los metros de tubería necesarios se deben multiplicar por dos. Los metros de columna de agua necesarios para el sistema de bombeo también deben ser multiplicados por dos por esta misma razón.

Se adjunta un ejemplo de cálculo como anexo.

5.4 Dimensionamiento de conductos

Para realizar esta tarea se seguirá un razonamiento similar al del cálculo de tuberías. En este caso el fluido de transporte será aire directamente por lo que no será necesaria la inclusión de baterías en los espacios a climatizar, simplemente se emplearán toberas, difusores y rejillas.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Se debe calcular primeramente el caudal necesario para vencer las cargas asociadas a los diferentes espacios a climatizar. Este cálculo se realiza mediante la siguiente formula:

$$Q_{sensible} = \text{Caudal de impulsión} \times C_{portante\ del\ aire} \times (T_{interior} - T_{exterior})$$

Donde se conoce:

el calor sensible que se indica en el apartado de cargas

el salto térmico entre la temperatura interior y la de impulsión en verano (25°C-14°C)

La capacidad portante del aire (0,3 kcal/m³)

Los resultados obtenidos de la aplicación de esta fórmula son los siguientes:

Zona Mall			
Zona Mall	Superficie [m ²]	Calor sensible [kcal/h]	Caudal de aire [m ³ /h]
pb1	575,0	37.000	11.162
pb2	826,6	53.221	16.055
pb3	656,1	42.270	12.751
pb4	558,2	35.929	10.838
pb5	608,9	39.242	11.838
pb6	845,7	54.429	16.419
pb7	1883,0	121.293	36.589
pb8	1117,9	72.025	21.727
pb9	957,8	61.690	18.609
pp1	733,7	47.253	14.254
pp2	1428,0	91.941	27.735
pp3	881,1	56.760	17.122
pp4	716,8	46.175	13.929
pp5	780,5	50.258	15.161
pp6	1079,1	69.494	20.962
pp7	1829,7	117.826	35.543

Tabla 35 Cálculo de caudales de aire en conductos zona mall

Locales comerciales (>1000m ²)			
Local	Superficie [m ²]	Calor sensible [kcal/h]	Caudal de aire [m ³ /h]
lc001	2370,0	187.205	56.472
Lc037	2610,7	208.094	62.773
Lc040	9908,6	781.511	235.750
Lc1.127	3639,0	287.636	86.768
Lc1.154	1563,0	123.223	37.171

Tabla 36 Cálculo de caudales de aire en conductos locales comerciales >1000m²

Una vez determinado el caudal necesario para climatizar el espacio, este se divide proporcionalmente entre el número de difusores que se instalan en dicho sistema ya que se

diseña la instalación de forma que la distancia entre difusores y rejillas de retorno sea proporcional y de esta forma den servicio a zonas equivalentes permitiendo asumir este reparto de caudales. La distancia entre tomas de impulsión y retorno no debe ser inferior a 2,5 metros para evitar que el aire no se reparta adecuadamente por el espacio a climatizar. Se proyecta cada sistema con cuatro ramas simétricas de forma que definiendo una de las ramas quedan definidas las cuatro del sistema.

Conocida la disposición de las bocas de impulsión y retorno y los caudales el siguiente paso es el cálculo de las dimensiones de los conductos, como en el caso de las tuberías se definen los tramos de conducto entre los nudos en los que varía el caudal. También se comienza por el elemento más alejado del ventilador de impulsión que será previsiblemente el de mayor pérdida de carga.

Se utiliza el método del rozamiento constante, de esta forma la pérdida de carga en el conducto será proporcional a la longitud de este. La forma de obtener el diámetro necesario es introduciéndose en el siguiente grafico con los caudales correspondientes a los diferentes tramos de conducto y con una pérdida de carga fija, obteniendo la velocidad del aire correspondiente a estas características:

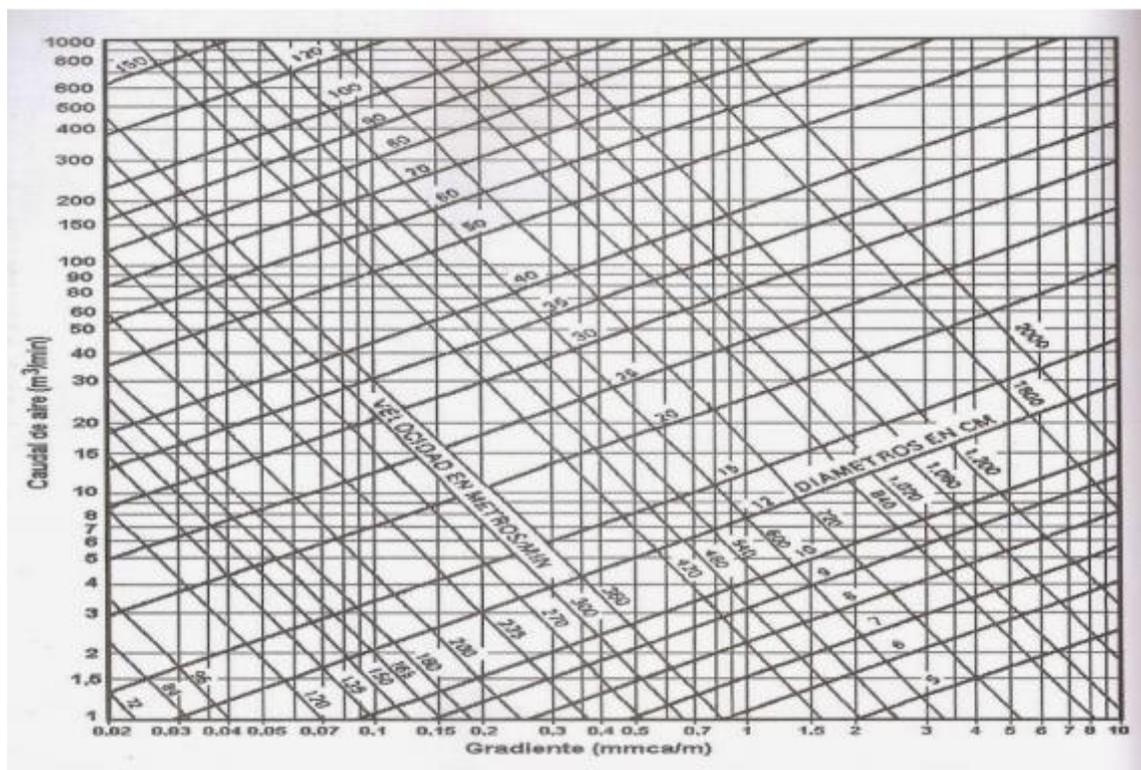


Imagen 11 Grafico de selección de diámetro de conducto

Como ya se ha mencionado, por razones de economización de espacio se procede a la transformación de estos conductos redondos a rectangulares. Para esto se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

Existe flexibilidad a la hora de seleccionar la primera de las dimensiones del conducto, esta primera dimensión determina la segunda

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Se debe tener en cuenta que no se debe sobrepasar la relación de 3 a 1 entre ambas dimensiones del conducto para evitar problemas de pandeo y la necesaria colocación de refuerzos en el conducto. Únicamente si las características constructivas del edificio no dejan otra posibilidad.

Las dimensiones de los conductos crecerán en múltiplos de 50cm para facilitar la instalación de los elementos de ensamblaje entre ellos. También facilita la fabricación de los propios conductos y elementos de ensamblaje abaratando el coste de la instalación.

Con el fin de facilitar la instalación, siempre que sea posible, se mantendrá fija una de las dos dimensiones del conducto y se varía el tamaño de la otra.

Teniendo en cuenta estos criterios se accede a la siguiente grafica para seleccionar los tamaños de los conductos. En ella las líneas horizontales que parten de cada dimensión se deben cortar en la diagonal que indica el diámetro del conducto circular.

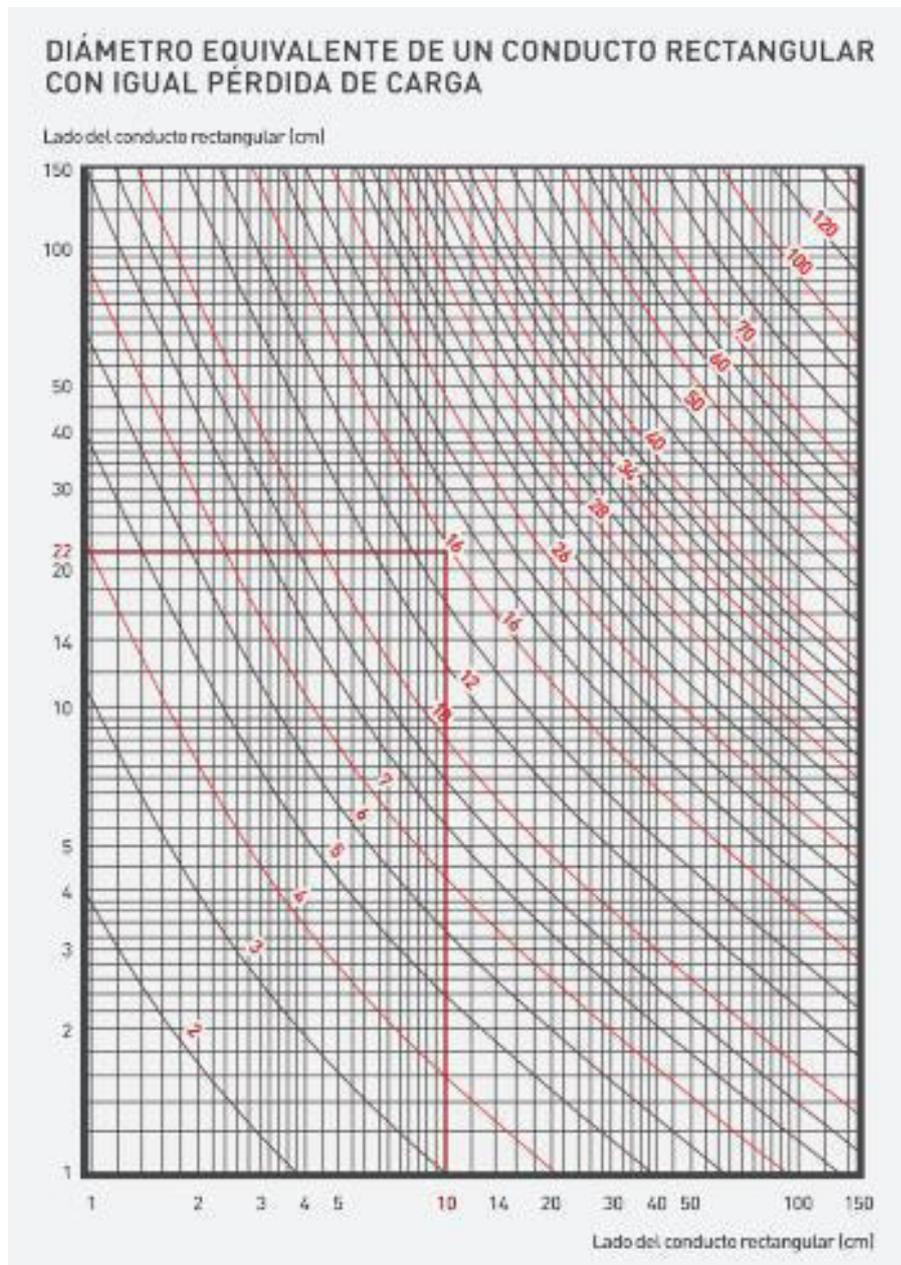


Imagen 12 Grafico calculo conducto rectangular

A continuación, se debe incluir en el cálculo de la potencia del ventilador la pérdida de carga experimentada tanto en las bocas de impulsión y de descarga, así como las pérdidas de carga debidas a los cambios de sección en los conductos, codos y demás elementos que se transforman en longitud equivalente del tramo de conducto. Es decir, se iguala la pérdida de carga sufrida en cada uno de estos accesorios a los metros de conducto donde se sufrirá una pérdida de carga equivalente.

Los tramos reflejados en las tablas se corresponden con los tramos entre dos bocas de impulsión o retorno dibujados en los planos. En las tablas se refleja una única rama de las cuatro correspondientes a cada sistema, siendo las demás simétricas.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

El tramo 1-2 corresponde al más alejado del equipo de impulsión, y así sucesivamente. Las dos últimas filas mostradas en las tablas se corresponden con la unión de dos ramales, y posteriormente de los cuatro.

De esta forma las características para cada uno de los sistemas se indican en las siguientes tablas.

Sistema de conductos PB1				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	3,2	348,81	300x150
2-3	1	3,2	697,63	300x200
3-4	1	3,2	1046,44	300x250
4-5	1	3,2	1395,25	300x350
5-6	1	3,2	1744,06	300x400
6-7	1	3,2	2092,88	300x450
7-8	1	3,2	2441,69	300x550
1-2	1-2	3,2	2790,50	300x600
1-2	2-3	34,4	5581,00	350x750
1-2	1-2-3-4	3	11162,00	400x1150
Carga Total[kW]				45,99
Caudal total[m ³ /h]				11162
ΔP ventilador [Pa]				318,1472

Tabla 40 Selección conductos zona mall PB1

Sistema de conductos PB2				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	2,7	501,72	300x200
2-3	1	2,7	1003,44	300x250
3-4	1	2,7	1505,16	300x350
4-5	1	2,7	2006,88	300x450
5-6	1	2,7	2508,59	300x500
6-7	1	2,7	3010,31	300x550
7-8	1	2,7	3512,03	300x600
1-2	1-2	2,7	4013,75	300x650
1-2	2-3	79,35	8027,50	400x800
1-2	1-2-3-4	3,7	16055,00	450x1250
Carga Total[kW]				66,17
Caudal total[m ³ /h]				16055
ΔP ventilador [Pa]				362,2864

Tabla 39 Selección conductos zona mall PB2

Sistema de conductos PB3				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	2,9	398,47	300x150
2-3	1	2,9	796,94	300x200
3-4	1	2,9	1195,41	300x250
4-5	1	2,9	1593,88	300x350
5-6	1	2,9	1992,34	300x400
6-7	1	2,9	2390,81	300x450
7-8	1	2,9	2789,28	300x550
1-2	1-2	2,9	3187,75	300x600
1-2	2-3	46,4	6375,50	350x750
1-2	1-2-3-4	4,25	12751,00	400x1150
Carga Total[kW]				52,58
Caudal total[m ³ /h]				12751
ΔP ventilador [Pa]				318,1472

Tabla 37 Selección conductos zona mall PB3

Sistema de conductos PB4				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	3,3	338,69	300x150
2-3	1	3,3	677,38	300x200
3-4	1	3,3	1016,06	300x250
4-5	1	3,3	1354,75	300x350
5-6	1	3,3	1693,44	300x400
6-7	1	3,3	2032,13	300x450
7-8	1	3,3	2370,81	300x550
1-2	1-2	3,3	2709,50	300x600
1-2	2-3	44,7	5419,00	350x750
1-2	1-2-3-4	5,1	10838,00	400x1150
Carga Total[kW]				44,66
Caudal total[m ³ /h]				10838
ΔP ventilador [Pa]				362,2864

Tabla 38 Selección conductos zona mall PB4

Sistema de conductos PB5				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	3,6	369,94	300x150
2-3	1	3,6	739,88	300x200
3-4	1	3,6	1109,81	300x250
4-5	1	3,6	1479,75	300x350
5-6	1	3,6	1849,69	300x400
6-7	1	3,6	2219,63	300x450
7-8	1	3,6	2589,56	300x550
1-2	1-2	3,6	2959,50	300x600
1-2	2-3	42,9	5919,00	350x750
1-2	1-2-3-4	5,6	11838,00	400x1150
Carga Total[kW]				48,83
Caudal total[m ³ /h]				11838
ΔP ventilador [Pa]				357,504

Tabla 42 Selección conductos zona mall PB5

Sistema de conductos PB6				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	3,2	513,09	300x200
2-3	1	3,2	1026,19	300x250
3-4	1	3,2	1539,28	300x350
4-5	1	3,2	2052,38	300x450
5-6	1	3,2	2565,47	300x500
6-7	1	3,2	3078,56	300x550
7-8	1	3,2	3591,66	300x600
1-2	1-2	3,2	4104,75	300x650
1-2	2-3	28,6	8209,50	400x800
1-2	1-2-3-4	8,2	16419,00	450x1250
Carga Total[kW]				67,66
Caudal total[m ³ /h]				16419
ΔP ventilador [Pa]				317,2064

Tabla 41 Selección conductos zona mall PB6

Sistema de conductos PB7				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	4,4	1143,41	300x300
2-3	1	4,4	2286,81	300x500
3-4	1	4,4	3430,22	300x550
4-5	1	4,4	4573,63	300x700
5-6	1	4,4	5717,03	350x650
6-7	1	4,4	6860,44	400x750
7-8	1	4,4	8003,84	400x850
1-2	1-2	4,4	9147,25	400x900
1-2	2-3	9,7	18294,50	500x1500
1-2	1-2-3-4	4,4	36589,00	650x1400
Carga Total[kW]				150,86
Caudal total[m ³ /h]				36589
ΔP ventilador [Pa]				347,4688

Tabla 44 Selección conductos zona mall PB7

Sistema de conductos PB8				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	5,8	678,97	300x150
2-3	1	5,8	1357,94	300x300
3-4	1	5,8	2036,91	300x400
4-5	1	5,8	2715,88	300x500
5-6	1	5,8	3394,84	300x600
6-7	1	5,8	4073,81	300x650
7-8	1	5,8	4752,78	300x700
1-2	1-2	5,8	5431,75	300x750
1-2	2-3	17,4	10863,50	400x1150
1-2	1-2-3-4	6	21727,00	500x1500
Carga Total[kW]				89,60
Caudal total[m ³ /h]				21727
ΔP ventilador [Pa]				439,6672

Tabla 43 Selección conductos zona mall PB8

Sistema de conductos PB9				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	4,5	581,53	300x150
2-3	1	4,5	1163,06	300x300
3-4	1	4,5	1744,59	300x400
4-5	1	4,5	2326,13	300x500
5-6	1	4,5	2907,66	300x600
6-7	1	4,5	3489,19	300x650
7-8	1	4,5	4070,72	300x700
1-2	1-2	4,5	4652,25	300x750
1-2	2-3	21,65	9304,50	400x1150
1-2	1-2-3-4	5,2	18609,00	500x1500
Carga Total[kW]				76,72
Caudal total[m ³ /h]				18609
ΔP ventilador [Pa]				372,9488

Tabla 46 Selección conductos zona mall PB9

Sistema de conductos PP1				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	3,2	445,44	300x200
2-3	1	3,2	890,88	300x250
3-4	1	3,2	1336,31	300x350
4-5	1	3,2	1781,75	300x450
5-6	1	3,2	2227,19	300x500
6-7	1	3,2	2672,63	300x550
7-8	1	3,2	3118,06	300x600
1-2	1-2	3,2	3563,50	300x650
1-2	2-3	19,2	7127,00	400x800
1-2	1-2-3-4	3,4	14254,00	450x1250
Carga Total[kW]				58,76
Caudal total[m ³ /h]				14254
ΔP ventilador [Pa]				294,9408

Tabla 47 Selección conductos zona mall PP1

Sistema de conductos PP2				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	3,1	866,72	300x250
2-3	1	3,1	1733,44	300x400
3-4	1	3,1	2600,16	300x500
4-5	1	3,1	3466,88	300x600
5-6	1	3,1	4333,59	300x750
6-7	1	3,1	5200,31	300x750
7-8	1	3,1	6067,03	350x800
1-2	1-2	3,1	6933,75	350x1100
1-2	2-3	68,9	13867,50	450x1200
1-2	1-2-3-4	6,4	27735,00	600x1500
Carga Total[kW]				114,31
Caudal total[m ³ /h]				27735
ΔP ventilador [Pa]				372,0864

Tabla 45 Selección conductos zona mall PP2

Sistema de conductos PP3				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	2,9	535,06	300x200
2-3	1	2,9	1070,13	300x250
3-4	1	2,9	1605,19	300x350
4-5	1	2,9	2140,25	300x450
5-6	1	2,9	2675,31	300x500
6-7	1	2,9	3210,38	300x550
7-8	1	2,9	3745,44	300x600
1-2	1-2	2,9	4280,50	300x650
1-2	2-3	40,5	8561,00	400x800
1-2	1-2-3-4	7	17122,00	450x1250
Carga Total[kW]				70,60
Caudal total[m ³ /h]				17122
ΔP ventilador [Pa]				317,52

Tabla 48 Selección conductos zona mall PP3

Sistema de conductos PP4				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	3,3	435,28	300x200
2-3	1	3,3	870,56	300x250
3-4	1	3,3	1305,84	300x350
4-5	1	3,3	1741,13	300x450
5-6	1	3,3	2176,41	300x500
6-7	1	3,3	2611,69	300x550
7-8	1	3,3	3046,97	300x600
1-2	1-2	3,3	3482,25	300x650
1-2	2-3	39,9	6964,50	400x800
1-2	1-2-3-4	5,5	13929,00	450x1250
Carga Total[kW]				57,43
Caudal total[m ³ /h]				13929
ΔP ventilador [Pa]				336,1792

Tabla 52 Selección conductos zona mall PP4

Sistema de conductos PP5				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	3,6	473,78	300x200
2-3	1	3,6	947,56	300x250
3-4	1	3,6	1421,34	300x350
4-5	1	3,6	1895,13	300x450
5-6	1	3,6	2368,91	300x500
6-7	1	3,6	2842,69	300x550
7-8	1	3,6	3316,47	300x600
1-2	1-2	3,6	3790,25	300x650
1-2	2-3	38,4	7580,50	400x800
1-2	1-2-3-4	4,8	15161,00	450x1250
Carga Total[kW]				62,49
Caudal total[m ³ /h]				15161
ΔP ventilador [Pa]				349,1936

Tabla 51 Selección conductos zona mall PP5

Sistema de conductos PP6				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	3	655,06	300x150
2-3	1	3	1310,13	300x300
3-4	1	3	1965,19	300x400
4-5	1	3	2620,25	300x500
5-6	1	3	3275,31	300x600
6-7	1	3	3930,38	300x650
7-8	1	3	4585,44	300x700
1-2	1-2	3	5240,50	300x750
1-2	2-3	29,4	10481,00	400x1150
1-2	1-2-3-4	5,4	20962,00	500x1500
Carga Total[kW]				86,42
Caudal total[m ³ /h]				20962
ΔP ventilador [Pa]				318,1472

Tabla 50 Selección conductos zona mall PP6

Sistema de conductos PP7				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	4,4	1110,72	300x300
2-3	1	4,4	2221,44	300x500
3-4	1	4,4	3332,16	300x550
4-5	1	4,4	4442,88	300x700
5-6	1	4,4	5553,59	350x650
6-7	1	4,4	6664,31	400x750
7-8	1	4,4	7775,03	400x850
1-2	1-2	4,4	8885,75	400x900
1-2	2-3	9,7	17771,50	500x1500
1-2	1-2-3-4	4,4	35543,00	650x1400
Carga Total[kW]				146,52
Caudal total[m ³ /h]				35543
ΔP ventilador [Pa]				347,4688

Tabla 49 Selección conductos zona mall PP7

Sistema de conductos Lc001				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	3	882,38	300x250
2-3	1	3	1764,75	300x400
3-4	1	3	2647,13	300x500
4-5	1	3	3529,50	300x600
5-6	1	3	4411,88	300x750
6-7	1	3	5294,25	300x750
7-8	1	3	6176,63	350x800
1-2	1-2	3	7059,00	350x1100
1-2	2-3	3,2	14118,00	450x1200
1-2	1-2-3-4	23	28236,00	600x1500
Carga Total[kW]			236,08	
Caudal total[m ³ /h]			28236	
ΔP ventilador [Pa]			289,6096	

Tabla 54 Selección conductos zona mall Lc001

Sistema de conductos Lc037				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	2,5	980,83	300x300
2-3	1	2,5	1961,66	300x500
3-4	1	2,5	2942,48	300x550
4-5	1	2,5	3923,31	300x700
5-6	1	2,5	4904,14	350x650
6-7	1	2,5	5884,97	400x750
7-8	1	2,5	6865,80	400x850
1-2	1-2	2,5	7846,63	400x900
1-2	2-3	2,8	15693,25	500x1500
1-2	1-2-3-4	16	31386,50	650x1400
Carga Total[kW]			262,23	
Caudal total[m ³ /h]			31387	
ΔP ventilador [Pa]			250,5664	

Tabla 53 Selección conductos zona mall Lc0037

Sistema de conductos Lc040				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	3,6	1473,44	300x350
2-3	1	3,6	2946,88	300x550
3-4	1	3,6	4420,31	300x700
4-5	1	3,6	5893,75	350x850
5-6	1	3,6	7367,19	400x850
6-7	1	3,6	8840,63	400x950
7-8	1	3,6	10314,06	400x1050
1-2	1-2	3,6	11787,50	400x1150
1-2	2-3	4,5	23575,00	600x1400
1-2	1-2-3-4	34,4	47150,00	900x1400
Carga Total[kW]			985,66	
Caudal total[m ³ /h]			47150	
ΔP ventilador [Pa]			342,4512	

Tabla 56 Selección conductos zona mall Lc0040

Sistema de conductos Lc1.127				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	2,5	903,83	300x250
2-3	1	2,5	1807,67	300x400
3-4	1	2,5	2711,50	300x500
4-5	1	2,5	3615,33	300x600
5-6	1	2,5	4519,17	300x750
6-7	1	2,5	5423,00	300x750
7-8	1	2,5	6326,83	350x800
1-2	1-2	2,5	7230,67	350x1100
1-2	2-3	8,9	14461,33	450x1200
1-2	1-2-3-4	6,8	28922,67	600x1500
Carga Total[kW]			508,36	
Caudal total[m ³ /h]			28923	
ΔP ventilador [Pa]			245,7056	

Tabla 55 Selección conductos zona mall Lc1.127

Sistema de conductos Lc1.154				
Tramo	Ramal	Longitud [m]	Caudal acumulado [m ³ /h]	Tamaño conducto [mm]
1-2	1	3,2	580,80	300x200
2-3	1	3,2	1161,59	300x250
3-4	1	3,2	1742,39	300x350
4-5	1	3,2	2323,19	300x450
5-6	1	3,2	2903,98	300x500
6-7	1	3,2	3484,78	300x550
7-8	1	3,2	4065,58	300x600
1-2	1-2	3,2	4646,38	300x650
1-2	2-3	6,6	9292,75	400x800
1-2	1-2-3-4	7,2	18585,50	450x1250
Carga Total[kW]				217,79
Caudal total[m ³ /h]				18586
ΔP ventilador [Pa]				281,1424

Tabla 57 Selección conductos zona mall Lc1.154

Tanto los conductos de impulsión como de retorno tienen las mismas dimensiones a pesar de no tener el mismo caudal. Esto es debido a que las condiciones de velocidad máxima del aire de retorno son más restrictivas. La disposición de estos conductos en el edificio se muestra en los planos adjuntos.

Se adjunta un ejemplo de cálculo como anexo.

5.5 Selección de equipos

5.5.1 Características generales

Los equipos se seleccionan en función de las cargas térmicas que deben vencer en cada uno de los sistemas de climatización proyectados.

Siendo estas cargas las indicadas en las tablas de sistemas de tuberías y de conductos

En cubierta, donde se sitúan los equipos, entre todas las máquinas se mantendrá la adecuada distancia de mantenimiento para su correcta manipulación y emboque de conductos y tuberías.

Toda la instalación dispondrá de los elementos y accesorios necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación, tales como válvulas, aparatos de medición, etc. Y se realizará el mantenimiento de los equipos según las recomendaciones especificadas por los fabricantes.

5.5.2 Equipos sistema de tuberías

En el caso de la energía primaria del sistema de tuberías se elige instalar bombas de calor dado que al haberse proyectado un sistema de 2 tubos no es necesario generar independientemente agua fría y caliente mediante enfriadoras y calderas. Las bombas de

calor tienen un funcionamiento reversible que permite proporcionar tanto potencia frigorífica como calorífica.

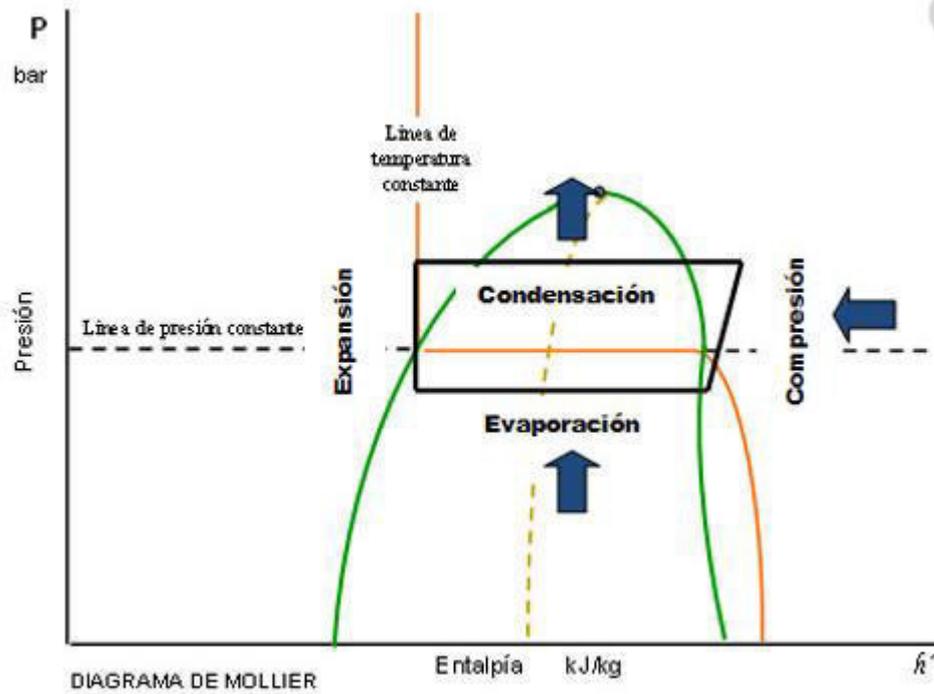


Imagen 13 Ciclo bomba de calor

Para surtir de energía primaria al sistema de tuberías los diversos caudales se reúnen en un colector, tanto para la impulsión como para el retorno, esto permite que todas las bombas de calor actúen sobre un mismo sistema y sobredimensionar la capacidad de estas de forma que frente al fallo de alguna de ellas se siga generando una potencia térmica suficiente para vencer las cargas térmicas del sistema completo. Dicha potencia por vencer es la suma de las potencias de cada sistema lo que supone 576,04 kW, como se indica en la siguiente tabla.

Bombas de calor		
Sistema de tuberías	Carga Total [kcal/h]	Carga total [Kw]
PB1	61065,09	71,02
PB2	53277,84	61,96
PB3	20893,25	24,30
PB4	35958,46	41,82
PB5	45891,67	53,37
PB6	25452,68	29,60
PB7	37137,16	43,19
PP1	45677,00	53,12
PP2	24974,53	29,05
PP3	26742,99	31,10
PP4	15677,60	18,23
PP5	18656,86	21,70
PP6	31061,59	36,12
PP7	23634,62	27,49
PP8	29200,67	33,96
	Potencia total	576,04

Tabla 58 Selección de bombas de calor: energía primaria agua

Se elige instalar 4 bombas de calor Carrier 30RQP 210 cuyas características se reflejan en la siguiente imagen:

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Physical data, sizes 160 to 520

30RQP			160	180	210	230	240	270	310	330	380	430	470	520	
Cooling															
Standard unit	C1	Nominal capacity	kW	156	170	203	228	236	268	301	326	376	424	459	511
Full load performances*	C1	EER	kW/kW	2.80	2.91	2.76	2.79	2.93	2.88	2.90	2.91	2.88	2.88	2.75	2.74
	C1	Eurovent class cooling		C	B	C	C	B	C	B	B	C	C	C	C
Full load performances***	C1	Gross nominal capacity	kW	157	171	204	229	236	269	302	327	377	425	460	512
	C1	Gross EER	kW/kW	2.84	2.95	2.80	2.82	2.96	2.91	2.92	2.93	2.90	2.90	2.78	2.77
Seasonal efficiency**		ESEER	kW/kW	4.05	4.09	4.10	4.14	4.14	4.14	4.19	4.19	4.27	4.28	4.26	4.20
Seasonal efficiency***		Gross ESEER	kW/kW	4.17	4.23	4.28	4.29	4.25	4.28	4.31	4.30	4.40	4.43	4.42	4.36
Heating															
Standard unit	H1	Nominal capacity	kW	179	196	238	213	270	290	339	355	411	473	456	434
Full load performances*	H1	COP	kW/kW	3.69	3.71	3.75	3.51	3.81	3.70	3.69	3.74	3.68	3.72	3.62	3.57
	H1	Eurovent class heating		D	D	C	E	C	D	D	D	D	D	D	E
	H2	Nominal capacity	kW	173	189	230	242	259	279	326	342	396	456	498	537
	H2	COP	kW/kW	2.94	2.98	3.00	2.87	3.08	2.92	2.95	2.98	2.92	2.97	2.94	2.94
	H2	Eurovent class heating		C	B	B	C	B	C	C	B	C	C	C	C
Full load performances***	H1	Gross nominal capacity	kW	179	195	237	213	269	290	338	354	410	472	455	432
	H1	Gross COP	kW/kW	3.72	3.74	3.79	3.54	3.84	3.73	3.72	3.76	3.70	3.75	3.65	3.60
	H2	Gross nominal capacity	kW	172	188	229	242	259	278	325	341	395	454	497	535
	H2	Gross COP	kW/kW	2.96	3.00	3.02	2.89	3.09	2.93	2.96	2.99	2.94	2.98	2.96	2.95
Seasonal efficiency**	H1	SCOP	kW/kW	3.24	3.26	3.26	3.31	3.31	3.29	3.27	3.30	3.33	3.42	3.43	3.38
	H1	Ijs heat	%	127	127	128	129	129	129	128	129	130	134	134	132
	H1	Prated	kW	127	141	167	177	169	204	224	244	283	325	361	379
Sound levels															
Standard unit		Sound power level⁽¹⁾	dB(A)	90	91	91	91	92	92	93	93	94	94	94	94
		Sound pressure level at 10 m⁽²⁾	dB(A)	58	59	59	59	60	60	61	61	62	62	62	62
Standard unit + option 15⁽⁴⁾		Sound power level⁽¹⁾	dB(A)	89	90	90	90	91	91	91	92	92	93	93	93
		Sound pressure level at 10 m⁽²⁾	dB(A)	57	58	58	58	59	59	59	60	60	61	61	61
Standard unit + option 15LS⁽⁵⁾		Sound power level⁽¹⁾	dB(A)	84	85	86	86	86	87	87	87	88	89	89	89
		Sound pressure level at 10 m⁽²⁾	dB(A)	52	53	54	54	54	55	55	55	56	57	57	57
Dimensions															
		Length	mm	2410	2410	2410	2410	3604	3604	3604	3604	4797	4797	4797	4797
		Width	mm	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253
		Height	mm	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297
Operating weight⁽⁶⁾															
		Standard unit	kg	1462	1542	1670	1693	2105	2252	2378	2608	3076	3347	3359	3408
		Standard unit + option 15/15LS	kg	1545	1624	1778	1801	2213	2378	2504	2752	3239	3527	3539	3588
		Standard unit + option 15/15LS + option 116S⁽⁸⁾	kg	1640	1720	1860	1882	2304	2500	2632	2849	3318	3629	3677	3726
Compressors															
				Hermetic Scroll 48.3 r/s											
		Circuit A		1	1	2	2	2	2	2	3	4	4	4	4
		Circuit B		2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4
		No. of control stages		3	3	4	4	4	5	5	6	7	8	8	8
Refrigerant⁽⁹⁾															
				R410A											
		Circuit A charge	kg	14.5	22.0	23.0	24.0	27.0	27.0	30.0	33.0	42.0	53.0	54.0	56.0
			teqCO ₂	30.3	45.9	48.0	50.1	56.4	56.4	62.6	68.9	87.7	110.7	112.8	116.9
		Circuit B charge	kg	23.0	23.0	23.0	24.0	35.0	36.0	48.5	53.0	53.0	53.0	54.0	56.0
			teqCO ₂	48.0	48.0	48.0	50.1	73.1	75.2	101.3	110.7	110.7	110.7	112.8	116.9
Capacity control															
		Minimum capacity	%	Touch Pilot Control											
				33%	33%	25%	25%	25%	20%	20%	17%	14%	13%	13%	13%
Air heat exchangers															
				Grooved copper tubes and aluminium fins											
Fans															
		Quantity		Axial Flying Bird 4 with rotating shroud											
		Maximum total air flow	l/s	13542	18056	18056	18056	22569	22569	27083	27083	31597	36111	36111	36111
		Maximum rotation speed	r/s	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Water heat exchanger															
				Dual-circuit plate heat exchanger											
		Water content	l	15	15	15	19	27	27	35	44	44	44	47	53
		Max. water-side operating pressure without hydronic module	kPa	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Hydronic Module (option)															
				Pump, Victaulic screen filter, safety valve, water valve and air purge, pressure sensors, expansion tank (option)											
		Pump		Centrifugal, monocoil, 48.3 r/s, low or high pressure (as required), single or dual pump (as required)											
		Expansion vessel volume	l	50	50	50	50	80	80	80	80	80	80	80	80
		Max. water-side operating pressure with hydronic module	kPa	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Water connections with or without hydronic module															
		Diameter	inch	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
		External diameter	mm	88.9	88.9	88.9	88.9	114.3	114.3	114.3	114.3	114.3	114.3	114.3	114.3
Chassis paint colour															
				Colour code RAL 7035											

* In accordance with standard EN14511-3:2013.
 ** In accordance with standard EN14825:2013, average climate
 *** Not in accordance with standard EN14511-3:2013
 C1 Cooling mode conditions: Temperature of the supply/return water to/from the evaporator 12°C/7°C, outdoor air temperature 35°C. Evaporator fouling factor 0 m² K/W.
 H1 Heating mode conditions: Water heat exchanger water entering/leaving temperature 30°C/35°C, fouling factor 0 m² K/W. Outside air temperature 7°C db/6°C wb
 H2 Heating mode conditions: Water heat exchanger water entering/leaving temperature 40°C/45°C, fouling factor 0 m² K/W. Outside air temperature 7°C db/6°C wb
 (1) In dB ref=10-12 W, (A) weighting. Declared dual number noise emission values in accordance with ISO 4871 (with an associated uncertainty of +/-3 dB(A)). Measured in accordance with ISO 9614-1 and certified by Eurovent at nominal conditions EN14511 - cooling mode.
 (2) In dB ref 20 µPa, (A) weighting. Declared dual number noise emission values in accordance with ISO 4871 (with an associated uncertainty of +/-3 dB(A)). For information, calculated from the sound power level Lw(A).
 (4) Options: 15 = Low noise level, 15LS = Very Low Noise level, 116S = High Pressure dual-pump hydronic module
 (6) Weights are guidelines only. Refer to the unit nameplate.



Eurovent certified values

Imagen 14 Catalogo bomba de calor Carrier

A continuación, se muestra un esquema de funcionamiento del sistema en la siguiente imagen:

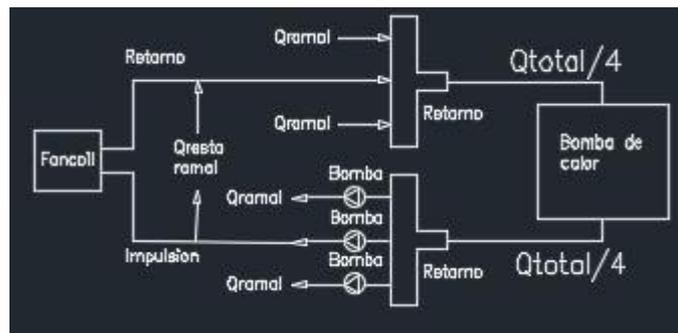


Imagen 15 Diagrama de funcionamiento bomba de calor

Las bombas que se muestran en el esquema impulsan el agua hasta las unidades terminales de cada local. Solo se representa una de las bombas de calor de entre las cuatro proyectadas, utilizando el mismo tipo de conexión para todas ellas.

Las características de todos los equipos de bombeo aparecen reflejadas en la siguiente tabla

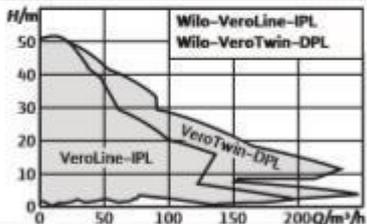
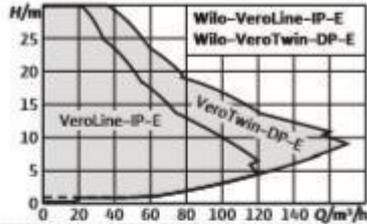
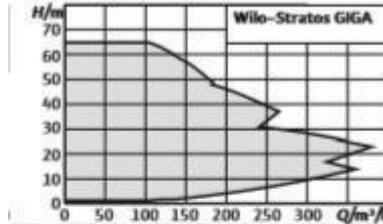
Bombas					
Sistema de tuberías	Altura efectiva de la bomba necesaria [M.C.A.]	Caudal necesario [m ³ /h]	Modelo bomba	Altura de impulsión máxima [M.C.A.]	Caudal máximo [m ³ /h]
PB1	12,24	305,325441	Wilo-Stratos GIGA	65	375
PB2	11,25	266,389182	Wilo-Stratos GIGA	65	375
PB3	6,48	104,466253	Wilo-VeroTwin-DP-E	30	170
PB4	7,32	179,792302	Wilo-VeroTwin-DPL	52	245
PB5	7,74	229,458358	Wilo-VeroTwin-DPL	52	245
PB6	7,42	127,263393	Wilo-VeroTwin-DP-E	30	170
PB7	9,07	185,685799	Wilo-VeroTwin-DPL	52	245
PP1	9,14	228,384979	Wilo-VeroTwin-DPL	52	245
PP2	5,68	124,872672	Wilo-VeroTwin-DP-E	30	170
PP3	6,69	133,714928	Wilo-VeroTwin-DP-E	30	170
PP4	3,94	62,9632473	Wilo-VeroTwin-DP-E	30	170
PP5	5,83	93,2842842	Wilo-VeroTwin-DP-E	30	170
PP6	9,14	155,30795	Wilo-VeroTwin-DP-E	30	170
PP7	4,38	118,173099	Wilo-VeroTwin-DP-E	30	170
PP8	5,03	146,003372	Wilo-VeroTwin-DP-E	30	170

Tabla 59 Selección de bombas de impulsión: modelo y características

Se utilizarán bombas de tipo in line. Este tipo de bombas consiste en dos sistemas en paralelo de forma que en caso de fallo permitan que el sistema de impulsión continúe funcionando.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Se adjuntan imágenes del catálogo de cada una de las bombas seleccionadas:

	 	  
<p>Bombas estándar de rotor seco en construcción InLine</p>	<p>Bombas de ahorro energético de rotor seco en construcción InLine</p>	<p>Bombas de alta eficiencia de rotor seco con construcción InLine</p>
<p>Wilo-VeroLine-IPL Wilo-VeroTwin-DPL</p>	<p>Wilo-VeroLine-IP-E Wilo-VeroTwin-DP-E</p>	<p>Wilo-Stratos GIGA Wilo-Stratos GIGA-D</p>
<p>Calefacción, climatización, refrigeración, procesos industriales</p>	<p>Calefacción, climatización, refrigeración, procesos industriales</p>	<p>Calefacción, climatización, refrigeración, procesos industriales</p>
		
<p>Bomba de rotor seco/bomba doble en construcción inline roscada o embreada</p>	<p>Bomba inline/bomba inline doble con ahorro energético en diseño de rotor seco. Ejecución como bomba centrífuga de baja presión de una etapa embreada y cierre mecánico</p>	<p>Bomba inline de alta eficiencia (como bomba simple o doble) con motor EC, regulación electrónica, diseño de rotor seco, unión embreada y cierre mecánico</p>
<p>Impulsión de agua de calefacción, agua fría y mezclas agua-glicol sin sustancias abrasivas en instalaciones de calefacción, agua fría y refrigeración</p>	<p>Impulsión de agua de calefacción, agua fría y mezclas agua-glicol sin sustancias abrasivas en instalaciones de calefacción, agua fría y instalaciones de refrigeración</p>	<p>impulsión de agua de calefacción, agua fría y mezclas agua-glicol sin sustancias abrasivas en instalaciones de calefacción, agua fría y refrigeración</p>
<p>245 m³/h 52 m</p>	<p>170 m³/h 30 m</p>	<p>375 m³/h 65 m</p>

La disposición de estos equipos en cubierta se muestra en los planos adjuntos.

Las características concretas de cada uno de estos equipos se indican en el apartado de presupuesto.

Como ya se ha comentado con anterioridad, cada local estará climatizado al menos mediante una unidad interior de condensación por agua de disposición horizontal (fancoil) ubicada en el falso techo del mismo local teniendo así total independencia del resto del Centro Comercial.

Dicha unidad se conectará al lazo hidráulico de agua fría o caliente del sistema de climatización del Centro Comercial, conexión que correrá a cuenta del arrendatario del local cuando realice su proyecto de actividad.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

La ubicación de dichos equipos también correrá a cuenta del arrendatario al depender del uso específico y cerramientos interiores de cada local.

La selección preliminar de equipos, a validar en el momento de definición de los cerramientos es la siguiente:

Locales Ocio y Restauracion (<1000m ²)					
Local	Calor total [kcal/h]	Calor total [kW]	caudal agua[L/h]	Número de equipos	Selección de equipos
Lc1.101	8.881,32	10,33	1.776,26	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.102	28.365,09	32,99	5.673,02	7	Fancoil Carrier LEC 409C
Lc1.103	8.937,96	10,39	1.787,59	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.104	38.629,34	44,93	7.725,87	5	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.105	32.170,36	37,41	6.434,07	4	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.106	6.065,14	7,05	1.213,03	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.107	28.663,22	33,34	5.732,64	5	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.108	28.591,66	33,25	5.718,33	5	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.109	3.607,52	4,20	721,50	1	Fancoil Carrier LEC 409C
Lc1.110	24.426,83	28,41	4.885,37	3	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.111	20.046,54	23,31	4.009,31	3	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.113	14.467,16	16,83	2.893,43	3	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.114	9.651,30	11,22	1.930,26	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.115	4.058,00	4,72	811,60	1	Fancoil Carrier LEC 409C
Lc1.124	18.560,47	21,59	3.712,09	3	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.125	17.790,50	20,69	3.558,10	3	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.126	17.811,86	20,72	3.562,37	3	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.128	17.769,13	20,67	3.553,83	3	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.129	18.060,80	21,00	3.612,16	3	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.130	5.394,54	6,27	1.078,91	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.131	15.424,76	17,94	3.084,95	3	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.132	15.953,26	18,55	3.190,65	2	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.133	16.467,84	19,15	3.293,57	2	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.134	17.524,82	20,38	3.504,96	3	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.135	18.018,04	20,95	3.603,61	3	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.136	12.524,12	14,57	2.504,82	4	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc1.139	74.473,12	86,61	14.894,62	9	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.140	6.894,55	8,02	1.378,91	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.141	6.465,43	7,52	1.293,09	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.142	5.451,18	6,34	1.090,24	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.143	2.943,38	3,42	588,68	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc1.144	23.954,98	27,86	4.791,00	3	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.145	7.615,34	8,86	1.523,07	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.147	49.997,10	58,15	9.999,42	6	Fancoil Carrier LEC 709C

Tabla 60 Selección de fancoils locales de ocio y restauración

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Locales comerciales (<1000m ²)					
Local	Calor total [kcal/h]	Calor total [kW]	caudal agua[L/h]	Número de equipos	Selección de equipos
Lc002	27.221,98	31,66	5.444,40	8	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc003	7.812,00	9,09	1.562,40	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc004	29.801,21	34,66	5.960,24	5	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc005	7.539,94	8,77	1.507,99	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc006	33.612,02	39,09	6.722,40	6	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc007	28.019,78	32,59	5.603,96	7	Fancoil Carrier LEC 409C
Lc008	29.151,98	33,90	5.830,40	5	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc010	15.619,50	18,17	3.123,90	3	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc011	10.055,08	11,69	2.011,02	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc012	4.488,86	5,22	897,77	1	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc013	74.981,44	87,20	14.996,29	9	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc014	7.532,49	8,76	1.506,50	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc015	8.516,13	9,90	1.703,23	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc016	11.023,80	12,82	2.204,76	2	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc017	9.949,25	11,57	1.989,85	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc018	5.822,61	6,77	1.164,52	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc019	6.013,90	6,99	1.202,78	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc021	69.598,30	80,94	13.919,66	9	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc024	75.337,21	87,62	15.067,44	9	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc025	5.779,88	6,72	1.155,98	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc026	5.843,97	6,80	1.168,79	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc027	5.836,52	6,79	1.167,30	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc028	5.406,33	6,29	1.081,27	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc030	62.667,70	72,88	12.533,54	8	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc038	7.859,44	9,14	1.571,89	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc039	7.561,31	8,79	1.512,26	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc043	2.750,16	3,20	550,03	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc044	2.756,62	3,21	551,32	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc045	2.836,00	3,30	567,20	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc046	2.659,32	3,09	531,86	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc047	9.391,93	10,92	1.878,39	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc048	5.422,31	6,31	1.084,46	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc049	6.613,95	7,69	1.322,79	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc050	37.043,05	43,08	7.408,61	5	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc051	7.054,18	8,20	1.410,84	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc052	5.222,56	6,07	1.044,51	1	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc053	4.906,15	5,71	981,23	1	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc054	62.503,15	72,69	12.500,63	8	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc057	4.332,84	5,04	866,57	1	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc058	6.543,27	7,61	1.308,65	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc059	5.701,87	6,63	1.140,37	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc060	4.974,62	5,79	994,92	1	Fancoil Carrier LEC 509C

Tabla 61 Selección de fancoils locales comerciales 1

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Locales comerciales (<1000m ²)					
Local	Calor total [kcal/h]	Calor total [kW]	caudal agua[L/h]	Número de equipos	Selección de equipos
Lc061	2.444,58	2,84	488,92	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc062	15.418,59	17,93	3.083,72	3	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc063	6.620,40	7,70	1.324,08	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc064	24.727,21	28,76	4.945,44	3	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc065	5.694,41	6,62	1.138,88	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc066	2.401,85	2,79	480,37	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc067	16.896,60	19,65	3.379,32	3	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc068	16.273,03	18,93	3.254,61	2	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc069	14.302,46	16,63	2.860,49	3	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc070	16.304,01	18,96	3.260,80	2	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc071	21.562,85	25,08	4.312,57	3	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc072	2.756,62	3,21	551,32	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc074	6.050,18	7,04	1.210,04	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc076	5.645,22	6,57	1.129,04	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc077	6.727,24	7,82	1.345,45	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc078A	8.750,15	10,18	1.750,03	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc078B	10.896,61	12,67	2.179,32	2	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc079	12.741,14	14,82	2.548,23	4	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc080	8.366,56	9,73	1.673,31	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc081	9.612,05	11,18	1.922,41	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc082	13.376,46	15,56	2.675,29	4	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc083	13.355,10	15,53	2.671,02	4	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc084	13.433,10	15,62	2.686,62	4	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc085	13.440,56	15,63	2.688,11	4	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc086	13.419,19	15,61	2.683,84	4	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc087	11.258,83	13,09	2.251,77	2	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc088	7.902,17	9,19	1.580,43	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc089	4.825,00	5,61	965,00	1	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc090	9.991,98	11,62	1.998,40	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc091	7.639,32	8,88	1.527,86	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc092	8.643,32	10,05	1.728,66	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc093	9.427,21	10,96	1.885,44	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc094	10.339,29	12,02	2.067,86	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc095	11.152,00	12,97	2.230,40	2	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc096	6.762,51	7,86	1.352,50	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc097	21.107,70	24,55	4.221,54	3	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc098	7.908,62	9,20	1.581,72	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc099	8.873,05	10,32	1.774,61	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc100A	2.044,28	2,38	408,86	1	Fancoil Carrier LEC 209C
Lc100B	2.022,92	2,35	404,58	1	Fancoil Carrier LEC 209C
Lc101	12.521,02	14,56	2.504,20	4	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc102A	7.575,22	8,81	1.515,04	1	Fancoil Carrier LEC 709C

Tabla 62 Selección de fancoils locales comerciales 2

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Locales comerciales (<1000m ²)					
Local	Calor total [kcal/h]	Calor total [kW]	caudal agua[L/h]	Número de equipos	Selección de equipos
Lc102B	2.036,83	2,37	407,37	1	Fancoil Carrier LEC 209C
Lc103	9.662,24	11,24	1.932,45	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc104	8.806,80	10,24	1.761,36	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc105	6.635,32	7,72	1.327,06	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc106	7.448,02	8,66	1.489,60	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc107	7.518,58	8,74	1.503,72	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc108	6.284,21	7,31	1.256,84	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc109	9.349,20	10,87	1.869,84	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc110	7.181,38	8,35	1.436,28	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc111	7.116,21	8,28	1.423,24	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc112	7.153,56	8,32	1.430,71	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc113	7.103,37	8,26	1.420,67	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc114	7.089,46	8,25	1.417,89	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc115	6.919,53	8,05	1.383,91	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc116	6.982,63	8,12	1.396,53	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc117	7.369,01	8,57	1.473,80	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc118	6.514,57	7,58	1.302,91	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc119	6.180,61	7,19	1.236,12	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc120	5.843,97	6,80	1.168,79	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc121	5.843,97	6,80	1.168,79	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc122	5.736,07	6,67	1.147,21	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc123	11.651,67	13,55	2.330,33	2	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc124	10.055,08	11,69	2.011,02	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc125	11.943,34	13,89	2.388,67	2	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc126	15.501,98	18,03	3.100,40	3	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc127	4.041,17	4,70	808,23	1	Fancoil Carrier LEC 409C
Lc128	7.046,73	8,20	1.409,35	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc129	5.152,01	5,99	1.030,40	1	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc130	4.139,47	4,81	827,89	1	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc131	4.253,83	4,95	850,77	1	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc132	6.127,11	7,13	1.225,42	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc133	6.975,10	8,11	1.395,02	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc134	2.210,55	2,57	442,11	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc135	2.210,55	2,57	442,11	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc136	2.210,55	2,57	442,11	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc137	2.210,55	2,57	442,11	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc138	2.210,55	2,57	442,11	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc1.117	65.872,86	76,61	13.174,57	8	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.119	5.258,84	6,12	1.051,77	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.120	5.847,20	6,80	1.169,44	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.121	10.438,67	12,14	2.087,73	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.122	9.278,65	10,79	1.855,73	2	Fancoil Carrier LEC 509C

Tabla 63 Selección de fancoils locales comerciales 3

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Locales comerciales (<1000m ²)					
Local	Calor total [kcal/h]	Calor total [kW]	caudal agua[L/h]	Número de equipos	Selección de equipos
Lc1.123	38.327,62	44,58	7.665,52	5	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.149	26.423,18	30,73	5.284,64	8	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc1.150	8.742,70	10,17	1.748,54	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.152	35.631,27	41,44	7.126,25	6	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.158	5.407,40	6,29	1.081,48	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.159	7.866,89	9,15	1.573,38	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.160	6.883,25	8,01	1.376,65	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.161	9.605,59	11,17	1.921,12	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.162	12.056,63	14,02	2.411,33	2	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.163	3.704,98	4,31	741,00	1	Fancoil Carrier LEC 409C
Lc1.164	17.652,66	20,53	3.530,53	3	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.165	9.654,78	11,23	1.930,96	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.166	6.276,75	7,30	1.255,35	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.167	11.765,96	13,68	2.353,19	2	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.168	11.793,78	13,72	2.358,76	2	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.169	11.372,12	13,23	2.274,42	2	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.170	11.744,59	13,66	2.348,92	2	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.171	11.216,10	13,04	2.243,22	2	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.172	6.326,94	7,36	1.265,39	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.173	6.021,36	7,00	1.204,27	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.174	9.683,60	11,26	1.936,72	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.175	5.645,22	6,57	1.129,04	1	Fancoil Carrier LEC 609C
Lc1.176	6.777,42	7,88	1.355,48	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.177	7.845,53	9,12	1.569,11	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.178	8.764,06	10,19	1.752,81	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.179	9.668,69	11,24	1.933,74	2	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.180	5.152,01	5,99	1.030,40	1	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.181	15.949,24	18,55	3.189,85	2	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.182	4.311,48	5,01	862,30	1	Fancoil Carrier LEC 509C
Lc1.183	6.255,39	7,28	1.251,08	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.184a	3.604,60	4,19	720,92	1	Fancoil Carrier LEC 409C
Lc1.184b	4.013,35	4,67	802,67	1	Fancoil Carrier LEC 409C
Lc1.185	8.009,00	9,31	1.601,80	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.186A	3.683,61	4,28	736,72	1	Fancoil Carrier LEC 409C
Lc1.186B	4.069,99	4,73	814,00	1	Fancoil Carrier LEC 409C
Lc1.187	7.980,18	9,28	1.596,04	1	Fancoil Carrier LEC 709C
Lc1.188	2.302,47	2,68	460,49	1	Fancoil Carrier LEC 309C
Lc1.189	5.422,31	6,31	1.084,46	1	Fancoil Carrier LEC 609C
oficinas	14.506,00	16,87	2.901,20	3	Fancoil Carrier LEC 509C

Tabla 64 Selección de fancoils locales comerciales 4

Las características de los equipos seleccionados se reflejan en la siguiente imagen:

Physical and electrical data of AC motor units

42GW	200C			300C			400C			500C			600C			701C		
Coil type	2 pipes									2 pipes								
Fan speed*	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Air flow	l/s			l/s			l/s			l/s			l/s			l/s		
Cooling mode																		
Total cooling capacity	kW			kW			kW			kW			kW			kW		
Sensible cooling capacity	kW			kW			kW			kW			kW			kW		
Water flow rate	l/s			l/s			l/s			l/s			l/s			l/s		
	l/h			l/h			l/h			l/h			l/h			l/h		
Water pressure drop	kPa			kPa			kPa			kPa			kPa			kPa		
Heating mode																		
Heating capacity	kW			kW			kW			kW			kW			kW		
Water pressure drop	kPa			kPa			kPa			kPa			kPa			kPa		
Water content	l			l			l			l			l			l		
Sound power level	dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)		
Sound pressure level**	dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)		
NR level**	dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)			dB(A)		
Power input	W			W			W			W			W			W		
Current input	A			A			A			A			A			A		
Eurovent energy class	D/D			C/C			D/D			C/C			C/C			C/C		
FCEER/FCCOP																		
Electric heater (high capacity)	W			2500			2500			3000			3000			3000		
Current input (high capacity)	A			6.3			10.4			10.4			12.5			12.5		
Connection diameter	in			3/4 gas			3/4 gas			3/4 gas			1 gas			1 gas		
Drain pipe connection outside diameter	mm			16			16			16			16			16		
Unit net weight	kg			14.8			16.5			16.5			37			39.6		
Grille weight	kg			3			3			3			5			5		

Imagen 16 Catálogo fancoils Carrier 42GW

5.5.3 Equipos sistema de conductos

Este sistema aplica tanto a las zonas de mall como a los locales con superficie mayor de 1000 m².

En el caso de estos últimos se opta por esta solución ya que la utilización de fancoils encarecería el coste de la instalación debido a que serían necesarios una gran cantidad de equipos.

Se utiliza un único equipo en cada zona de mall definida y en los locales al menos dos. La razón de esto es cubrir al menos parcialmente las necesidades climáticas de cada local en caso de fallo de alguno de los equipos. El número de circuitos en cada local se corresponde con el número de equipos utilizados.

En la zona del mall, en caso de fallo de alguno de los equipos al no haber cerramientos entre las diversas zonas las necesidades climáticas quedarían compensadas con el resto de los equipos de la zona.

Se utilizan equipos roof top que permiten la climatización tanto en verano como en invierno y se instalan de forma que cada sistema sea independiente, para evitar pérdidas de carga innecesarias se sitúan lo más cercano posible a al conducto vertical que alimenta cada sistema como se muestra en el plano adjunto. Estos equipos cuentan con la capacidad de regular la renovación de aire necesaria, ya indicada en el apartado de ventilación.

Además, la impulsión se realiza mediante un ventilador integrado en el equipo que debe vencer la pérdida de carga tanto de la impulsión como el retorno.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

De esta forma el criterio principal para seleccionar los conjuntos de unidades de roof top es que pueda vencer la carga térmica de verano y la diferencia de presión debida al sistema de conductos.

El número de equipos en cada local, así como los equipos seleccionados se indican en la siguiente tabla:

Locales >1000m ²							
Local	Carga Total [kcal/h]	Carga total [kW]	Nº de maquinas	Carga por equipo [kW]	Carga max [kW]	Roof Top	Δp max [Pa]
lc001	202989,337	236,08	2	118,04	133	Trane Airfinity IH 130	500
Lc037	225477,09	262,23	2	131,11	133	Trane Airfinity IH 130	500
Lc040	847511,902	985,66	5	197,13	200	Hitectsa RMXRBA HE 171.4	350
Lc1.127	311878,693	362,71	3	120,90	133	Trane Airfinity IH 130	500
Lc1.154	133613,34	155,39	2	77,70	82	Trane Airfinity IH 075	500

Tabla 65 Selección de rooftops locales >1000m²

Zona Mall							
Local	Carga Total [kcal/h]	Carga total [kW]	Nº de maquinas	Carga por equipo [kW]	Carga max [kW]	Roof Top	Δp max [Pa]
pb1	39541	45,99	1	45,99	56	Trane Airfinity IH 050	500
pb2	56898	66,17	1	66,17	72	Trane Airfinity IH 065	500
pb3	45210	52,58	1	52,58	56	Trane Airfinity IH 050	500
pb4	38402	44,66	1	44,66	56	Trane Airfinity IH 050	500
pb5	41982	48,83	1	48,83	56	Trane Airfinity IH 050	500
pb6	58173	67,66	1	67,66	72	Trane Airfinity IH 065	500
pb7	129715	150,86	1	150,86	171	Hitectsa RMXRBA HE 200.4	350
pb8	77038	89,60	1	89,60	104	Trane Airfinity IH 100	500
pb9	65968	76,72	1	76,72	82	Trane Airfinity IH 075	500
pp1	50528	58,76	1	58,76	64	Trane Airfinity IH 060	500
pp2	98292	114,31	1	114,31	133	Trane Airfinity IH 130	500
pp3	60704	70,60	1	70,60	72	Trane Airfinity IH 065	500
pp4	49383	57,43	1	57,43	64	Trane Airfinity IH 060	500
pp5	53735	62,49	1	62,49	64	Trane Airfinity IH 060	500
pp6	74307	86,42	1	86,42	88	Trane Airfinity IH 085	500
pp7	125981	146,52	1	146,52	171	Hitectsa RMXRBA HE 200.4	350

Tabla 66 Selección de rooftops zona mall

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Las características de los equipos seleccionados se reflejan en las siguientes imágenes:

Tabla 7: Modelos con un compresor doble por circuito

Modelos IH	040	050	060	065	075	085	100	110	130
Número de circuitos/compresores	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4
Caudal de aire nominal (m³/h)	8.700	10.600	12.100	13.700	15.700	16.700	19.800	21.600	25.500
Presión estática disponible con caudal nominal (Pa)	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Presión estática disponible con caudal nominal (transmisión sobredimensionada) (Pa)	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Datos de rendimiento (modo de refrigeración) (1)									
Potencia frigorífica neta (1) (kW)	45	56	64	72	82	88	104	113	133
Potencia total absorbida (kW)	13	17	19	24	27	30	34	40	51
EER neto kW/kW	3,5	3,4	3,3	3,0	3,0	2,9	3,0	2,8	2,6
Clase energética Eurovent	A	A	A	A	A	B	A	B	C
Rendimiento especial estacional %	176	172	146	151	144	143	146	137	125
Rango de temperatura del aire exterior en funcionamiento (min./máx.) (°C)	10/46	10/46	10/46	10/46	10/46	10/46	10/46	10/46	10/46
Rango de temperatura del aire exterior en funcionamiento (min./máx.): Temperatura ambiente baja (°C)	-15/46	-15/46	-15/46	-15/46	-15/46	-15/46	-15/46	-15/46	-15/46
Datos de rendimiento (modo de calefacción)									
Potencia calorífica neta (kW)	39	49	55	64	72	77	92	104	125
Potencia total absorbida (kW)	11	15	17	19	21	23	27	31	39
COP neto kW/kW	3,4	3,4	3,2	3,3	3,4	3,3	3,4	3,3	3,2
Clase energética Eurovent	A	B	B	B	A	B	A	B	B
Rendimiento especial estacional %	113	119	114	118	126	123	128	128	118
Rango de temperatura del aire exterior en funcionamiento (min./máx.) (°C)	-15/20	-15/20	-15/20	-15/20	-15/20	-15/20	-15/20	-15/20	-15/20
Datos generales									
Nivel de potencia sonora ponderado A exterior (2) (dB(A))	84	84	85	85	85	85	85	85	91
Nivel de potencia sonora ponderado A en el conducto (2) (dB(A))	75	78	82	80	84	87	92	96	99
Potencia calorífica eléctrica auxiliar: Etapa 1/2 (kW)	12,5/12,5	12,5/12,5	12,5/25	12,5/25	12,5/25	12,5/25	25/37,5	25/37,5	25/37,5
Potencia calorífica del quemador de gas auxiliar (kW)									
Pesos y dimensiones (en funcionamiento)									
Longitud (mm)	3.010	3.010	3.010	3.010	3.890	3.890	3.890	3.890	3.890
Anchura (mm)	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250
Altura (mm)	1.565	1.565	1.565	1.565	1.585	1.585	1.890	1.890	1.890
Peso (impulsión de aire vertical, sin opciones) (kg)	1.100	1.112	1.116	1.153	1.342	1.348	1.566	1.570	1.570

Imagen 17 Catalogo roof tops Trane

SERIES RMXRBA HE												
MODELO		40,3	46,3	57,3	71,3	77,3	114,2	126,2	136,2	171,4	200,4	219,4
MOD. FRÍO (1)												
Potencia nominal de refrigeración	kW	39,5	45,2	57,2	71,0	76,9	113,6	125,3	134,8	171,0	200,0	218,5
Consumo nominal de refrigeración	kW	16,4	18,7	23,7	29,4	31,9	39,5	44,4	48,9	53,9	69,1	77,9
EER		2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,88	2,82	2,70	3,17	2,89	2,81
SEER		3,41	3,33	3,27	3,13	3,13	3,29	3,20	3,01	4,18	3,59	3,49
ηs, e	%	133,5	130,3	127,6	122,4	122,4	128,8	125,0	117,5	164,2	140,4	136,6
MOD. CALOR (2)												
Potencia nominal de calefacción	kW	42,4	49,3	58,2	76,0	83,7	119,1	132,7	143,0	188,8	205,7	226,7
Consumo nominal de calefacción	kW	12,4	14,5	18,1	25,2	27,8	35,8	41,4	45,8	49,8	63,3	70,6
COP		3,41	3,41	3,21	3,01	3,01	3,35	3,21	3,12	3,41	3,25	3,21
SCOP		2,99	2,95	2,97	2,95	2,95	3,00	2,98	2,96	3,12	3,00	2,95
ηs, h	%	116,4	115,1	115,9	115,1	115,1	117,2	116,1	115,4	121,7	117,1	115,5
COMPRESORES												
Tipo compresores		Scroll										
Número compresores		3				2				4		
Número circuitos		2										
Tipo Gas		R-410A										
PCA		2088										
Carga Total Refrigerante	kg	13,9	14,6	15,5	17,3	17,7	31,0	32,0	33,0	44,0	64,0	66,0
VENTILADOR INTERIOR												
Tipo		Radial con motor EC										
Número		2				3				3		
Caudal aire nominal	m³/h	9.000	10.200	11.500	14.000	15.500	21.000	23.000	25.000	28.500	34.000	37.000
Presión Estática Disponible	Pa	150	200	200	200	200	250	300	300	350	350	350
VENTILADOR EXTERIOR												
Tipo		Axial										
Número		2				4				4		
Caudal aire	m³/h	27.300	27.200	33.100	32.900	32.800	46.600	60.100	60.100	76.200	76.100	76.100
Presión Estática Disponible	Pa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diámetro	mm	710	710	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Potencia absorbida máxima	kW	1,25	1,25	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
Intensidad absorbida máxima	A	3,00	3,00	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80

Imagen 18 Catalogo roof tops Hitecsa

El esquema de funcionamiento del sistema es el siguiente:

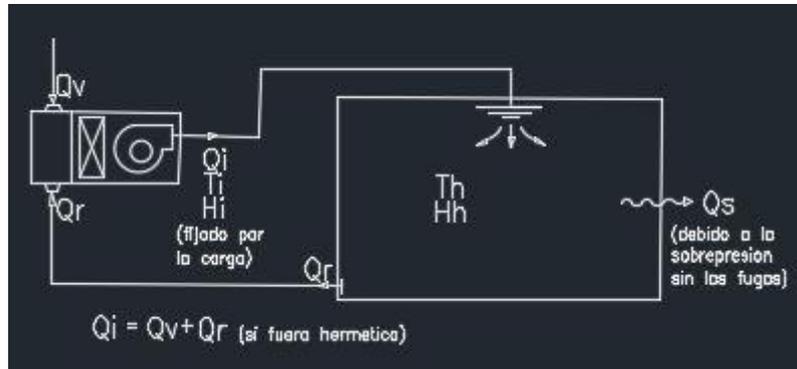


Imagen 19 Diagrama de funcionamiento rooftop

Las características concretas de cada uno de estos equipos se indican en el apartado de presupuesto.

6 Justificación del cumplimiento del R.I.T.E.

Los equipos de control previstos permitirán la regulación de los siguientes parámetros:

La temperatura de los fluidos portadores de la carga térmica.

La temperatura de impulsión del aire o el agua en cada subsistema según la temperatura del ambiente o de retorno.

La temperatura y el caudal del fluido refrigerante.

La temperatura de impulsión del aire o del agua, o el caudal del aire de cada unidad térmica terminal según la temperatura de ambiente o retorno.

Los elementos de medición previstos en la instalación cumplirán con los requisitos solicitados en la ITE 02.12 del Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios.

El aislamiento térmico de la instalación se realizará de acuerdo con lo estipulado en la ITE 03.12 y con los espesores indicados en el apéndice 03.1 del citado reglamento.

7 Requisitos de seguridad

Se dotará a los circuitos de válvula de seguridad para impedir que se creen presiones superiores a las de trabajo.

Las calderas llevarán termostatos que impedirán que se alcancen temperaturas superiores a las de trabajo. Habrá uno automático que se utilizará en el funcionamiento normal y otro manual, que se utilizará para seguridad e irá tarado a una temperatura ligeramente superior a la de trabajo.

En la cubierta donde se ubiquen las máquinas figurará un cartel que indique:

Instrucciones claras y precisas para la parada de la instalación.

Nombre, dirección y teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento.

Se dispondrá en donde se ubiquen las máquinas de un esquema con la numeración y la señalización de las válvulas y los elementos de la instalación.

8 Bibliografía

- [1] **RITE**. Reglamento de instalaciones térmicas en edificios. 2013.
- [2] **IDAE**. Condiciones climáticas exteriores de proyecto.
- [3] **CTE-DB-HE**. Código Técnico de la Edificación de Ahorro de Energía.
- [4] **Apuntes** de climatización.
- [5] **Catálogos** de productos de fabricantes
- [6] **Pliegos de condiciones**
- [7] **Objetivos de Desarrollo Sostenible, metas e indicadores** (Organización de las Naciones Unidas)

9 Anexos

9.1 Anexo I Objetivos de Desarrollo Sostenibles

En este apartado, se realizará una aproximación práctica a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, atendiendo a las tres categorías en las que se separan: objetivos orientados al mantenimiento de la biosfera, a la sociedad y a la economía.

Con el fin de realizar una breve contextualización del principal ODS y el objetivo elegido se presenta la siguiente tabla.

Dimensión ODS	ODS identificado	Rol	Meta
Biosfera	ODS13: ACCIÓN POR EL CLIMA Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	Secundario	Integrar las medidas sobre el cambio climático en las políticas, estrategias y planificación nacionales
Sociedad	ODS 3: SALUD Y BIENESTAR Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades	Primario	Fortalecer la capacidad de todos los países, en particular de los países en desarrollo, para la alerta temprana, la reducción de riesgos y la gestión de los riesgos sanitarios nacionales y mundiales.
		Secundario	Para 2030 se reducirá sustancialmente el número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y por la contaminación del aire, el agua y el suelo.
Economía	ODS 9: INDUSTRIA INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación	Secundario	Desarrollar una infraestructura de calidad, fiable, sostenible y resistente, incluida la infraestructura regional y transfronteriza, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, centrándose en el acceso asequible y equitativo para todos
		Secundario	Para 2030, mejorar la infraestructura y modernizar las industrias para hacerlas sostenibles, con una mayor eficiencia en el uso de los recursos y una mayor adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, adoptando todos los países medidas de acuerdo con sus respectivas capacidades

Tabla 67 Objetivos de Desarrollo Sostenible



Tal y como se muestra en la tabla, el principal ODS seleccionado pertenece al área de sociedad y consiste en mejorar la gestión de riesgos sanitarios. Considerando que el proyecto consiste en la climatización de un centro comercial, el objetivo de este es garantizar el confort y las condiciones sanitarias (de humedad, de calidad del aire, etc.) para el correcto desempeño del centro comercial.

Pese a que el edificio proyectado se encuentra localizado en España, en ciertos países en subdesarrollados o en vías de desarrollo algo tan común como la adecuada climatización de los espacios no está garantizado.

Con el fin de considerar cuál es el impacto del objetivo, se estudian los indicadores asociados al mismo:

- Ingresos nacionales asignados al desarrollo sostenible como porcentaje del PIB, por sector
- Asistencia oficial para el desarrollo y donaciones privadas netas como porcentaje del PIB

España se encuentra en el puesto 22, con una puntuación de 78,1. Y en concreto, en lo que respecta al ODS 3: SALUD Y BIENESTAR, tiene todavía actividades que acometer, pese a que la tendencia es positiva según el “Sustainable Report 2020” de Sustainable Development Solutions Network.

9.2 Anexo II Cálculos

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO

Temp. Exterior	0,8	°C
Temp. Interior	22	°C
Temp. TERRENO	8	°C

MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
001											
CRISTAL	N		3,00	0,0		0,0	2,77	21,2	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE	17	3,00	51,0		51,0	2,77	21,2	1,35	1,15	4650
CRISTAL	E		3,00	0,0		0,0	2,77	21,2	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE		3,00	0,0		0,0	2,77	21,2	1,15	1,10	0
CRISTAL	S		3,00	0,0		0,0	2,77	21,2	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO	19	3,00	57,0		57,0	2,77	21,2	1,10	1,10	4050
CRISTAL	O		3,00	0,0		0,0	2,77	21,2	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO		3,00	0,0		0,0	2,77	21,2	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N		3,00	0,0	0,0	0,0	0,37	21,2	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE	754,5	3,00	2263,4	51,0	2212,4	0,37	21,2	1,20	1,15	23948
MURO EXT.	E		3,00	0,0	0,0	0,0	0,37	21,2	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE	306,4	3,00	919,2	0,0	919,2	0,37	21,2	1,10	1,10	8725
MURO EXT.	S		3,00	0,0	0,0	0,0	0,37	21,2	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO	698,4	3,00	2095,2	57,0	2038,2	0,37	21,2	1,05	1,10	18466
MURO EXT.	O	100,5	3,00	301,6	0,0	301,6	0,37	21,2	1,10	1,15	2993
MURO EXT.	NO	413,6	3,00	1240,9	0,0	1240,9	0,37	21,2	1,15	1,15	12872
CUBIERTA	H		3,00	40938,5		40938,5	0,38	21,2	1,00	1,15	379270
SUELO			3,00	40938,5		40938,5	0,47	14,0	1,00	1,15	309781
LNC			3,00	0,0		0,0		10,6	1,00	1,00	0
VOLUMEN	0									TOTAL	764755

CAUDAL

<u>m3/h</u>	<u>Kcal/h</u>
120244,5	764755,02

AIRE EXTERIOR

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS

Proyecto:		Climatización de un centro comercial																	
Planta:		Planta 1			Zona:		Lc001												
DIMENSIONES:		500,00 X		100,00		=		2.370,00		m2		HORA SOLAR:		17		JAEN			
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES:		JULIO							
GANANCIA SOLAR-CRISTAL										TOTALES		CONDICIONES		BS	BH	%HR	TR	Gr/Kgr	
NORTE		Cristal	m2 x		45	x	0,60				Exteriores		36,0	23,3	39		12,9		
NE		Cristal	m2 x		32	x	0,60				Interiores		25,0	18,0	50		10,0		
ESTE		Cristal	m2 x		32	x	0,60				DIFERENCIA		11,0				2,9		
SE		Cristal	m2 x		32	x	0,60				CALOR LATENTE								
SUR		Cristal	m2 x		32	x	0,60				Infiltración		m3/h x	2,9	x	0,72			
SO		Cristal	m2 x		308	x	0,60				Personas		237	Personas		x	60	14.244	
OESTE		Cristal	m2 x		517	x	0,60				Aplicaciones								
NO		Cristal	m2 x		408	x	0,60				SUBTOTAL							14.244	
Claraboya		m2 x	235	x	0,60						COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10	%			1.424		
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS										TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL							15.668
NORTE		Pared	m2 x		7,5	x	0,37				Aire Ext.		23,70	m3/h x	2,9 x	0,15	BF x 0,72	7	
NE		Pared	m2 x		8,6	x	0,37				CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL							15.675	
ESTE		Pared	m2 x		8,6	x	0,37				CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL							202.880	
SE		Pared	182,49	m2 x		9,7	x	0,37				CALOR AIRE EXTERIOR							
SUR		Pared	m2 x		14,2	x	0,37				Sensible		23,70	m3/h x	11,0 x (1-	0,15 BF) x 0,3	66	
SO		Pared	66,60	m2 x		20,8	x	0,37				Latente		23,70	m3/h x	2,9 x (1-	0,15 BF) x 0,72	42
OESTE		Pared	m2 x		20,3	x	0,37				SUBTOTAL							109	
NO		Pared	m2 x		13,1	x	0,37				GRAN CALOR TOTAL							202.989	
Tejado-Sol		m2 x	22,5	x	0,38						A. D. P.								
Tejado-Sombra		m2 x	6,4	x	0,38						FACTOR CALOR SENSIBLE		187.205	Efec. Sens. Local		=	0,92		
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS										TOTALES		ADP Indicado=						°C	
Total Cristal		m2 x		11,0	x	2,77				ADP Seleccionado=		12				°C			
Tabiques LNC		m2 x		5,5	x	1,20				CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO									
Techo LNC		m2 x		5,5	x	0,38				▲T=(1-0,15 BF)x(°C Loc		25,0	-	12	ADP)=	11,05			
Suelo		m2 x		5,5	x	1,10				CAUDAL DE AIRE M3/H		187.205	Sensible Local		=	56.472			
Suelo exterior		m2 x		11,0	x	0,47				0,3 X		11,05	▲T						
Puertas		m2 x		11,0	x	2,00				Observaciones:									
Infiltración		m3/h x		11,0	x	0,30				N° DE O. T. :									
CALOR INTERNO										TOTALES		CALCULADO POR:							
Personas		158	Personas		x	72				SUBTOTAL		170.175							
Alumbrado		142.200	Wattios x 0,86		x	1,25				COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10	%			17.018			
Aplicaciones, etc.			5.579		x	0,86				CALOR SENSIBLE DEL LOCAL							187.193		
Potencia					x					Aire Exterior		23,70	m3/h x	11,0 x	0,15	BF x 0,3	12		
Ganancias Adicionales					x					CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL							187.205		

CÁLCULO ED CONDUCTOS ZONA MALL PB1

Hoja 1

Fecha:05/06/2020

Tramo	Q [m ³ /h]	Ø eq.[cm]	a x b [mm]	Long. [m]	L. eq. [m]	nº acces,	L. Total [m]	mm.c.a/ml	Total
1	349	21	300x150	3,2	0,8	1	4	0,08	0,32
2	698	26	300x200	3,2	0,8	1	4	0,08	0,32
3	1.046	29	300x250	3,2	0,8	1	4	0,08	0,32
4	1.395	33	300x350	3,2	0,8	1	4	0,08	0,32
5	1.744	37	300x400	3,2	0,8	1	4	0,08	0,32
6	2.093	39	300x450	3,2	0,8	1	4	0,08	0,32
7	2.442	42	300x550	2,8	1,2	1	4	0,08	0,32
8	2.791	44	300x600	3,2	0,8	1	4	0,08	0,32
9	5.581	55	350x750	34,4	1,5	1	35,9	0,08	2,872
10	11.162	70	400x1150	3	2,1	1	5,1	0,08	0,408
Subtotal									2,56
Pérdida en difusión									3
Coef. Seg. %									10%
TOTAL UN RAMAL [mm.c.a]									6,12
TOTAL SISTEMA [mm.c.a]									32,464
TOTAL SISTEMA [Pa]									318,1472

Documento II. Presupuesto

Índice

1	Introducción	4
2	Partidas presupuestarias.....	5
2.1	Bombas de calor	5
2.2	Roof top	6
2.3	Sistema de bombeo	8
2.4	Conductos	10
2.5	Tuberías.....	15
2.6	Válvulas	19
2.7	Toberas	22
2.8	Rejillas	23
2.9	Instalación	25

Índice de tablas

<i>Tabla 68 Resumen de partidas presupuestarias</i>	4
<i>Tabla 69 Presupuesto bomba de calor</i>	5
<i>Tabla 70 Presupuesto roof top 1</i>	6
<i>Tabla 71 Presupuesto roof top 2</i>	7
<i>Tabla 72 Presupuesto roof top 3</i>	8
<i>Tabla 73 Presupuesto sistema de bombeo</i>	9
<i>Tabla 74 Presupuesto conductos 1</i>	10
<i>Tabla 75 Presupuesto conductos 2</i>	11
<i>Tabla 76 Presupuesto conductos 3</i>	12
<i>Tabla 77 Presupuesto conductos 4</i>	13
<i>Tabla 78 Presupuesto conductos 5</i>	14
<i>Tabla 79 Presupuesto conductos 6</i>	15
<i>Tabla 80 Presupuesto tuberías 1</i>	16
<i>Tabla 81 Presupuesto tuberías 1</i>	17
<i>Tabla 82 Presupuesto tuberías 2</i>	18
<i>Tabla 83 Presupuesto tuberías 3</i>	19
<i>Tabla 84 Presupuesto válvulas 1</i>	20
<i>Tabla 85 Presupuesto válvulas 2</i>	21
<i>Tabla 86 Presupuesto válvulas 3</i>	22
<i>Tabla 87 Presupuesto toberas</i>	23
<i>Tabla 88 Presupuesto rejillas</i>	24
<i>Tabla 89 Presupuesto instalación</i>	26

1 Introducción

A continuación, se detallan las partidas principales relativas a la instalación anteriormente descrita considerando su coste unitario y el coste agrupado de las mismas.

En la siguiente tabla, se muestra un resumen de las partidas presupuestarias y del montante total del coste de la instalación

Partida	Presupuesto [€]
Bomba de calor	109.229,12 €
Roof Top	738.541,80 €
Sistema de bombeo	65.500,49 €
Conductos	592.539,05 €
Tuberias	412.575,21 €
Valvulas	83.037,87 €
Toberas	95.679,04 €
Regillas	82.374,40 €
Instalacion	398.860,00 €
Total proyecto	2.578.336,98 €

Tabla 68 Resumen de partidas presupuestarias

2 Partidas presupuestarias

En esta sección, se detalla cada una de las partidas anteriormente citadas.

2.1 Bombas de calor

En este apartado se detalla el coste de las unidades de generación de energía primaria que surtirán a la mayoría de los locales como ya se ha descrito. Se adquieren cuatro equipos de idénticas características lo que facilita su mantenimiento y operación. Se indican a continuación las características principales y el coste del equipo:

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Bomba de calor	Carrier 30 RQP -210	<p>Versión con alta eficiencia a carga parcial mediante el uso de ventiladores de condensación Greenspeed de velocidad variable. ESEER hasta 4.24 y SCOP hasta 3.38.</p> <p>Ahorros de energía adicionales mediante el uso de opciones tales como bomba de velocidad variable, recuperación de calor parcial y total, free-cooling, medidor de energía.</p> <p>Carga de refrigerante R410a reducida.</p> <p>Rápida puesta en marcha ya que todas las unidades se prueban en fábrica antes del envío.</p> <p>Algoritmo de control auto-adaptativo y descarga de compresores automática para una optimización de la eficiencia.</p> <p>Control Touch pilot con avanzada conectividad IP e interfaz de usuario con pantalla táctil a color.</p> <p>Potencia nominal: 203kW Dimensiones: 2410x2253x2297mm Peso:1956 kg</p>	4	27.307,28 €	109.229,12 €
Total partidas					109.229,12 €

Tabla 69 Presupuesto bomba de calor

2.2 Roof top

En este apartado se detalla el coste de las unidades de generación de potencia frigorífica y calorífica aire-aire. Se adquieren treinta equipos de nueve modelos de dos fabricantes distintos. Se indican a continuación las características principales y el coste de cada equipo.

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Roof top	Trane Airfinity IH 050	Unidad Roof Top Aire-Aire con controles digitales que permiten maximizar la eficiencia energética, seguimiento continuo del rendimiento del sistema bancada ajustable multidireccional. compuerta de descarga barométrica. Incluye recuperador de calor. EER 3,4 COP 3,4 Potencia frigorífica/calorífica: 56/49 kW Presión estática: 500 Pa Dimensiones: 3010x2250x1565mm Peso: 1112kg	4	17.795,50€	71.182,00 €
Roof top	Trane Airfinity IH 060	Unidad Roof Top Aire-Aire con controles digitales que permiten maximizar la eficiencia energética, seguimiento continuo del rendimiento del sistema bancada ajustable multidireccional. compuerta de descarga barométrica. Incluye recuperador de calor. EER 3,3 COP 3,4 Potencia frigorífica/calorífica: 64/55 kW Presión estática: 500 Pa Dimensiones: 3010x2250x1565mm Peso: 1116kg	3	19.378,00€	58.134,00 €
Roof top	Trane Airfinity IH 065	Unidad Roof Top Aire-Aire con controles digitales que permiten maximizar la eficiencia energética, seguimiento continuo del rendimiento del sistema bancada ajustable multidireccional. compuerta de descarga barométrica. Incluye recuperador de calor. EER 3,0 COP 3,2 Potencia frigorífica/calorífica: 72/64 kW Presión estática: 500 Pa Dimensiones: 3010x2250x1565mm Peso: 1153kg	3	20.960,50€	62.881,50 €

Tabla 70 Presupuesto roof top 1

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Roof top	Trane Airfinity IH 075	Unidad Roof Top Aire-Aire con controles digitales que permiten maximizar la eficiencia energética, seguimiento continuo del rendimiento del sistema bancada ajustable multidireccional. compuerta de descarga barométrica. Incluye recuperador de calor. EER 3,0 COP 3,4 Potencia frigorífica/calorífica: 82/72 kW Presión estática: 500 Pa Dimensiones: 3890x2250x1585mm Peso: 1342kg	3	22.009,50€	66.028,50 €
Roof top	Trane Airfinity IH 085	Unidad Roof Top Aire-Aire con controles digitales que permiten maximizar la eficiencia energética, seguimiento continuo del rendimiento del sistema bancada ajustable multidireccional. compuerta de descarga barométrica. Incluye recuperador de calor. EER 2,9 COP 3,3 Potencia frigorífica/calorífica: 82/72 kW Presión estática: 500 Pa Dimensiones: 3890x2250x1585mm Peso: 1348kg	1	23.058,50€	23.058,50 €
Roof top	Trane Airfinity IH 100	Unidad Roof Top Aire-Aire con controles digitales que permiten maximizar la eficiencia energética, seguimiento continuo del rendimiento del sistema bancada ajustable multidireccional. compuerta de descarga barométrica. Incluye recuperador de calor. EER 3,0 COP 3,4 Potencia frigorífica/calorífica: 104/92 kW Presión estática: 500 Pa Dimensiones: 3890x2250x1890mm Peso: 1570kg	1	24.293,20€	24.293,20 €
Roof top	Trane Airfinity IH 130	Unidad Roof Top Aire-Aire con controles digitales que permiten maximizar la eficiencia energética, seguimiento continuo del rendimiento del sistema bancada ajustable multidireccional. compuerta de descarga barométrica. Incluye recuperador de calor. EER 2,8 COP 3,3 Potencia frigorífica/calorífica: 133/125 kW Presión estática: 500 Pa Dimensiones: 3890x2250x1890mm Peso: 1570kg	8	25.527,70€	204.221,60 €

Tabla 71 Presupuesto roof top 2

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Roof top	Hicteca RMRBA HE 171.4	Unidad de tipo Roof Top autónoma de alta eficiencia. Refrigerante R-410A. Compresores scroll en tandem, permitiendo unos límites de funcionamiento muy amplios Ventiladores de condensación tipo axial EC, herméticos, compuestos por palas de aluminio, diseñadas para producir bajo nivel sonoro. Ventilador interior tipo Plug fan para máxima eficiencia energética. Armario: fabricado en chapa de acero galvanizado, acabado con resinas de poliéster (RAL 1013), polimerizadas al horno, de óptima resistencia a la corrosión y a la intemperie. Protección mediante magnetotérmicos. Filtro extra compacto G2. Control de condensación por variador de serie. Incluye recuperador de calor. EER 3,17 COP 3,41 Potencia frigorífica/calorífica: 171,0/169,8 kW Dimensiones: 4330x2220x2240mm Peso: 2454kg	5	158.577,50€	158.577,50 €
Roof top	Hicteca RMRBA HE 200.4	Unidad de tipo Roof Top autónoma de alta eficiencia. Refrigerante R-410A. Compresores scroll en tandem, permitiendo unos límites de funcionamiento muy amplios Ventiladores de condensación tipo axial EC, herméticos, compuestos por palas de aluminio, diseñadas para producir bajo nivel sonoro. Ventilador interior tipo Plug fan para máxima eficiencia energética. Armario: fabricado en chapa de acero galvanizado, acabado con resinas de poliéster (RAL 1013), polimerizadas al horno, de óptima resistencia a la corrosión y a la intemperie. Protección mediante magnetotérmicos. Filtro extra compacto G2. Control de condensación por variador de serie. Incluye recuperador de calor. EER 2,89 COP 3,25 Potencia frigorífica/calorífica: 200/205,7 kW Presión estática: 350 Pa Dimensiones: 4330x2220x2240mm Peso: 2624kg	2	70.165,00 €	70.165,00 €
Total partidas					738.541,80 €

Tabla 72 Presupuesto roof top 3

2.3 Sistema de bombeo

En cuanto a las bombas de impulsión, se adquieren quince equipos de tres modelos distintos. Se indican las características principales y el coste de cada equipo.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Bomba de impulsión	Wilo-Stratos GIGA	<p>Bombas de alta eficiencia de rotor seco con construcción inline. Innovadora bomba de alta eficiencia para el máximo rendimiento del sistema total Motor EC de alta eficiencia con clase de eficiencia energética IE5 según IEC 60034-30-2 Interfaces opcionales con módulo IF para la comunicación por bus con la automatización de edificios.</p> <p>Temperatura del fluido -20 °C a +140 °C Alimentación eléctrica: 3-380V – 3-480V, 50/60 Hz índice de eficiencia mínima MEI 0,7 Diámetro nominal DN 40 a DN 100 Presión de trabajo máx. 16 bares M.C.A. Max: 65 Caudal Max: 375 m³/h</p>	2	6.678,46 €	13.356,92 €
Bomba de impulsión	Wilo-VeroTwin-DP-E	<p>Bombas de ahorro energético de rotor seco en construcción inline Ahorro de energía gracias a la regulación electrónica integrada. Interfaces opcionales para la comunicación por bus mediante módulos IF enchufables. Funcionamiento sencillo gracias a la tecnología de botón verde y a la pantalla. Gestión de bombas dobles integrada. Protección total del motor integrada con sistema electrónico de disparo. Motores con clase de eficiencia energética IE4.</p> <p>Temperatura del fluido -20 °C a +120 °C Alimentación eléctrica: 3-440V – 3-400V, 50/60 Hz índice de eficiencia mínima MEI 0,4 Diámetro nominal DN 32 a DN 80 Presión de trabajo máx. 16 bares M.C.A. Max: 30 Caudal Max: 170 m³/h</p>	9	4.343,21 €	39.088,89 €
Bomba de impulsión	Wilo-VeroTwin-DPL	<p>Bombas estándar de rotor seco en construcción inline Protección contra la corrosión de alto estándar mediante revestimiento por cataforesis. Orificios de evacuación de condensados en serie en las carcasas del motor y las linternas. Ejecución en serie: motor con eje prolongado. Cierre mecánico bidireccional de inundación forzada.</p> <p>Temperatura del fluido -20 °C a +120 °C Alimentación eléctrica: 3-400V, 50 Hz índice de eficiencia mínima MEI 0,4 Diámetro nominal DN 100 Presión de trabajo máx. 10 bares M.C.A. Max: 52 Caudal Max: 245 m³/h</p>	4	3.263,67 €	13.054,68 €
Total partidas					65.500,49 €

Tabla 73 Presupuesto sistema de bombeo

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

2.4 Conductos

En este apartado, se detallan las partidas asociadas al sistema de conductos, consistentes en metros de conducto, aislamiento, compuertas de regulación y compuertas cortafuegos. A continuación, se indican las cantidades, características principales y el coste de cada material.

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Conducto	CONDUCTO CHAPA ACERO GALV.	Suministro y montaje de CANALIZACION DE AIRE realizada con CHAPA DE ACERO GALVANIZADA de espesor según normativa vigente, i/embocaduras, derivaciones, elementos de fijación y piezas especiales, homologado. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	10260	37,06 €	380.235,60 €
Aislamiento	AISLAM. CONDUCT. IBR-ALUMINIO	Suministro y montaje de AISLAMIENTO EXTERIOR de conductos de canalización de aire de CHAPA DE ACERO, realizado en fibra de vidrio con revestimiento de Kraft + aluminio tipo ISOVER IBR-ALUMINIO o equivalente, incluso p.p. de piezas especiales. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones. y normativa vigente.	2250	6,77 €	15.232,50 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 300x207	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 300x207 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	16	138,75 €	2.220,00 €
Regulación	COMPUERTA REGULACION TROX JZ100-B 300x257	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 300x257 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	32	143,59 €	4.594,86 €

Tabla 74 Presupuesto conductos 1

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 300x307	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 300x307 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	12	148,43 €	1.781,14 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 300x357	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 300x357 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	16	153,27 €	2.452,29 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 300x407	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 300x407 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	24	158,11 €	3.794,58 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 300x457	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 300x457 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	48	162,95 €	7.821,44 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 300x507	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 300x507 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	28	167,79 €	4.698,01 €

Tabla 75 Presupuesto conductos 2

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Regulación	COMPUERT. REGU TROX JZ100-B 300x557	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 300x557 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	52	172,63 €	8.976,52 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 300x607	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 300x607 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	40	177,46 €	7.098,59 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 300x657	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 300x657 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	44	182,30 €	8.021,38 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 300x707	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 300x707 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	16	187,14 €	2.994,29 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 300x757	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 300x757 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	36	191,98 €	6.911,38 €

Tabla 76 Presupuesto conductos 3

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 350x857	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 350x857 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	20	196,82 €	3.936,44 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 350x1107	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 350x1107 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	24	201,66 €	4.839,87 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 400x757	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 400x757 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	16	206,50 €	3.304,01 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 400x907	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 400x907 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	16	211,34 €	3.381,44 €
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 400x957	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 400x957 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	20	216,18 €	4.323,59 €

Tabla 77 Presupuesto conductos 4

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Regulación	COMPUERT. REGU. TROX JZ100-B 400x1157	Suministro y montaje de COMPUERTA DE REGULACION de 400x1157 mm, marca TROX mod. JZ100-B o equivalente, construida en acero galvanizado, aletas acopladas en sentido opuesto, incluso adaptación de conducto. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	20	221,02 €	4.420,37 €
Seguridad	COMPUERT. CORTAFUE. TROX FKA-3 350x750 R.M.	Suministro y montaje de COMPUERTA CORTAFUEGOS de 350x750 mm, marca TROX mod. FKA-3 o equivalente, homologada RF-120, accionamiento por fusible, con un final de carrera para indicación compuerta cerrada con contacto de señal de estado y fusible térmico tarado a 72°C, mando de REARME MANUAL. Incluso accesorios, cableado y conexionado de control. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	16	812,87 €	13.005,92 €
Seguridad	COMPUERT. CORTAFUE. TROX FKA-3 400x800 R.M.	Suministro y montaje de COMPUERTA CORTAFUEGOS de 400x800 mm, marca TROX mod. FKA-3 o equivalente, homologada RF-120, accionamiento por fusible, con un final de carrera para indicación compuerta cerrada con contacto de señal de estado y fusible térmico tarado a 72°C, mando de REARME MANUAL. Incluso accesorios, cableado y conexionado de control. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	32	883,36 €	28.267,41 €
Seguridad	COMPUERT. CORTAFUE. TROX FKA-3 400x1150 R.M.	Suministro y montaje de COMPUERTA CORTAFUEGOS de 400x1150 mm, marca TROX mod. FKA-3 o equivalente, homologada RF-120, accionamiento por fusible, con un final de carrera para indicación compuerta cerrada con contacto de señal de estado y fusible térmico tarado a 72°C, mando de REARME MANUAL. Incluso accesorios, cableado y conexionado de control. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	12	918,60 €	11.023,20 €

Tabla 78 Presupuesto conductos 5

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Seguridad	COMPUERT. CORTAFUE. TROX FKA-3 450x1200 R.M.	Suministro y montaje de COMPUERTA CORTAFUEGOS de 450x1200 mm, marca TROX mod. FKA-3 o equivalente, homologada RF-120, accionamiento por fusible, con un final de carrera para indicación compuerta cerrada con contacto de señal de estado y fusible térmico tarado a 72°C, mando de REARME MANUAL. Incluso accesorios, cableado y conexionado de control. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	24	953,84 €	22.892,24 €
Seguridad	COMPUERT. CORTAFUE. TROX FKA-3 500x1500 R.M.	Suministro y montaje de COMPUERTA CORTAFUEGOS de 500x1500 mm, marca TROX mod. FKA-3 o equivalente, homologada RF-120, accionamiento por fusible, con un final de carrera para indicación compuerta cerrada con contacto de señal de estado y fusible térmico tarado a 72°C, mando de REARME MANUAL. Incluso accesorios, cableado y conexionado de control. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	16	989,09 €	15.825,39 €
Seguridad	COMPUERT. CORTAFUE. TROX FKA-3 600x1400 R.M.	Suministro y montaje de COMPUERTA CORTAFUEGOS de 600x1400 mm, marca TROX mod. FKA-3 o equivalente, homologada RF-120, accionamiento por fusible, con un final de carrera para indicación compuerta cerrada con contacto de señal de estado y fusible térmico tarado a 72°C, mando de REARME MANUAL. Incluso accesorios, cableado y conexionado de control. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Planos y demás Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	20	1.024,33 €	20.486,60 €
Total partidas					592.539,05 €

Tabla 79 Presupuesto conductos 6

2.5 Tuberías

En este apartado, se detallan las partidas asociadas al sistema de tuberías, consistentes en metros de tubería aislada y los circuitos auxiliares de llenado, vaciado y purga. A continuación, se indican las cantidades, características principales y el coste de cada material.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Tubería	TUB.AC. UNE-EN-10255 D=1" C/PINT. RECUB. ALUMINIO	Suministro y montaje de TUBERIA EN ACERO NEGRO clase UNE-EN-10255 de diámetro 1" sin soldadura, para instalaciones de CLIMATIZACION, incluso parte proporcional de fijaciones, soportes, piezas especiales, uniones, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, pasamuros, accesorios de montaje, etc., incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvuleria.Instalacion según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	50	33,30 €	1.665,00 €
Tubería	TUB.AC. UNE-EN-10255 D=1 1/4" C/PINT. RECUB. ALUMINIO	Suministro y montaje de TUBERIA EN ACERO NEGRO clase UNE-EN-10255 de diámetro 1 1/4" sin soldadura, para instalaciones de CLIMATIZACION, incluso parte proporcional de fijaciones, soportes, piezas especiales, uniones, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, pasamuros, accesorios de montaje, etc., incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvuleria.Instalacion según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	170	37,98 €	6.456,60 €
Tubería	TUB.AC. UNE-EN-10255 D=1 1/2" C/PINT. RECUB. ALUMINIO	Suministro y montaje de TUBERIA EN ACERO NEGRO clase UNE-EN-10255 de diámetro 1 1/2" sin soldadura, para instalaciones de CLIMATIZACION, incluso parte proporcional de fijaciones, soportes, piezas especiales, uniones, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, pasamuros, accesorios de montaje, etc., incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvuleria.Instalacion según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	300	42,10 €	12.630,60 €

Tabla 80 Presupuesto tuberías 1

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Tubería	TUB.AC. UNE-EN-10255 D=2" C/PINT. RECUB. ALUMINIO	Suministro y montaje de TUBERIA EN ACERO NEGRO clase UNE-EN-10255 de diámetro 2" sin soldadura, para instalaciones de CLIMATIZACION, incluso parte proporcional de fijaciones, soportes, piezas especiales, uniones, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, pasamuros, accesorios de montaje, etc., incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvuleria.Instalacion según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	810	52,54 €	42.559,02 €
Tubería	TUB.AC. UNE-EN-10255 D=2 1/2" C/PINT. RECUB. ALUMINIO	Suministro y montaje de TUBERIA EN ACERO NEGRO clase UNE-EN-10255 de diámetro 2 1/2" sin soldadura, para instalaciones de CLIMATIZACION, incluso parte proporcional de fijaciones, soportes, piezas especiales, uniones, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, pasamuros, accesorios de montaje, etc., incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvuleria.Instalacion según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	1020	62,75 €	64.005,00 €
Tubería	TUB.AC. UNE-EN-10255 D=3" C/PINT. RECUB. ALUMINIO	Suministro y montaje de TUBERIA EN ACERO NEGRO clase UNE-EN-10255 de diámetro 3" sin soldadura, para instalaciones de CLIMATIZACION, incluso parte proporcional de fijaciones, soportes, piezas especiales, uniones, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, pasamuros, accesorios de montaje, etc., incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvuleria.Instalacion según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	1950	70,81 €	138.079,50 €

Tabla 81 Presupuesto tuberías 1

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Tubería	TUB.AC. UNE-EN-10255 D=4" C/PINT. RECUB. ALUMINIO	Suministro y montaje de TUBERIA EN ACERO NEGRO clase UNE-EN-10255 de diámetro 4" sin soldadura, para instalaciones de CLIMATIZACION, incluso parte proporcional de fijaciones, soportes, piezas especiales, uniones, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, pasamuros, accesorios de montaje, etc., incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvulería. Instalación según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	890	80,32 €	71.484,80 €
Tubería	TUB.AC. UNE-EN-10255 D=5" C/PINT. RECUB. ALUMINIO	Suministro y montaje de TUBERIA EN ACERO NEGRO clase UNE-EN-10255 de diámetro 5" sin soldadura, para instalaciones de CLIMATIZACION, incluso parte proporcional de fijaciones, soportes, piezas especiales, uniones, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, pasamuros, accesorios de montaje, etc., incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvulería. Instalación según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	500	92,76 €	46.380,00 €
Tubería	TUB.AC. UNE-EN-10255 D=6" C/PINT. RECUB. ALUMINIO	Suministro y montaje de TUBERIA EN ACERO NEGRO clase UNE-EN-10255 de diámetro 6" sin soldadura, para instalaciones de CLIMATIZACION, incluso parte proporcional de fijaciones, soportes, piezas especiales, uniones, codos, tes, manguitos, dilatadores, reducciones, pasamuros, accesorios de montaje, etc., incluso coquilla de espuma elastomérica marca ARMAFLEX o equivalente, de espesor según normativa vigente, con p.p. de aislamiento de valvulería. Instalación según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	230	109,26 €	25.129,80 €

Tabla 82 Presupuesto tuberías 2

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Circuito auxiliar	NA	Suministro y montaje de CONJUNTO de LLENADO de la instalación, incluso parte proporcional de tubería, accesorios y conexión flexible y según el siguiente desglose: Contador de agua. 1 Filtro de 1 1/4". 2 Válvulas de retención de 1 1/4". 1 Válvula motorizada de 1 1/4", incluso cableado y conexionado eléctrico bajo tubo de PVC. 4 Válvulas de corte de 1 1/4". 1 Manómetro. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	3	396,43 €	1.189,29 €
Circuito auxiliar	NA	Suministro y montaje de CONJUNTO DE VACIADO de los diferentes circuitos verticales, etc., con tubería de PVC, válvulas de bola y conducido a sumidero, incluso conexión a la red de saneamiento del edificio. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	1	1.627,80 €	1.627,80 €
Circuito auxiliar	NA	Suministro y montaje de CONJUNTO de DESAIRE y PURGA de puntos altos de tuberías, con válvulas de bola, boletines de purga, tuberías de 1/2" y colector de recogida de purgas, incluso conexión a la red de saneamiento del edificio con p.p. de tubería de PVC, fijaciones, suportación y accesorios. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	1	1.367,80 €	1.367,80 €
Total partidas					412.575,21 €

Tabla 83 Presupuesto tuberías 3

2.6 Válvulas

En este apartado, se detallan las partidas asociadas a la regulación del sistema de tuberías, incluyendo válvulas de mariposa, de equilibrado, dilatadores y componentes del sistema de conexión a las bombas de calor. A continuación, se indican las cantidades, características principales y el coste de cada material.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Válvula	VALVULA DE EQUIL. TA STAD 1"	Suministro y montaje de VALVULA de EQUILIBRADO de diámetro 1", marca TOUR-ANDERSSON mod. STAD o equivalente. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, incluso accesorios, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	3	71,70 €	215,10 €
Válvula	VALVULA DE EQUIL. TA STAD 1 1/4"	Suministro y montaje de VALVULA de EQUILIBRADO de diámetro 1 1/4", marca TOUR-ANDERSSON mod. STAD o equivalente. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, incluso accesorios, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	12	97,30 €	1.167,60 €
Válvula	VALVULA DE EQUIL. TA STAD 1 1/2"	Suministro y montaje de VALVULA de EQUILIBRADO de diámetro 1 1/2", marca TOUR-ANDERSSON mod. STAD o equivalente. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, incluso accesorios, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	17	109,70 €	1.864,90 €
Válvula	VALVULA DE EQUIL. TA STAD 2"	Suministro y montaje de VALVULA de EQUILIBRADO de diámetro 2", marca TOUR-ANDERSSON mod. STAD o equivalente. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, incluso accesorios, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	29	141,85 €	4.113,65 €
Válvula	VALVULA DE EQUIL. TA STAF 2 1/2"	Suministro y montaje de VALVULA de EQUILIBRADO de diámetro 2 1/2", marca TOUR-ANDERSSON mod. STAF o equivalente. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, incluso accesorios, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	51	278,75 €	14.216,25 €

Tabla 84 Presupuesto válvulas 1

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Válvula	VALVULA DE EQUIL. TA STAF 3"	Suministro y montaje de VALVULA de EQUILIBRADO de diámetro 3", marca TOUR-ANDERSSON mod. STAF o equivalente. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, incluso accesorios, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	42	523,01 €	21.966,42 €
Válvula	VALVULA DE EQUIL. TA STAF 4"	Suministro y montaje de VALVULA de EQUILIBRADO de diámetro 4", marca TOUR-ANDERSSON mod. STAF o equivalente. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, incluso accesorios, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones de la D.F. y normativa vigente.	28	699,69 €	19.591,32 €
Válvula	VALVULA DE MARIPOSA SYLAX 4" PN-16	Válvula de mariposa de diámetro 4" PN-16, marca DANFOSS SYLAX o equivalente, para corte plenamente estanco y maniobra rápida, con cuerpo monobloc de hierro fundido, palanca y eje de acero inoxidable, completa e instalada.	15	138,47 €	2.077,05 €
Válvula	VALVULA DE MARIPOSA SYLAX 5" PN-16	Válvula de mariposa de diámetro 5" PN-16, marca DANFOSS SYLAX o equivalente, para corte plenamente estanco y maniobra rápida, con cuerpo monobloc de hierro fundido, palanca y eje de acero inoxidable, completa e instalada.	18	154,72 €	2.784,96 €
Válvula	VALVULA DE MARIPOSA SYLAX 6" PN-16	Válvula de mariposa de diámetro 6" PN-16, marca DANFOSS SYLAX o equivalente, para corte plenamente estanco y maniobra rápida, con cuerpo monobloc de hierro fundido, palanca y eje de acero inoxidable, completa e instalada.	4	177,58 €	710,32 €
Válvula	VALVULA DE MARIPOSA SYLAX 10" PN-16	Válvula de mariposa de diámetro 10" PN-16, marca DANFOSS SYLAX o equivalente, para corte plenamente estanco y maniobra rápida, con cuerpo monobloc de hierro fundido, palanca y eje de acero inoxidable, completa e instalada.	8	415,02 €	3.320,16 €

Tabla 85 Presupuesto válvulas 2

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Colector	COLECTOR DE DIAMETRO 10"	Suministro y montaje de COLECTOR horizontal en acero negro estirado DIN 2440 de diámetro 10", completo e instalado según planos y pliego de condiciones, totalmente mecanizado, incluyendo todas las picajes previstas en planos más uno de reserva. Se incluirán, asimismo, las vainas para medición y toma para vaciado. Queda incluido en el suministro el aislamiento completo del colector, plancha de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o equivalente de espesor según normativa vigente y terminación en camisa de aluminio de 0,6 mm. de espesor. Incluso vaciado conectado a la red de saneamiento del edificio), con su valvulería correspondiente completa. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, incluso accesorios, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones. y normativa vigente.	8	1.246,03 €	9.968,24 €
Dilatadores	Dilatación universal WITZENMANN	Suministro y montaje de DILATADORES para la red de tuberías de climatización. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	1	1.041,90 €	1.041,90 €
Total partidas					83.037,87 €

Tabla 86 Presupuesto válvulas 3

2.7 Toberas

En este apartado, se detallan las partidas asociadas a las bocas de impulsión del sistema de conductos. A continuación, se indican las cantidades, características principales y el coste de cada material.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Tobera	Airsum Tob-3-EC	Tobera largo alcance Airsum Utilización: impulsión techo o impulsión pared Construcción en aluminio acabado pintado blanco/gris montaje fijación por tornillo cabezeo 30° Orientable a todas las direcciones Dimensiones: Diámetro: 350mm Profundidad: 180mm Hueco de montaje: 285mm	128	83,62 €	10.703,36 €
Tobera	Airsum Tob-4-EC	Tobera largo alcance Airsum Utilización: impulsión techo o impulsión pared Construcción en aluminio acabado pintado blanco/gris montaje fijación por tornillo cabezeo 30° Orientable a todas las direcciones Dimensiones: Diámetro: 405mm Profundidad: 216mm Hueco de montaje: 335mm	352	96,44 €	33.946,88 €
Tobera	Airsum Tob-5-EC	Tobera largo alcance Airsum Utilización: impulsión techo o impulsión pared Construcción en aluminio acabado pintado blanco/gris montaje fijación por tornillo cabezeo 30° Orientable a todas las direcciones Dimensiones: Diámetro: 455mm Profundidad: 242mm Hueco de montaje: 385mm	480	106,31 €	51.028,80 €
Total partidas					95.679,04 €

Tabla 87 Presupuesto toberas

2.8 Rejillas

En este apartado, se detallan las partidas asociadas a las bocas de extracción del sistema de conductos. A continuación, se indican las cantidades, características principales y el coste de cada material.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Rejilla	Koolair serie 2020 20-45 300X300mm	Rejilla de retorno de aluminio anodizado 300x300mm aletas fijas a 45° verticales la rejilla puede incorporar un marco porta filtros bajo demanda, con malla de protección. Velocidad efectiva 2m/s Presión estática 2,8 Pa Nivel de ruido 17 dB	128	72,34 €	9.259,52 €
Rejilla	Koolair serie 2020 20-45 350X300mm	Rejilla de retorno de aluminio anodizado 350x300mm aletas fijas a 45° verticales la rejilla puede incorporar un marco porta filtros bajo demanda, con malla de protección. Velocidad efectiva 2,4m/s Presión estática 4,4 Pa Nivel de ruido 24 dB	256	76,40 €	19.558,40 €
Rejilla	Koolair serie 2020 20-45 500X300mm	Rejilla de retorno de aluminio anodizado 500x300mm aletas fijas a 45° verticales la rejilla puede incorporar un marco porta filtros bajo demanda, con malla de protección. Velocidad efectiva 1,9m/s Presión estática 2,6 Pa Nivel de ruido 19 dB	96	81,78 €	7.850,88 €
Rejilla	Koolair serie 2020 20-45 600X300mm	Rejilla de retorno de aluminio anodizado 600x300mm aletas fijas a 45° verticales la rejilla puede incorporar un marco porta filtros bajo demanda, con malla de protección. Velocidad efectiva 2,1m/s Presión estática 3,4 Pa Nivel de ruido 23 dB	192	87,60 €	16.819,20 €
Rejilla	Koolair serie 2020 20-45 800X300mm	Rejilla de retorno de aluminio anodizado 800x300mm aletas fijas a 45° verticales la rejilla puede incorporar un marco porta filtros bajo demanda, con malla de protección. Velocidad efectiva 3,1m/s Presión estática 3,2 Pa Nivel de ruido 24 dB	128	96,65 €	12.371,20 €
Rejilla	Koolair serie 2020 20-45 1000X300mm	Rejilla de retorno de aluminio anodizado 1000x300mm aletas fijas a 45° verticales la rejilla puede incorporar un marco porta filtros bajo demanda, con malla de protección. Velocidad efectiva 2,8m/s Presión estática 5,6 Pa Nivel de ruido 32 dB	160	103,22 €	16.515,20 €
Total partidas					82.374,40 €

Tabla 88 Presupuesto rejillas

2.9 Instalación

A continuación se exponen los costes asociados a la instalación del sistema de climatización proyectado, incluyendo las partidas:

- Albañilería
- Instalación eléctrica
- Suministro de información
- Legalización

En la siguiente tabla, se detalla el coste de cada una de estas partidas.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unitario	Total
Suministro de información	NA	Suministro de información, conteniendo: Libro completo de instrucciones de funcionamiento de la instalación de CLIMATIZACION así como su mantenimiento, que contendrá como mínimo : Memoria explicativa. Relación total de todos los materiales instalados. Instrucciones detalladas de funcionamiento. Planos de situación de todos los elementos instalados.	1	400,00 €	400,00 €
Instalación eléctrica climatización	NA	Instalación Eléctrica Completa para la INSTALACION DE CLIMATIZACION, incluyendo cuadros eléctricos, cableado, tubos, bandejas, cajas de registro, empalmes, fijaciones, accesorios, conexionado y demás elementos necesarios. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, incluso accesorios, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	1	218.460,00 €	218.460,00 €
Ayudas albañilería clima.	NA	Conjunto de AYUDAS DE ALBAÑILERIA para dejar la instalación de CLIMATIZACION completamente terminada, incluyendo: -Apertura y tapado de rozas. -Apertura de agujeros en paramentos. -Colocación de pasamuros. -Fijación de soportes. -Construcción de bancadas. -Construcción y recibido de cajas para elementos empotrados. -Apertura de agujeros en falsos techos. -Carga, descarga y elevación de materiales. -Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones. -Recibidos, limpieza, remates y medios auxiliares. En general, todo aquello necesario para el montaje de la instalación. Comprende todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para dejar la unidad completa, totalmente instalada, probada y en perfecto estado de funcionamiento, según Documentos de Proyecto, indicaciones del pliego de condiciones y normativa vigente.	1	120.000,00 €	120.000,00 €
Legalización y puesta en marcha instalación de climat.	NA	Legalización y puesta en marcha de la instalación de CLIMATIZACION para cumplimiento de la reglamentación vigente. Se incluyen Proyecto, Visados, Dictámenes, etc., necesarios para la aprobación de las instalaciones ante los organismos estatales, autonómicos o locales competentes para la autorización de la ejecución y puesta en marcha definitiva de la instalación.	1	60.000,00 €	60.000,00 €
Total partidas					398.860,00 €

Tabla 89 Presupuesto instalación

Documento III. Pliegos de condiciones

Índice

Pliego de condiciones climatización	3
Pliego de condiciones ventilación	32

Pliego de condiciones climatización

Índice

1	Generalidades	7
1.1	Objeto y alcance	7
1.2	Definiciones	8
2	Dirección de obra.....	9
3	Aislamiento térmico	9
3.1	General.....	9
3.2	Materiales y características	10
3.3	Niveles de aislamiento	10
3.4	Barrera anti-vapor.....	11
3.5	Colocación.....	11
3.6	Aislamiento de tuberías.....	11
3.7	Aislamiento de conductos	12
3.8	Protección del aislamiento	12
4	Compuertas cortafuegos	12
4.1	General.....	12
4.2	Instalación.....	12
5	Conductos flexibles	13
5.1	General.....	13
5.2	Instalación.....	13
6	Fancoils	13
6.1	Generalidades	13
6.2	Elementos constitutivos.....	14
6.3	Instalación	14
6.4	Control y regulación.....	14
7	Compensadores de dilatación	15
7.1	General.....	15
7.2	Montaje.....	15
8	Rotulación e identificación de equipos y fluidos	16
8.1	General.....	16
9	Unidades de tratamiento de aire (recuperadores entálpicos).....	16

9.1	General.....	16
9.2	Materiales	17
9.3	Elementos constitutivos.	17
9.4	Instalación.....	18
9.5	Información técnica	18
10	Depósitos de expansión	19
10.1	General.....	19
10.2	Materiales	19
10.3	Instalación.....	20
11	Difusores y rejillas.....	20
11.1	General.....	20
11.2	Materiales y construcción.....	20
11.3	Distribución y montaje.....	21
11.4	Medición de caudal.....	21
12	Elementos de regulación y control	21
12.1	General.....	21
12.2	Materiales e instalación.....	22
13	Valvulería	22
13.1	General.....	22
13.2	Conexiones.....	22
14	Bombas	23
14.1	General.....	23
14.2	Información Técnica.....	23
15	Elementos Antivibratorios	24
15.1	General.....	24
15.2	Instalación.....	24
16	Drenajes y vaciados	25
16.1	Drenajes	25
16.2	Vaciados	25
17	Acometidas de agua a equipos y redes	25
18	Pruebas y ensayos	26
18.1	General.....	26

18.2	Pruebas parciales	26
18.3	Otras pruebas.....	28
19	Recepción	28
19.1	Condiciones de aceptación y rechazo.....	29

1 Generalidades

1.1 Objeto y alcance

El objeto del presente documento es establecer los requisitos técnicos a cumplir por los materiales, los equipos y el montaje de las instalaciones de Climatización correspondientes al a Centro Comercial “La Montaña” en Jaén. En particular, se definen los siguientes conceptos:

- Características y especificaciones de los materiales y equipos, su suministro e instalación.
- Trabajos a realizar por el Contratista.
- Forma de realizar las instalaciones y el montaje.
- Pruebas y ensayos, durante el transcurso de la obra, a la Recepción Provisional y a la Recepción Definitiva.
- Garantías exigidas.

Será cometido del Contratista el suministro de todos los equipos, materiales, servicios y mano de obra necesarios para dotar al Edificio de las instalaciones descritas en la Memoria, representadas en Planos y recogidas en Mediciones u otros documentos de este Proyecto. Todo ello según las normas, reglamentos y prescripciones vigentes que sean de aplicación, así como las de Seguridad e Higiene.

Asimismo, será cometido del Contratista lo siguiente:

- La conexión de todos los equipos relacionados con las instalaciones, o los que la D.T. estime de su competencia, aun no estando incluidas expresamente.
- Las pruebas y puesta en marcha, y cuanto conlleve.
- Planos finales de obra, “así construido”, en papel y en soporte informático, y tres informes con especificaciones y características de equipos y materiales, con libros de uso y mantenimiento. Los planos contendrán:
 - Todos los trabajos de climatización instalados exactamente de acuerdo con el diseño original.
 - Todos los trabajos de climatización instalados correspondientes a modificaciones o añadidos al diseño original.
 - Toda la información dimensional necesaria para definir la ubicación exacta de todos los equipos que, por estar ocultos, no es posible seguirles el recorrido por simple inspección a través de los

medios comunes de acceso, establecidos para inspección y mantenimiento.

- La limpieza inmediata y, si se precisa, transporte a vertedero de material sobrante, de todos los tajos y zonas de actuación.
- Sellado ignífugo de huecos y pasos de canalizaciones y conducciones, con resistencia al fuego equivalente a la de los cerramientos o forjados que atraviesan las instalaciones.
- Las ayudas de estricto peonaje y albañilería auxiliar.
- El pequeño material y accesorios, así como transporte y movimiento de todos los equipos.
- Los elementos de fijación y soporte, previa aprobación de los mismos por la D.T., de todos los aparatos.
- Todo el material y equipos de remate, electricidad, soldaduras, etc., para dejar un perfecto acabado.
- Las bancadas y sistemas anti vibradores para equipos que lo requieran o indique la D.T.
- La imprimación y pintura de todo el material férreo utilizado para bancadas, soportes, herrajes, etc., que se requiera.
- En general, cuanto sea necesario para dejar el conjunto de las instalaciones que se adjudican totalmente rematadas y funcionando correctamente.

1.2 Definiciones

Para la instalación de climatización, el término “Contratista” significa la empresa que ejecuta dicha instalación, o su representante autorizado.

El término “Dirección Técnica”, en adelante D.T., significa la persona o personas responsables técnicamente del montaje, o su representante.

Tanto en los planos como en las especificaciones para las instalaciones de climatización, ciertas palabras no técnicas serán entendidas con un significado específico que se define a continuación haciendo caso omiso a indicaciones contrarias en las condiciones generales o cualquier otro documento de control de las instalaciones de climatización.

Cada vez que se emplee el término “Suministro” se entenderá incluida la definición del material, el dimensionado, la disposición, el control de calidad, pruebas en fábrica, costes de embalaje, desembalaje, transporte y almacenamiento en obra, procedimientos, especificaciones, planos, cálculos, manuales y programas para todo lo anterior, para la Propiedad y las Administraciones competentes, necesario para

construir y fabricar el material, así como los costes derivados de visados, tasas, etc. para realizar la instalación.

En los términos “Instalación” o “Montaje” se entenderá incluido el coste de medición, replanteo en obra, elevación, manipulación, ejecución y recibo de rozas, realización de pasamuros, paso de forjados, sellado de los mismos, etc. y cualquier otra ayuda de albañilería, colocación, fijación, conexionado eléctrico o mecánico, mantenimiento durante la obra, limpieza, medición final, asistencia a la Propiedad en inspecciones, entrega, adopción de medidas de seguridad contra robo, incendio, sabotaje, daños naturales y accidentes a las personas o a las cosas.

“Proveer”: Suministrar e instalar.

“Nuevo”: Fabricado hace menos de dos años y nunca usado anteriormente.

Por último, el término “Prueba” incluye la comprobación de la instalación, puesta a punto de aparatos para que realicen sus funciones específicas, tarado de protecciones, energización, adopción de medidas de seguridad contra deterioros del material en cuestión o de otros como consecuencia de la primera y contra accidentes a las personas o a las cosas, comprobación de resultados, análisis de los mismos y entrega.

2 Dirección de obra

El Contratista actuará en todo momento bajo las órdenes de la D.T., a quien únicamente pedirá la conformidad de sus trabajos y nuevas necesidades y, de acuerdo con la cual, resolverá los problemas o incidencias que pudieran presentarse.

3 Aislamiento térmico

3.1 General

El aislamiento térmico de las conducciones y los equipos se instalará después de las pruebas de estanqueidad del sistema y del limpiado y protección de las superficies.

Cuando la temperatura en algún punto el aislamiento térmico pueda descender por debajo de la temperatura del punto de rocío del aire ambiente, con la consecuente formación de condensados, la cara exterior del aislamiento deberá estar protegida por una barrera anti-vapor sin solución de continuidad.

Cuando la temperatura en algún punto de la masa aislante de un conducto de aire pueda descender por debajo de la temperatura del punto de rocío del aire en el interior del conducto, deberá protegerse por una barrera anti-vapor la cara interna del aislamiento.

El aislamiento no quedará interrumpido en el paso de los elementos estructurales del edificio. El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase

la conducción con el aislamiento, con una holgura no superior a 3 centímetros. Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento en los soportes de las conducciones.

El puente térmico constituido por el soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico entre el mismo y la conducción, excepto cuando se trate de un conducto de transporte de aire o, en el caso de las tuberías, el soporte sea un punto fijo, la temperatura del fluido sea superior a 15 °C o la conducción transporte agua sanitaria.

Tras la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y control y las válvulas quedarán visibles y accesibles.

Las franjas de color y las flechas de distinción del fluido transportado en las conducciones se pintarán o pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de la protección del mismo.

La Dirección facultativa rechazará cualquier material aislante que muestre evidencia de estar mojado o húmedo.

3.2 Materiales y características

Los materiales aislantes utilizados se identificarán según la clasificación establecida en el anexo 5 de la NBE-CT.

El fabricante de material aislante garantizará las características de conductividad, densidad aparente, permeabilidad al vapor de agua y demás características mediante etiquetas y marcas de calidad.

Todos los materiales aislantes empleados deberán haber sido sometidos a los ensayos indicados en las normas UNE mencionadas en la NBE-CT, anexo 5, párrafo 5.2.5. En el caso de que el material no esté certificado debidamente y ofrezca dudas sobre la calidad, la Dirección facultativa podrá dirigirse a un laboratorio oficial para la realización de ensayos de comprobación, con cargo a la empresa instaladora.

La conductividad térmica de los materiales aislantes empleados no deberá superar la indicada en la tabla 2.8 del anexo 2 de la NBE-CT o la establecida en la norma UNE correspondiente.

3.3 Niveles de aislamiento

Las tuberías, conductos, equipos y aparatos deberán cubrirse con los espesores mínimos de aislamiento según el apéndice 03.1 (Espesores mínimos de aislamiento térmico) del reglamento RITE. En las mediciones se harán constar expresamente los espesores de aislamiento superiores a los indicados en dicho apéndice; de no existir indicaciones, se entenderá que son válidos dichos espesores.

Los conductos flexibles quedarán aislados con el mismo nivel del conducto aguas arriba, salvo que sean de tipo preaislado.

3.4 Barrera anti-vapor

Cuando se precise la barrera anti-vapor, deberá situarse sobre la superficie expuesta a la más alta presión de vapor, usualmente la superficie de contacto con el ambiente.

Cualquier muestra de discontinuidad en la barrera anti-vapor será objeto de rechazo por la Dirección facultativa.

Se instalará una barrera anti-vapor sobre las superficies cuya temperatura pueda descender por debajo de la temperatura de rocío del ambiente. En particular, todos los materiales aislantes instalados sobre equipos, tuberías y conductos, en cuyo interior fluya un fluido con temperatura inferior a 15 °C, llevarán una barrera anti-vapor sobre la cara exterior del aislamiento. La barrera deberá tener una resistencia al paso del vapor superior a 100 MPa m² s/g.

3.5 Colocación

El aislamiento se efectuará a base de mantas, fieltros, placas, segmentos o coquillas, soportadas según las instrucciones del fabricante. El asiento del material aislante será compacto y firme, sin cámaras de aire; el espesor se mantendrá uniforme. Cuando se requiera la instalación de varias capas, se procurará que las juntas longitudinales y transversales de las capas no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.

El cierre de las juntas de la barrera anti-vapor será cuidadosa, disponiendo de amplios solapes.

El aislamiento y la barrera anti-vapor estarán protegidos con materiales adecuados, para evitar el deterioro, cuando estén expuestas a choque metálico y a las inclemencias meteorológicas. La protección se realizará según se indique en las mediciones.

Cuando sea necesaria la colocación de flejes distanciadores, con objeto de sujetar el revestimiento y conservar un espesor homogéneo, deberán colocarse placas de amianto u otro material aislante para evitar el puente térmico formado por ellos.

3.6 Aislamiento de tuberías

El aislamiento térmico de tuberías aéreas o empotradas se realizará siempre con coquillas para diámetros inferiores a 25 cm; para tuberías de diámetros superiores se utilizarán fieltros o mantas.

El aislamiento se adherirá a la tubería, para lo cual las coquillas se atarán con venda y sucesivamente con plenitas galvanizadas (se prohíbe el uso de alambres). Las curvas y los codos se realizarán con trozos de coquilla cortados en forma de gajos. En ningún caso el aislamiento con coquilla presentará más de dos juntas longitudinales.

Cuando la temperatura de servicio de la tubería sea inferior a la temperatura ambiente, las coquillas deberán ser encoladas sobre la tubería y entre ellas, por medio de breas, materiales bituminosos o productos especiales.

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

Todos los accesorios de la red de tuberías deberán cubrirse con el mismo nivel de aislamiento que la tubería, incluido la barrera anti-vapor. En ningún caso el material aislante impedirá la actuación sobre los órganos de maniobra de las válvulas, ni la lectura de los instrumentos de medida y control.

3.7 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 °C. La barrera será continua.

3.8 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.

La protección del aislamiento se aplicará siempre en equipos, aparatos y tuberías situados en la sala de máquinas y en tuberías que transcurran por pasillos de servicio, sin falso techo, amén de las conducciones instaladas en el exterior.

4 Compuertas cortafuegos

4.1 General

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 servomotor 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.

4.2 Instalación

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.

5 Conductos flexibles

5.1 General

Los conductos flexibles serán de material no inflamable y que no desprenda gases tóxicos, serán resistentes a las acciones agresivas del ambiente, resistirán una presión interior de al menos 2000 Pa sin rotura y soportarán temperaturas de al menos 60 °C sin deteriorarse.

El conducto flexible será el indicado en las mediciones.

5.2 Instalación

La suspensión de los conductos flexibles deberá hacerse a los intervalos recomendados por el fabricante. El elemento de soporte en contacto con el conducto flexible deberá tener la suficiente anchura para evitar la reducción del diámetro interior.

Las unidades terminales y los conductos rígidos deberán estar soportados a la estructura del edificio de forma firme independientemente del conducto flexible al que están conectados.

La longitud de los conductos flexibles será la menor posible. Deberán instalarse en línea recta entre la conexión a la red de conducto y la unidad terminal, siempre que sea posible. El manguito sobre el cual se acople el conducto flexible deberá tener una longitud mínima de 5 cm y deberá solaparse al menos 2'5 cm. La tolerancia máxima entre el diámetro exterior del manguito y el diámetro interior del conducto flexible será 1 mm.

6 Fancoils

6.1 Generalidades

Las baterías deberán soportar, sin deformación, goteos o exudaciones, una presión hidráulica interior de prueba equivalente a vez y media la de trabajo y como mínimo 400 kPa.

Los diversos componentes del fancoil estarán contruidos y ensamblados de forma que no se produzcan oxidaciones, vibraciones o deformaciones por las condiciones normales de trabajo.

Los cojinetes del motor y ventilador serán autolubrificantes sin necesidad de mantenimiento posterior. Los motores eléctricos dispondrán del mecanismo necesario para su arranque.

El equipo tendrá prevista una conexión a la red de tierra del edificio. La batería estará dotada de purgadores manuales. La bandeja de condensado tendrá una conexión de desagüe de al menos media pulgada (1/2").

6.2 Elementos constitutivos

Los fancoil estarán constituidos por los siguientes elementos:

- Chasis o estructura en material inoxidable.
- Baterías de intercambio térmico agua-aire (baterías de frío y calor).
- Ventilador.
- Filtro de are.
- Placa de mando del ventilador.
- Conexiones de alimentación de agua,
- Conexiones de alimentación eléctrica.
- Bandeja de recogida de condensados con drenaje.
- Paneles de cerramiento con aislamiento acústico.
- Placa de identificación.
- Rejillas de aspiración y descarga.

6.3 Instalación

La distancia entre la pared inferior de los tubos de aletas del convector y la parte inferior de la apertura de entrada de aire deberá ser de quince centímetros.

Cuando las unidades vayan sujetas a la pared, esta sujeción estará hecha por medio de pernos anclados a la misma, que pasarán a través de perforaciones realizadas en la chapa posterior del armazón del aparato cuando ésta exista.

6.4 Control y regulación

La capacidad frigorífica del fancoil se podrá realizar actuando sobre la variación del caudal de aire mediante las distintas velocidades del ventilador, generalmente de control manual, o actuando sobre el caudal de agua suministrado a la tubería mediante válvula automática, todo-nada o modulante.

6.4.1 Información técnica

El fabricante deberá suministrar la documentación técnica correspondiente con la siguiente información:

- Denominación, tipo y tamaño.
- Caudal de aire en cada velocidad del ventilador.
- Potencia frigorífica sensible y total, en función de la temperatura y caudal del agua fría y de las condiciones higrométricas del aire a la entrada, para cada velocidad del ventilador.
- Consumo del ventilador en cada velocidad.
- Nivel de ruido de presión sonora en dBA para un local tipo en cada velocidad del ventilador.
- Características de la corriente eléctrica necesaria.
- Dimensiones, peso y cotas de conexiones.
- Limitación de presión hidráulica.

7 Compensadores de dilatación

7.1 General

Los compensadores de dilatación se instalarán donde se requiera, según la experiencia de la empresa instaladora. Los dilatadores deberán situarse siempre entre dos anclajes de fijación y deberán ser calculados de forma que absorban la dilatación debida a la máxima variación de temperatura previsible. Los soportes incluidos entre los puntos fijos deberán permitir el libre movimiento de la tubería.

Los compensadores deberán recubrirse con el mismo espesor de aislamiento que la tubería donde estén instalados; de forma que en ningún caso el aislamiento podrá impedir el movimiento del dilatador.

Las conexiones podrán realizarse con manguitos para soldar a la tubería, con bridas montadas por cuellos rebordeados o con bridas soldadas. Con diámetros nominales inferiores a 5 cm la unión será por manguitos, para diámetros superiores se hará por bridas de acero..

7.2 Montaje

Según la membrana venga o no pretensada de fábrica, habrá que soltar el anillo de retención o proceder a un pretensado en obra respectivamente, para que el compensador quede en condiciones de trabajo. En caso de que sea necesario el pretensado, se realizará bajo la supervisión del responsable de la empresa instaladora, previo cálculo y siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los compensadores de dilatación se montarán entre dos puntos de anclaje o puntos fijos. De un lado y otro del compensador, si éste sólo admite movimientos axiales, deberán instalarse soportes de guiado, uno de los cuales podrá eliminarse si, como es recomendable en la mayoría de los casos, el dilatador se situará cerca de un punto fijo.

8 Rotulación e identificación de equipos y fluidos

8.1 General

Los fluidos de las diferentes tuberías y conductos, aislados o no, se identificarán mediante bandas de colores, según las normas UNE, añadiéndose un texto rotulado con letras blancas o negras de 2'5 cm de alto, identificador del fluido. Cada tubería o conducto exhibirá flechas indicando el sentido del flujo.

En tuberías aisladas, la identificación se realizará mediante cinta adhesiva de celulosa laminada con una capa transparente de etil celulosa. Todas las identificaciones mencionadas se ejecutarán de igual forma. Las tuberías no aisladas se identificarán con bandas de color pintadas.

En el caso de conductos, se indicará si son de retorno, impulsión, extracción. Etc., designando la zona o la planta a la que sirven. La identificación mediante colores se realizará con bandas de 8 cm de ancho.

Todos los equipos estarán provistos de la correspondiente placa identificativa, que defina la denominación específica y la zona a la que atiende.

Todas las válvulas dispondrán de una chapa inoxidable, con la referencia de identificación grabada.

Cada equipo eléctrico de corte y maniobra deberá ser identificado mediante rótulos grabados.

9 Unidades de tratamiento de aire (recuperadores entálpicos)

9.1 General

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.

9.2 Materiales

Las unidades de tratamiento de aire serán construidas en chapa galvanizada con un espesor no inferior a 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.

9.3 Elementos constitutivos.

Los componentes mínimos de una climatizadora son los siguientes:

- Envoltente con paneles desmontables.
- Aislamientos de la envoltente 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.

9.4 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.

9.5 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.

10 Depósitos de expansión

10.1 General

Los depósitos de expansión se instalarán en todos los circuitos cerrados de la instalación, en los lugares indicados en los Planos y según se indique en las Mediciones.

Los datos que sirven de base para la selección del mismo son los siguientes:

- Volumen total de agua en la instalación, en litros.
- Temperatura mínima de funcionamiento..
- Temperatura máxima que pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- Presiones mínima y máxima de servicio, en depósitos cerrados.
- Volumen de expansión calculado, en litros.

Los cálculos darán como resultado final el volumen total del depósito y la presión nominal PN, que son los datos que definen sus características de funcionamiento.

Los depósitos cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y llevarán la correspondiente placa de timbre.

10.2 Materiales

Los materiales a emplear en la fabricación de los depósitos de expansión son los que se describen a continuación:

Depósitos de expansión cerrados:

- Cuerpo de acero de calidad, soldado en atmósfera inerte, fosfatado y pintado.
- Membrana impermeable de caucho, de elevada elasticidad y resistente a las altas temperaturas.
- Válvula de llenado de gas inerte, precintada.
- Carga de gas inerte (nitrógeno).
- Conexión a la red por rosca o brida.

Nota.- El depósito cerrado tendrá el cuerpo dividido en dos partes, por medio de un acoplamiento por brida, para permitir el recambio de la membrana, cuando su volumen total sea igual o superior a 100 litros.

10.3 Instalación

Los depósitos de expansión se conectarán a la red en la aspiración de las bombas de los circuitos primarios.

La conexión a la red deberá realizarse de manera que no pueda crearse una bolsa de aire en el mismo.

11 Difusores y rejillas

11.1 General

La selección de difusores y rejillas se hará de manera que en la zona de ocupación no se produzcan niveles de presión sonora debidos al funcionamiento de la instalación, superiores a los indicados en las RITE-ITE, en función del tipo del local.

Antes de la adquisición del material, la empresa instaladora presentará a la Dirección Facultativa una muestra de todos los elementos de distribución que pretende instalar, con el acabado y el color elegidos por la Dirección Facultativa.

11.2 Materiales y construcción

Según lo que se indique en las mediciones.

El área libre de las rejillas de retorno será por lo menos del 70%.

Las compuertas de sobrepresión tendrán las aletas de plástico o de aluminio provistas de burletes de plástico y eje de latón.

Las bocas de extracción de aire de locales húmedos serán circulares, con control de caudal por rotación del núcleo central, construidas de material plástico.

11.3 Distribución y montaje

Los elementos de difusión de aire se instalarán en los lugares indicados en los planos, y con los tamaños especificados en los mismos.

La empresa instaladora deberá entregar, cuando así se lo pida la Dirección Facultativa, unos planos que reflejen la situación de todos los elementos que se instalen en el techo, coordinando con las otras empresas instaladoras y con la constructora y teniendo en cuenta la modularidad del falso techo y de la fachada.

La distribución de los elementos en los locales y su selección se hará de manera que se evite:

- El choque de corrientes de aire procedentes de dos difusores contiguos, dentro del alcance del chorro de aires.
- El “by-pass” de aire entre un difusor o rejilla de impulsión y una rejilla de retorno.
- La creación de zonas sin movimiento de aire.
- La estratificación del aire.

La conexión de difusores o rejillas a la red de conductos o al plenum se efectuará después de haber presentado a la Dirección Facultativa planos de detalle que tengan en cuenta el acabado de la superficie y su constitución.

11.4 Medición de caudal

La medida del caudal de difusores y rejillas de impulsión, necesaria para efectuar el equilibrado del sistema, se hará posicionando el aparato de medida en el punto marcado en la rejilla o difusor. La lectura del instrumento, del tipo recomendado por el fabricante, deberá multiplicarse por el factor indicado por el mismo.

Para las rejillas de retorno la medición del caudal se hará por medio de una campana cónica o piramidal.

Las medidas se harán conforme a lo indicado en la norma UNE- Instalaciones de climatización

12 Elementos de regulación y control

12.1 General

Se incluyen en este pliego, los elementos siguientes:

- Termostatos y reguladores de temperatura ambiente.
- Sondas de temperatura, humedad y entalpía.
- Válvulas motorizadas y actuadores de compuertas.

- Central de regulación.
- Sonda de presión.

12.2 Materiales e instalación

El error máximo obtenido en laboratorio, entre la temperatura real existente y la indicada por el termostato una vez alcanzado el equilibrio, será como máximo de 1°C.

El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5° C. El termostato resistirá sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura-cierre, a la máxima carga prevista para el circuito mandado por el termostato.

Los reguladores de temperatura ambiente serán electrónicos, 24V + -20% y señal de mando progresivo de 0 a 20 V.

El termostato dispondrá de cursor para su accionamiento situado en lugar visible, junto con escala de temperatura en grados Celsius comprendido entre 5 y 35, con divisiones de grado en grado y en cifra cada 5. El cursor podrá bloquearse en un punto determinado.

Se colocarán en la pared opuesta a la descarga del aire a una altura de 1,5 m. del suelo, se evitará su colocación en paredes soleadas o en la proximidad de fuentes de calor.

13 Valvulería

13.1 General

En cualquier tipo de válvula, el acabado de las superficies de asiento y obturador deberá asegurar la estanqueidad al cierre de las mismas para las condiciones de servicio.

El volante y la palanca deberán ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual, sin la ayuda de medios auxiliares. El órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento de la tubería y del cuerpo de válvula.

Las superficies del asiento y del obturador deberán ser intercambiables. La empaquetadura deberá ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla. Las válvulas roscadas y las válvulas de mariposa serán de diseño tal que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre las tuberías y el obturador.

En el cuerpo de las válvulas irán troquelados la presión nominal y el diámetro nominal.

13.2 Conexiones

Salvo que se indique lo contrario en las mediciones, las conexiones de las válvulas serán del siguiente tipo, según el diámetro nominal de las mismas:

- Hasta DN 20: conexiones roscadas hembra.

- DN 25, 32 y 40: conexiones roscadas hembra o bridas.
- Desde DN 50: conexiones por bridas.

14 Bombas

14.1 General

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.

El conjunto motobomba 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 30°C.

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

El agua de goteo, cuando exista, será conducida al desagüe correspondiente. En todo caso, el goteo del prensaestopas, cuando deba existir, será visible.

14.2 Información Técnica

El fabricante deberá suministrar con las bombas centrífugas, la siguiente información:

- Tipo, modelo y número de serie.
- Curvas características de funcionamiento, en las que se relacionen caudales, presiones y rendimientos para cada combinación de :

1. Motor

2. r.p.m.
 3. Tipo de impulsor.
- Variación de la presión neta positiva requerida en la aspiración de la bomba en función del caudal.
 - Características de la corriente de alimentación.
 - Presión y temperatura máxima de trabajo.
 - Limitaciones en cuanto a posiciones de funcionamiento.
 - Dimensiones, peso y cotas de conexiones.
 - Instrucciones de montaje y mantenimiento.

15 Elementos Antivibratorios

15.1 General

Todos los equipos con partes móviles (bombas, compresores, etc) deberán instalarse con las recomendaciones del fabricante, poniendo especial cuidado en la nivelación y alineación de los elementos de transmisión. Deberán estar dotados de los antivibradores que recomiende el fabricante con el fin de no transmitir vibraciones al edificio.

Se deberá disponer, también, de una bancada o bloque de inercia en la base de todo equipo de producción de frío, compuesta de un hormigón ligero de diez (10) a veinte (20) centímetros de espesor.

Los elementos antivibratorios serán del tamaño adecuado a la unidad en la que estén montados. Serán de tipo soporte metálico o caucho. Los de caucho serán del tipo antideslizante.

Las redes de tuberías se instalarán en zonas que no requieran un alto nivel de exigencias acústicas y preferentemente por conductos registrables de obra y fijaciones antivibratorias. Las redes de tuberías estarán equipadas con dispositivos para evitar golpes de ariete.

15.2 Instalación

Los antivibradores quedarán instalados de forma que soporten igual carga. La forma de fijación de los antivibradores debe ser aquella que mejor permita la función a que se destinen, pudiéndose realizar mediante espárragos o puntos de soldadura.

Las conexiones de los equipos con las canalizaciones se realizarán mediante dispositivos antivibratorios.

16 Drenajes y vaciados

16.1 Drenajes

En la parte más alta de cada circuito, se pondrá un drenaje o purga para eliminar el aire que pudiera acumularse. Se recomienda que esta purga se coloque con una conducción de diámetro no inferior a quince milímetros (15 mm), con un purgador y conducción de la posible agua que se eliminase con la purga. Esta conducción irá en pendiente hacia el punto de vaciado, que deberá ser visible.

Se colocarán, además, purgas automáticas o manuales, en cantidad suficiente para evitar la formación de bolsas de aire en tuberías o aparatos en los que por su disposición fuesen previsibles.

16.2 Vaciados

En cada rama de la instalación que pueda aislarse existirá un dispositivo de vaciado de la misma. Cuando las tuberías de vaciado puedan conectarse a un colector común que las lleve a un desagüe, esta conexión se realizará de forma que el paso del agua desde la tubería al colector sea visible.

Toda la instalación, salvo pequeños tramos, como pasos de puerta, etc., podrá vaciarse.

17 Acometidas de agua a equipos y redes

En toda instalación de agua existirá un círculo de alimentación que disponga de una válvula de retención y otra de corte, antes de la conexión a la instalación, recomendándose la instalación de un filtro.

La tubería de alimentación de agua podrá realizarse al depósito de expansión o a una tubería de retorno.

No podrá realizarse dicha alimentación con una conexión directa a la red de distribución de agua urbana, siendo necesaria una separación entre ambos circuitos.

Se instalará un equipo para el tratamiento de agua de alimentación en caso de que no se cumplan, para ésta, las limitaciones especificadas por los fabricantes de los equipos.

La alimentación automática de agua a las instalaciones únicamente se permitirá cuando esté suficientemente garantizado el control de la estanqueidad de la misma.

En cualquier caso, la alimentación de agua al sistema no podrá realizarse por razones de salubridad, con una conexión directa a la red de distribución urbana. Será necesaria la existencia de una separación física entre ambos circuitos. Para este fin, se considerará suficiente el llenado a través de depósitos de expansión abiertos, o bien que la instalación de fontanería disponga de grupo de presión instalado de acuerdo con la legislación vigente.

Se identificarán todas las tuberías mediante colores y sentidos de flujo del fluido que circula por ellas.

18 Pruebas y ensayos

18.1 General

Una vez finalizado totalmente el montaje de la instalación y habiendo sido probada y puesta a punto, (pruebas en vacío y en carga, control de fugas, etc.) el instalador procederá a la realización de las diferentes pruebas finales previas a la recepción provisional, según se indica en los capítulos siguientes.

Estas pruebas serán las mínimas exigidas, pudiendo la Dirección Facultativa, si lo considerase oportuno, dictaminar otras que tuviesen relación con la verificación de la prestación de la instalación.

Las pruebas serán realizadas por el instalador en presencia de las personas que determine la Dirección de Obra, pudiendo asistir a las mismas un representante de la Propiedad.

El instalador pondrá a disposición de la Dirección de Obra todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación. Se excluye la prestación de energía, agua y combustible necesarios, que será a cargo de otros salvo que el contrato, de forma expresa lo contemple de forma diferente, tanto para la realización de las pruebas como para la simulación de las condiciones nominales necesarias.

Todas las mediciones se realizarán con aparatos homologados, pertenecientes al instalador, previamente contrastados y aprobados por la Dirección de Obra. En ningún caso deben utilizarse los aparatos fijos pertenecientes a la instalación, sirviendo así mismo las mediciones para el contraste de éstos.

18.2 Pruebas parciales

Durante la construcción se realizarán pruebas de todos los elementos que deben quedar ocultos y no se cubrirán hasta que estas pruebas parciales den resultados satisfactorios a juicio del Director Facultativo. Igualmente, se deben hacer pruebas parciales de todos los elementos que indique el Director Facultativo.

Para la ejecución de las pruebas finales, es condición necesaria que la instalación haya sido previamente equilibrada y puesta a punto.

18.2.1 Pruebas mecánicas

Terminada la instalación será sometida en conjunto a todas las pruebas que aquí se indican así como a las que indique el Director, debiéndose realizar todas las modificaciones, reparaciones y sustituciones necesarias hasta que estas pruebas sean satisfactorias a juicio del Director Facultativo. El instalador está obligado a suministrar

todo el equipo necesario para las pruebas requeridas. Todos los equipos y materiales deberán ser sometidos a las pruebas siguientes :

Intercambiadores de energía térmica : Para todos los equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica (baterías), se realizará una comprobación individual, midiendo los caudales en juego, las pérdidas de presión estática y las temperaturas seca y húmeda de los fluidos y se calculará la eficiencia, comparándola con la de proyecto.

- Red de agua : Independiente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, todos los equipos y conducciones deberán someterse a una prueba final de estanqueidad, como mínimo a una presión interior de prueba en frío, equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400 KPa y una duración no menor a veinticuatro horas. Posteriormente, se realizarán pruebas de circulación de agua de circuitos (bombas en marcha), comprobación de limpieza de los filtros de agua y medida de presiones. Por último, se realizará la comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a temperatura de régimen

18.2.2 Circuito refrigerante

Se separarán del circuito todas aquellas partes que recomiende el fabricante, cerrándole totalmente el exterior. El circuito así preparado se rellenará de gas inerte (nitrógeno) seco dándole una presión 300 psi (21 kg/cm²). Esta presión deberá mantenerse durante un periodo no menor de 48 horas. Con objeto de tener presente la corrección de la temperatura se tomarán las temperaturas en los momentos de lectura.

Una vez que la prueba de hermeticidad haya dado resultados satisfactorios, se procederá a permitir la salida de gas inerte del circuito. Concluida esta evacuación natural, se conectará una bomba de vacío del tipo adecuado para este uso, con la que llegará a un vacío del orden de 0,25 mm. de Hg. de presión absoluta, debiéndose medir esta presión midiendo la temperatura de evaporación de agua destilada. Una vez conseguido este vacío se mantendrá la bomba de funcionamiento durante no menos de 72 horas, debiéndose hacer durante este tiempo, no menos de una determinación de presión cada 12 horas.

El circuito cerrado y separada la bomba, debe mantenerse el vacío durante 48 horas. Para determinar la presión absoluta después de pasadas las 48 horas, se operará con la bomba de funcionamiento.

18.2.3 Pruebas hidrotérmicas

Se realizarán las pruebas que, a criterio del Director, sean necesarias para comprobar el funcionamiento normal en régimen de invierno o verano, obteniendo un estadillo de condiciones hidrotérmicas interiores para unas condiciones exteriores debidamente registradas.

18.2.4 Motores

Para los motores eléctricos, se comprobará que la potencia absorbida por los motores eléctricos, en las condiciones de funcionamiento correspondientes al máximo caudal de los ventiladores, es igual a la de proyecto.

18.2.5 Ventiladores

Para ventiladores se medirán el caudal, las presiones totales en la aspiración y la descarga y la velocidad de rotación y se comprobará que las condiciones de funcionamiento del ventilador responden a las de proyecto, admitiéndose una diferencia máxima de más o menos diez por ciento (10%) entre el valor de proyecto y la media aritmética de, al menos, tres medidas consecutivas.

18.2.6 Conductos

En los elementos para la impulsión y captación de aire, se comprobarán los caudales de todos los elementos, admitiéndose que la diferencia entre éstos y los datos de proyecto no sea superior a más o menos diez por ciento (10%).

Antes de que una red de conductos se haga inaccesible por el aislamiento o cierre de obras de albañilería y de falsos techos, es preciso realizar una prueba de estanqueidad para asegurar la perfecta ejecución de los conductos y sus accesorios y del montaje de los mismos. La prueba podrá realizarse sobre la red total o, si ésta es muy grande, podrá subdividirse en partes convenientemente. Las aperturas de terminación de los conductos, donde irán conectadas las rejillas o las unidades terminales, deberán cerrarse por medio de tapones, de chapa u otro material, perfectamente sellados. El montaje de los tapones se hará al mismo tiempo que los conductos para evitar la introducción de cualquier material en ellos y se quitarán en el momento de efectuar la conexión de los elementos terminales

18.3 Otras pruebas

Por último, se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de sanidad, seguridad, confortabilidad, eficiencia energética, fiabilidad y duración marcada en el proyecto y de acuerdo con la reglamentación vigente. Particularmente, se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

19 Recepción

Una vez realizadas las pruebas mencionadas en los párrafos anteriores con resultados satisfactorios para el Director, debiendo, además, estar la instalación debidamente acabada de pintura, limpieza, remates, etc., se presentará el certificado de la instalación según modelo del RITE, ante la Delegación Provincial del Ministerio correspondiente para potencias superiores a 10 kW en frío y superiores a 6 kW en producción de calor.

Una vez cumplimentados los requisitos previstos en el párrafo anterior, se realizará el acta de recepción provisional, en el que la firma instaladora entregará al Director Facultativo, si no lo hubiera hecho antes, los siguientes documentos :

- Resultados de las pruebas.
- Manual de instrucciones,
- Libro de mantenimiento
- Libro-Registro del usuario del Ministerio, debidamente diligenciado.
- Proyecto “así construido”, en el que junto a una descripción de la instalación, se relacionarán todas las unidades y equipos empleados, indicando marca, modelo, características y fabricante, así como los planos definitivos de lo ejecutado.
- Un ejemplar de :Copia del Certificado de la Instalación presentado ante la Delegación provincial del Ministerio correspondiente.

19.1 Condiciones de aceptación y rechazo

19.1.1 Equipos frigoríficos

Se determinarán las deficiencias energéticas de los equipos frigoríficos en las condiciones de trabajo. Los equipos frigoríficos montados en fábrica no deberán someterse a otras pruebas específicas, entendiéndose que han sido sometidos a las mismas en fábrica. No obstante, para los equipos frigoríficos de importación, la prueba de estanqueidad requerida por el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas se justificará mediante certificación de una entidad reconocida internacionalmente en el país de origen, legalizada por el representante español en aquel país o, en su caso, mediante certificación de laboratorio de ensayos nacional reconocido por el Ministerio de Industria y Energía.

El Director en caso de ser dudoso el estado de recepción del equipo importado, podrá exigir en cualquier caso la última certificación citada. Poseerán la documentación técnica exigible y especificada para cada equipo.

La carcasa de Equipos Unitarios de Acondicionamiento tendrá una robustez tal que pueda soportar, sin deformación, los esfuerzos que en su funcionamiento sean de prever, inclusive los impactos de transporte.

La carcasa estará protegida contra la corrosión. Las compuertas no tendrán en su movimiento contacto con otras partes móviles del aparato. Los paneles y secciones que forman la carcasa del aparato estarán firmemente fijados a la estructura. Esta fijación no perderá su eficacia por efecto del peso, las vibraciones o consecutivas maniobras de desmontaje y montaje.

Las partes móviles estarán protegidas contra la corrosión. No existirán válvulas entre el dispositivo limitador de presión del circuito frigorífico y el circuito de alta presión entre compresor y condensador.

Todas las partes del equipo que puedan quedar aisladas y sometidas a presión tendrán dispositivos de descarga para impedir presiones elevadas en caso de incendio, tales como:

- Válvulas de descarga.
- Tapones de máxima presión.
- Tapones fusibles.

Los tapones fusibles se autorizarán sólo para recipientes de diámetro inferior a siete centímetros (7 cm) y de capacidad inferior a ochenta litros (80 l). En cualquier caso, estos dispositivos, estarán situados por encima del nivel de líquido.

Las partes sometidas a presión del refrigerante, en el lado de alta presión, deberán resistir, como mínimo, las presiones como se establecen en el Reglamento de Seguridad para equipos e instalaciones frigoríficas.

Los motores y las transmisiones de las plantas enfriadoras de agua deben estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal. La maquinaria frigorífica y sus elementos complementarios deben estar dispuestos de forma que todas sus partes sean fácilmente accesibles e inspeccionables y, en particular, las uniones mecánicas deben ser observables en todo momento.

Todo elemento de un equipo frigorífico, incluidos los indicadores de nivel de líquido, que forme parte del circuito de refrigerante debe ser probado, antes de su puesta en marcha, a una presión igual o superior a la de trabajo, pero nunca inferior a la indicada en la Tabla 1 de la Instrucción MI-IF 010, sin que se manifieste pérdida o escape alguno del fluido en la prueba.

19.1.2 Elementos emisores

Se realizará una comprobación individual de todos los climatizadores y fancoil que intervengan en la instalación, anotando las condiciones de funcionamiento. Se exigirá la documentación técnica especificada.

La carcasa será de robustez suficiente para soportar el transporte. Los fancoil no tendrán ningún desperfecto en su acabado. La carcasa estará protegida contra la corrosión así como todas las partes.

Las partes móviles no entrarán en interferencia con ningún otro elemento y estarán protegidas para evitar daños a personas. Los paneles estarán firmemente unidos al bastidor sin posibilidad de desprenderse por efecto de la vibración en su funcionamiento.

19.1.3 Elementos de bombeo

Estarán en posesión de la documentación técnica exigible.

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

Los materiales de construcción del equipo deberán ser aptos de acuerdo con el líquido que circule por éste, en lo que se refiere a :

- Temperatura
- Grado de corrosividad.
- Características abrasivas.

El conjunto motor-bomba será fácilmente desmontable y el acoplamiento mecánico entre ambos tendrá la protección suficiente para evitar daños contra el personal.

Se comprobarán las condiciones de funcionamiento dadas por el fabricante y si los resultados varían en más de diez por ciento (10%) se rechazará el equipo.

Elementos auxiliares:

Estarán en posesión de la documentación técnica exigible.

Se realizará una comprobación individual de todos los elementos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica, anotando las condiciones de funcionamiento.

Pliego de condiciones ventilación

Índice

1	Generalidades	35
1.1	Objeto y alcance	35
1.2	Definiciones	36
1.3	Descripción de la instalación	37
1.4	Marcas y modelos alternativos	37
2	Dirección de obra	38
3	Códigos y normas aplicables	39
4	Especificación de materiales	40
4.1	Conductos.....	40
4.2	Soportes.....	48
4.3	Transformaciones.....	49
4.4	Codos.....	50
4.5	Derivaciones	52
4.6	Rejillas de extracción e impulsión	53
4.7	Manguitos pasamuros.....	55
4.8	Compuerta cortafuegos	55
4.9	Equipos de ventilación	57
4.10	Elementos antivibratorios: bancadas, soportes y estructuras para equipos... 57	
4.11	Aislamiento termo-acústico	58
4.12	Aislamiento térmico	59
5	Rotulación e identificación de equipos y fluidos.....	61
5.1	General	61
6	Condiciones de aceptación y rechazo	62
6.1	Respecto a materiales	62
7	Pruebas y ensayos	63
7.1	General	63
7.2	Pruebas parciales.....	63
7.3	Pruebas finales	63
7.4	Otras pruebas	65
8	Recepción	66

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

8.1	Recepción provisional	66
8.2	Recepción definitiva	66

1 Generalidades

1.1 Objeto y alcance

El objeto del presente documento es establecer los requisitos técnicos a cumplir por los materiales, los equipos y el montaje de las instalaciones de Ventilación Forzada correspondientes al Centro Comercial “La Montaña”, en Jaén. En particular, se definen los siguientes conceptos:

- Características y especificaciones de los materiales y equipos, su suministro e instalación.
- Trabajos a realizar por el Contratista.
- Forma de realizar las instalaciones y el montaje.
- Pruebas y ensayos, durante el transcurso de la obra, a la Recepción Provisional y a la Recepción Definitiva.
- Garantías exigidas.

Será cometido del Contratista el suministro de todos los equipos, materiales, servicios y mano de obra necesarios para dotar al Edificio de las instalaciones descritas en la Memoria, representadas en Planos y recogidas en Mediciones u otros documentos de este Proyecto. Todo ello según las normas, reglamentos y prescripciones vigentes que sean de aplicación, así como las de Seguridad e Higiene.

Asimismo, será cometido del Contratista lo siguiente:

- La conexión de todos los equipos relacionados con las instalaciones, o los que la Dirección Técnica estime de su competencia, aun no estando incluidas expresamente.
- Las pruebas y puesta en marcha, y cuanto conlleve.
- Planos finales de obra, “as built”, en papel y en soporte informático, y tres dossiers con especificaciones y características de equipos y materiales, con libros de uso y mantenimiento. Los planos contendrán:
 - Todos los trabajos de ventilación instalados exactamente de acuerdo con el diseño original.
 - Todos los trabajos de ventilación instalados correspondientes a modificaciones o añadidos al diseño original.
 - Toda la información dimensional necesaria para definir la ubicación exacta de todos los equipos que, por estar ocultos, no es posible seguirlos el recorrido por simple inspección a través de los medios comunes de acceso, establecidos para inspección y mantenimiento.

- La limpieza inmediata y, si se precisa, transporte a vertedero de material sobrante, de todos los tajos y zonas de actuación.
- Las zanjas y rozas que se precisen para paso de tuberías, así como su posterior remate y sellado.
- Sellado ignífugo de huecos y pasos de canalizaciones y conducciones, con resistencia al fuego equivalente a la de los cerramientos o forjados que atraviesan las instalaciones.
- Los huecos de paso de los tubos se realizarán con brocas, colocando pasatubos, y el paso de las bandejas haciendo cortes limpios y colocando un marco que delimite el hueco.
- Las ayudas de estricto peonaje y albañilería auxiliar.
- El pequeño material y accesorios, así como transporte y movimiento de todos los equipos.
- Los elementos de fijación y soportación, previa aprobación de los mismos por la Dirección Técnica, de todos los aparatos: cuadros, bandejas, conductores, conducciones y tuberías, que se consideren de su competencia.
- Todo el material y equipos de remate, electricidad, soldaduras, etc., para dejar un perfecto acabado.
- Las bancadas y sistemas antivibradores para equipos y cuadros que lo requieran o indique la Dirección Técnica.
- La pintura en el color que se defina de cuadros, equipos, tubos, bandejas, canalizaciones, conducciones, etc., que discurran por zonas de público u otros espacios y, no estando expresamente recogido en otros apartados de este Proyecto, lo ordene la Dirección Técnica.
- La imprimación y pintura de todo el material férreo utilizado para bancadas, soportes, herrajes, etc., que se requiera.
- En general, cuanto sea necesario para dejar el conjunto de las instalaciones que se adjudican totalmente rematadas y funcionando correctamente.

1.2 Definiciones

Para la instalación de ventilación forzada, el término “Contratista” significa la empresa que ejecuta dicha instalación, o su representante autorizado.

El término “Dirección Técnica” significa la persona o personas responsables técnicamente del montaje, o su representante.

Tanto en los planos como en las especificaciones para las instalaciones de ventilación, ciertas palabras no técnicas serán entendidas con un significado específico que se define

a continuación haciendo caso omiso a indicaciones contrarias en las condiciones generales o cualquier otro documento de control de las instalaciones eléctricas.

Cada vez que se emplee el término “Suministro” se entenderá incluida la definición del material, el dimensionamiento, la disposición, el control de calidad, pruebas en fábrica, costos de embalaje, desembalaje, transporte y almacenamiento en obra, procedimientos, especificaciones, planos, cálculos, manuales y programas para todo lo anterior, para la Propiedad y las Administraciones competentes, necesario para construir y fabricar el material, así como los costes derivados de visados, tasas, etc. para realizar la instalación.

En los términos “Instalación” o “Montaje” se entenderá incluido el costo de medición, replanteo en obra, elevación, manipulación, ejecución y recibo de rozas, fijación de cuadros, cajas, bases de columnas, realización de pasamuros, paso de forjados, sellado de los mismos, etc. y cualquier otra ayuda de albañilería, colocación, fijación, conexión eléctrico o mecánico, mantenimiento durante la obra, limpieza, medición final, asistencia a la Propiedad en inspecciones, entrega, adopción de medidas de seguridad contra robo, incendio, sabotaje, daños naturales y accidentes a las personas o a las cosas.

“Proveer”: Suministrar e instalar.

“Nuevo”: Fabricado hace menos de dos años y nunca usado anteriormente.

Por último, el término “Prueba” incluye la comprobación de la instalación, puesta a punto de aparatos para que realicen sus funciones específicas, tarado de protecciones, energización, adopción de medidas de seguridad contra deterioros del material en cuestión o de otros como consecuencia de la primera y contra accidentes a las personas o a las cosas, comprobación de resultados, análisis de los mismos y entrega.

1.3 Descripción de la instalación

Los materiales, equipos y trabajos incluidos en este documento comprenden todas las instalaciones de Ventilación Forzada que le sean encomendadas al Contratista, así como los trabajos auxiliares eléctricos, mecánicos o de albañilería relacionados con ellas.

1.4 Marcas y modelos alternativos

Se ofertarán e instalarán las marcas y modelos de los materiales y equipos definidos en los documentos del proyecto.

En caso de existir cualquier razón relacionada con el plazo o el coste para emplear otras marcas o modelos diferentes a los reflejados en proyecto, el Contratista podrá presentar soluciones alternativas a la Dirección Técnica., por escrito y siempre debidamente justificadas.

De ser así, el Contratista presentará precios contradictorios, siempre que puedan ser comparados con la solución base de proyecto y que las calidades a emplear sean de características similares o superiores a las especificadas.

2 Dirección de obra

El Contratista actuará en todo momento bajo las órdenes de la D.T., a quien únicamente pedirá la conformidad de sus trabajos y nuevas necesidades y, de acuerdo con la cual, resolverá los problemas o incidencias que pudieran presentarse.

3 Códigos y normas aplicables

Serán de obligado cumplimiento lo especificado en:

- Norma Técnica de la Edificación. Instalaciones de Salubridad. Ventilación.

En cuanto a los materiales y equipos a emplear, cumplirán lo especificado en la Normativa Nacional (Normas UNE) que se especifican en cada uno de los apartados correspondientes.

Las instalaciones eléctricas necesarias para el correcto funcionamiento de los equipos de ventilación cumplirán lo especificado en el R.E.B.T.

4 Especificación de materiales

4.1 Conductos.

4.1.1 Generalidades.

Los conductos utilizados en las instalaciones de ventilación forzada estarán formados por materiales que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de manipulación, así como a las vibraciones que pueden producirse como consecuencia de su trabajo.

Los conductos estarán formados por materiales que no propaguen el fuego ni desprendan gases tóxicos en caso de incendio, resistiendo una llama tipo de 800°C durante treinta minutos.

Las superficies internas de los conductos serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellas.

El material usado para estos conductos será normalmente chapa de acero galvanizado de 1ª calidad con un recubrimiento de zinc de 275 g/m².(Z-275) y según la norma UNE-EN 10142:2001. Se admitirá el uso de otros materiales: aluminio, acero inoxidable, acero esmaltado, etc., siempre que haya sido admitido expresamente por la Dirección Facultativa.

Los conductos de aire y todos sus accesorios cumplirán lo establecido en las normas UNE 100101, UNE 100102 y UNE 100103. También cumplirán lo establecido en la normativa de protección contra incendios que les sea aplicable, así como la normativa UNE-EN 1363-1:2000 “Ensayos de resistencia al fuego”.

Los conductos objeto de este CTS son los clasificados como de baja presión según la norma UNE 100102-88 que de acuerdo con la tabla 1 de la misma, responden a los siguientes criterios de diseño:

CLASE DE CONDUCTO	PRESIÓN MÁX EN EJERCICIO(Pa)	VELOCIDAD MAX (m/s)
B.1 (Baja)	150	10
B.2 (Baja)	250	12,5
B.3 (Baja)	500	12,5

Podemos clasificar los conductos en dos tipos según su sección:

- Conductos rectangulares.
- Conductos circulares.
- Se procurará que las dimensiones de los conductos circulares y rectangulares estén de acuerdo con la UNE 100101.

Por regla general, en el proyecto de cualquier red de conductos, se procura que el tendido de conductos sea lo más sencillo posible y simétrico.

El cálculo de las redes de conductos de aire se realizará por medio de cualquiera de los métodos que en buena práctica se conocen, evitando, en lo posible, el empleo de compuertas y otros dispositivos.

La velocidad máxima admitida en los conductos será de 10 m/s

Los métodos normalmente empleados en el cálculo de conductos, exigen una reducción después de cada boca de impulsión y de cada derivación. Las dimensiones de los conductos deben reducirse de 5 en 5 cm, preferentemente en una sola dimensión, y el tamaño mínimo recomendable para conductos prefabricados es de 20 por 25 cm.

Los conductos para el transporte de aire, desde los ventiladores hasta las unidades terminales, no podrán alojar conducciones de otras instalaciones mecánicas o eléctricas, ni ser atravesadas por ellas. En aquellos casos en los que forzosamente dichos obstáculos deban atravesar un conducto, deberán tenerse en cuenta estas consideraciones:

- Cubrir todas las tuberías y obstáculos circulares de diámetro mayor que 10 cm con una cubierta de forma aerodinámica.
- También protegeremos con una cubierta todas las formas planas o irregulares cuya anchura supere los 8 cm. Todos los soportes o apoyos en el interior del conducto deben de ser paralelos a la corriente el aire. Cuando esto no sea posible, deben protegerse con una cubierta.
- Si la cubierta obstruye el 20% de la sección del conducto, este debe transformarse o dividirse en dos conductos. Tanto si se divide como si se transforma, debe mantenerse el área de la sección recta.
- Si un obstáculo presenta dificultades sólo en la esquina de un conducto, se transforma esta parte para evitar el obstáculo, teniendo en cuenta que la reducción no sobrepase el 20% del área de la sección primitiva.

Las redes de conductos no podrán tener aberturas, salvo aquellas requeridas para el funcionamiento del sistema de ventilación y para su limpieza.

El cálculo de los sistemas de ventilación se realizará por cualquiera de los métodos que en buena práctica se conocen, evitando en lo posible, el empleo de compuertas u otros dispositivos de regulación.

4.1.2 Construcción de los conductos

El espesor de las hojas metálicas empleadas en los conductos y sus refuerzos, depende de las condiciones de presión existentes en el sistema. Así mismo existen varios tipos de uniones, juntas y engrapados para formar los conductos, que igualmente dependen de las condiciones de presión del sistema.

4.1.2.1 Juntas y engrapados de conductos metálicos

Las juntas y engrapados para sistemas de baja presión son:

- Junta o grapa deslizante plana.
- Grapa en “S”.
- Grapa interior
- Grapa en “S”.
- Barra reforzada-Grapa escuadra.
- Junta deslizante.
- Junta prensada a presión.
- Junta vertical o de plegado caliente.
- Junta Pittsburg.

4.1.2.1.1 Construcción de conductos rectangulares.

La siguiente tabla indica la construcción recomendada para conductos rectangulares de aluminio o acero. El método de engrapado y reforzado, así como el tipo de juntas y nervios se especifican en la tabla. Los espesores de chapa serán función de la dimensión del lado mayor del conducto, de acuerdo con la siguiente tabla.

DIMENSIONES MAYOR DEL CONDUCTO (cm)	GRUESO DE LA CHAPA (mm)				CONSTRUCCIONES RECOMENDADAS * Juntas transversales, riostras y refuerzos
	ACERO		ALUMINIO		
	Conducto	Grapa	Conducto	Grapa	
Hasta 60	0,6	0,6	0,6	0,8	Grapa deslizante o grapa en S, separado 2,5 m o menos
de 60 a 80	0,6	0,6	0,6	0,8	Grapa deslizante o grapa en S, separado 1,2 m o menos
de 80 a 150	0,8	0,8	0,8	1	
de 150 a 180	1	1	1	1,5	Grapa deslizante reforzada** o grapa a escuadra reforzada**, separado 1,2 m o menos. Refuerzo de perfil angular en diagonal de 40 x 40 x 4 mm*** o zuncho angular de las mismas dimensiones*** situada a mitad de distancia entre juntas.
de 180 a 225	1	1	1	1,5	Grapa deslizante reforzada** o grapa a escuadra reforzada**, separado 1,2 m o menos. Refuerzo de perfil angular en diagonal de 40 x 40 x 4 mm*** o zuncho angular de las mismas dimensiones*** situada a mitad de distancia entre juntas. Tirante de hierro de 30 x 3 mm para anchura de conducto de 180 a 225 cm
225 y más	1,5	1	1,5	1,5	Grapa deslizante reforzada** o grapa a escuadra reforzada**, separado 1,2 m o menos. Refuerzo de perfil angular en diagonal de 40 x 40 x 4 mm*** o zuncho angular de las mismas dimensiones*** situada a mitad de distancia entre juntas. Tirante de hierro de 30 x 3 mm para anchura de conducto de 225 a 300 cm Tirante de hierro de 30 x 3 mm separado 120 cm para anchuras de anchura de conducto de 300 cm o más

* Todos los conductos de más de 50 cm en cualquiera de las dimensiones tienen separaciones transversales, excepto los que tienen aplicado aislamiento de plancha de cartón rígido o en las secciones de conducto en que se ha de instalar una salida o una conexión. Las juntas del conducto son de cierre Pittsburg o longitudinales.

** Junta reforzada con pasamanos de hierro de 30x3 mm. *** Todos los perfiles angulares están unidos al conducto mediante soldaduras por puntos, tonillos o roblones

4.1.2.1.2 Construcción de conductos circulares.

Para los conductos cilíndricos de chapa metálica, la construcción recomendada está reflejada en la siguiente tabla.

DIMENSIÓN CONDUCTO (cm)	GRUESO DE CHAPA (mm)	CONSTRUCCIÓN RECOMENDADA	
		Refuerzo	Juntas y costuras
Hasta 20	0,6		Las secciones del conducto cilíndricas están unidas mediante soldadura, manguito o enchufe en un extremo
de 20 a 60	0,8		
de 60 a 90	1	Refuerzo con zuncho de perfil angular 30x30x3 mm sobre centros a 2,5m	
de 90 a 120	1	Refuerzo con zuncho de perfil angular 30x30x3 mm sobre centros a 1,5m	
de 120 a 180	1,5	Refuerzo con zuncho de perfil angular 40x40x4 mm sobre centros a 1,2m	
180 y más	2		Las costura en conductos cilíndricos pueden ser de soldadura continua o longi- tudinales ranuradas

4.1.2.2 Uniones de conductos.

Para el montaje de la instalación de ventilación debemos ir uniendo unos conductos con otros. Esto lo realizaremos gracias a las uniones. Distinguiremos uniones de conductos rectangulares y de conductos circulares.

4.1.2.2.1 Uniones de conductos rectangulares

- Uniones longitudinales:

Los tipos de uniones longitudinales más habituales son de tipo Pittsburg , que garantiza un sellado total del conducto, y en el caso de cuellos telescópicos o de largo excesivamente corto, la unión se realiza mediante punteado para facilitar el deslizamiento de un cuello sobre el otro.

- Uniones transversales:

Las uniones transversales utilizadas más habitualmente son la de vaina deslizante, pestaña reforzada y la unión con perfil integrado.

El más utilizado y novedoso es el perfil integrado, que presenta una serie de ventajas respecto al perfil tradicional:

El Perfil Integrado está realizado con la misma chapa del conducto, obteniéndose unos espesores de 0.6, 0.8, 1.0 y 1.2. Esto implica mayor fuerza y rigidez frente al Perfil Encastrado, el cual se realiza en espesores de 0.5 o 0.7.

El Perfil Integrado tiene una terminación engarzada mediante máquina continua que le aporta una mayor consistencia al desarme por presión.

Mayor estanqueidad al no sufrir fugas entre el perfil y el conducto.

Su fabricación se realiza al mismo tiempo que el conducto, por lo que no existen problemas de aprovisionamiento de perfil y las entregas al cliente son rápidas.

Los tipos de uniones transversales y longitudes máximas de tramos rectangulares son:

LADO MAYOR (mm)	TIPO UNION TRANSVERSAL	LONG. MAX. (m)
≤200	Vaina deslizante	3
Entre 200 y 750	Vaina deslizante	1.5
Entre 750 y 1300	"S"	1.2
Entre 1300 y 2400	"S" rigidizada	0.9
Mayor 2400	Brida de angulares	0.75

Independientemente del tipo de unión transversal, todos los tramos de conductos cuyo lado mayor sea igual o superior a 500 mm., llevarán un matizado de ondulación transversal en ambos diagonales para dar rigidez al conducto. En conductos con presión negativa la deflexión del matizado debe estar en el lado interior del conducto.

Los espesores nominales de chapas están basados en las siguientes limitaciones:

- La deflexión máxima permitida a los elementos de las uniones transversales, no será nunca superior a 6 mm.
- Las uniones transversales deben ser capaces de resistir una presión igual a 1.5 veces la máxima presión de trabajo que define la clase de conducto sin deformarse permanentemente o ceder.
- La deflexión máxima permitida para las chapas de los conductos rectangulares es lo siguiente:

10 mm. para conductos de hasta 300 mm. de lado.

12 mm. para conductos de hasta 450 mm. de lado.

16 mm. para conductos de hasta 600 mm. de lado.

20 mm. para conductos mayores de 600 mm.

La relación mínima entre el lado menor y el mayor del conducto será de 1/3.

4.1.2.2 Conductos circulares

La unión longitudinal de los mismos será de tipo:

- Engatillada en espiral
- Longitudinal
- En espiral reforzada.

Los diámetros nominales interiores y espesores mínimos de chapa se ajustarán a la tabla.:

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	ESPELOR CHAPA (mm) UNIÓN ESPIRAL O LONGITUDINAL	UNIÓN ESPIRAL REFORZADA
$75 \leq \phi \leq 200$	0,5	--
$225 \leq \phi \leq 350$	0,6	0,5
$400 \leq \phi \leq 700$	0,7	0,6
$750 \leq \phi \leq 1100$	1	0,7
$1200 \leq \phi \leq 1500$	1,25	1

Las uniones transversales entre conductos de diámetro < 1000 mm se harán con manguitos del mismo diámetro que el tubo, sellados con masilla y sujetos mediante tornillos de rosca chapa. Las longitudes mínimas de solape entre conductos y manguitos serán de:

50 mm para conductos de $D \leq 450$ mm

75 mm para conductos de $D \leq 750$ mm

100 mm para conductos de $D > 750$ mm

Las uniones transversales entre conductos de diámetro ≥ 1000 mm se harán con uniones bridadas mediante angulares de 40 x 40 x 4 con tornillos métrica 10 e interposición de junta de amianto.

4.1.3 Montaje

La red de conductos se instalará en los lugares indicados en los planos, y con los tamaños especificados en los mismos.

La empresa instaladora deberá entregar, cuando así lo solicite la Dirección Facultativa, unos planos que reflejen la situación de todos los elementos que se instalen en el techo, coordinando con las otras empresas instaladoras y con la constructora y teniendo en cuenta la modularidad del falso techo y de la fachada.

Antes de su instalación, los conductos deben reconocerse y limpiarse para eliminar los cuerpos extraños. También comprobaremos que no estén rotos, doblados, aplastados, oxidados o dañados de cualquier manera.

Los conductos se instalarán de forma ordenada, disponiéndolos, siempre que sea posible, paralelamente a tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a los elementos estructurales del edificio.

La separación entre la superficie exterior del conducto y cualquier otro elemento será tal que permita la manipulación y el mantenimiento de los conductos, compuertas, rejillas y ventiladores.

La alineación de los conductos en las uniones, los cambios de dirección o de sección y las derivaciones se realizan con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de los conductos con los de las piezas especiales, conservando la sección transversal y sin forzar los conductos. Todos estos factores o elementos serán de suma importancia en el tendido del sistema de conductos. Estos accesorios son:

- Soportes
- Transformaciones
- Codos
- Derivaciones
- Cortafuegos
- Rejilla antirretorno

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones y de corrosión, entre los conductos y los soportes metálicos se interpondrá un material flexible no metálico.

Siempre que los conductos atraviesen un muro, tabique, forjado o cualquier otro elemento de obra civil, deberá protegerse el mismo con un manguito de fibra para evitar el contacto de morteros, yesos, etc., con los conductos.

Durante la instalación, todas las aberturas existentes en los conductos deberán ser tapadas y protegidas de forma que se impida la entrada de polvo u otros elementos extraños en la parte ya montada. Según se vayan conformando los conductos, se limpiará su interior y se eliminarán rebanadas, recortes y salientes.

Cuando se proyecte el sistema de conductos, puede presentarse el problema de reducir el tamaño de los mismos en ciertas derivaciones. Esta reducción puede realizarse en la misma derivación, evitando así un acoplamiento.

4.2 Soportes.

Los soportes están diseñados y espaciados para soportar, sin ceder, el peso del conducto, sus accesorios y el propio peso del conducto.

El sistema de soporte se compone de tres partes:

- El anclaje al elemento estructural del edificio, que variará según la naturaleza de éste y los criterios de la Dirección Facultativa. En cualquier caso, el anclaje no debilitará nunca la estructura del edificio.
- Los tirantes que serán normalmente flejes de chapa de acero galvanizado o zincado o bien pletinas o varillas con el mismo recubrimiento. Los tirantes se instalarán sensiblemente verticales para evitar la transmisión de esfuerzos horizontales. El ángulo máximo permitido entre la vertical y el tirante será de 10°. En ningún caso se utilizarán alambres como soportes definitivos o permanentes.
- La fijación del conducto a los tirantes que se hará a través de los elementos de refuerzo, o se apoyarán en un perfil que se une a los tirantes mediante elementos roscados. En ningún caso se admitirá la unión directa al soporte de los conductos por medio de tornillos o remaches.

4.2.1 Soportado de conductos Horizontales

Cuando el conducto está reforzado, es conveniente que el elemento de soporte coincida con el de refuerzo siempre que se mantengan las distancias máximas que se establecen a continuación:

- No más de una unión transversal puede caer entre dos soportes, a no ser que el perímetro del conducto sea inferior a 2 metros y no lleve refuerzos, en cuyo caso podrán existir hasta dos uniones transversales entre soportes.

Se tabulan a continuación las distancias entre soportes y dimensiones de éstos para los conductos circulares y rectangulares de chapa.

Igualmente se dan esquemas de distintas formas de soportado admisible.

4.2.1.1 Conductos circulares

Distancia máxima entre soportes: 3,5 m

DIAMETRO (mm)	PLETINAS (mm)	VARILLAS (mm)
≤ 600	1 x 25 x (8)	1 x 6
601 a 900	1 x 25 x (12)	1 x 8
901 a 1200	1 x 25 x (15)	1 x 10
1201 a 1500	2 x 25 x (12)	2 x 8
1501 a 2000	2 x 25 x (15)	2 x 10

4.2.1.2 Conductos rectangulares

SEMIPERÍMETRO (m)	DISTANCIA PAREJA DE SOPORTES (m)	PLETINAS (mm)	VARILLAS (mm)
≤1,8	3,0	2 x 25 x (8)	2 x 6
1,8 a 2,4	2,4	2 x 25 x (10)	2 x 6
2,4 a 3	1,5	2 x 25 x (8)	2 x 6
3 a 4,2	1,5	2 x 25 x (12)	2 x 8
4,2 a 4,8	1,5	2 x 25 x (15)	2 x 10

Las longitudes de los elementos de cuelgue o tirantes será la precisa para que los conductos queden lo más próximo posible al techo, respetando la distancia necesaria, para colocación del aislamiento.

4.2.2 Soportado de conductos verticales

Los conductos verticales se soportarán por medio de perfiles a un forjado o a una pared vertical, según los detalles adjuntos.

La distancia máxima entre soportes será de 3m y se ejecutará en:

- Conducto rectangular: con pletina de 30x3 mm fijada directamente al paramento
- Conducto circular: pletina fijada a un perfil en "L" de 35x35x4 mm, recibido al paramento.

4.3 Transformaciones

4.3.1 Generalidades

Las transformaciones se van a emplear para unir dos conductos de diferente forma o sección recta.

4.3.1.1 Criterios de aplicación

- Cuando se modifica la forma del conducto rectangular, permaneciendo igual su sección recta, se recomienda una pendiente del 15% para las piezas laterales de la transformación. Si está pendiente no pudiera realizarse, no deberá sobrepasarse un máximo de 25%.
- Con frecuencia debe reducirse el tamaño de los conductos para salvar obstáculos; en este caso es una buena norma no reducir su sección más del 20%. La pendiente más recomendable para reducir la sección del conducto es la del 15%. Cuando sea imposible llegar a este valor, puede aumentarse la inclinación hasta un máximo del 25%. Si la sección del conducto aumentase, la pendiente de la transformación no debe pasar del 15%

- En algunos sistemas de distribución de aire, se colocarán en el interior del conducto algunos elementos de dimensiones mayores que las del conducto. En tales casos la transformación situada antes del elemento para aumentar la sección del conducto, en el sentido de la corriente, debe tener una limitación de 30º.

4.3.2 Elementos constitutivos

En conductos rectangulares o de sección circular de chapa los accesorios y piezas especiales, en este caso las transformaciones, se fabricarán “in situ” con materiales de las mismas calidades y características de los conductos respectivos.

4.3.3 Instalación

Las transformaciones se instalarán en los lugares indicados en los planos, y con los tamaños especificados en los mismos.

La empresa instaladora deberá entregar, cuando así lo pida la Dirección Facultativa, unos planos que reflejen la situación de todos los elementos que se instalen en el techo, coordinando con las otras empresas instaladoras y con la constructora y teniendo en cuenta la modularidad del falso techo y de la fachada.

Durante la instalación, todas las aberturas existentes en los conductos deberán ser tapadas y protegidas de forma que se impida la entrada de polvo u otros elementos extraños en la parte ya montada. Según se vayan conformando los conductos, se limpiará su interior y se eliminarán rebanadas, recortes y salientes.

4.4 Codos

4.4.1 Generalidades

En los conductos circulares y rectangulares pueden establecerse distintos tipos de codos. Los más comunes son:

4.4.1.1 Codo rectangular

- Codo ordinario
- Codo reducido con aletas directrices
- Codo recto con aletas

Los codos ordinarios se construyen con el radio (R) menor o igual a los 3/4 de la dimensión del conducto en la dirección del giro. En codo con este radio menor tiene una relación entre el radio y el diámetro (R/D) de 1,25.

El codo reducido con aletas directrices puede tener una, dos o tres aletas que se extienden por toda la curvatura del codo.

Un codo rectangular puede tener guías de doble espesor o sencillas. Estos codos se utilizan en aquellos sitios donde, por limitaciones de espacio, no pueden instalarse

codos curvos. Este tipo de codo no sólo es más caro, sino que posee una caída de presión mayor que el codo reducido y el ordinario ($R/D = 1,25$).

4.4.1.2 Codos de conductos circulares

- Codo suave
- Codo de tres piezas
- Codo de cinco piezas

Se recomienda la instalación e codos suaves de 90º con una relación R/D de 1,5. esta relación es la normal en todos los codos de sección circular.

El codo de tres piezas tiene la misma relación R/D que el codo suave, pero su caída e presión es mayor, y también mayor que la del codo de cinco piezas. Este tipo de codo se recomienda cuando es imposible colocar codos suaves.

El codo de cinco piezas es el más caro de los tres y se usa sólo cuando al colocar uno de tres piezas nos encontremos con una excesiva caída de presión, y no podemos instalar un codo suave.

4.4.2 Elementos constitutivos

En conductos circulares de chapa se usarán siempre accesorios y piezas especiales prefabricados. Los codos tendrán un radio mínimo igual al diámetro del conducto, aunque se prefieren de radio $R=1,5 \times D$. El nº de gajos del codo será:

ÁNGULO DE LOS CODOS	Nº DE GAJOS DEL CODO
30º	2
45º Y 60	3
90º	5

En los conductos rectangulares de chapa, los codos se fabricarán “in situ” con materiales de las mismas calidades y características de los conductos respectivos.

Los codos, curvas y derivaciones se realizarán siempre que sea posible con un radio mínimo (r) igual a la dimensión del lado que gira (w). Cuando, por razones de espacio, esto no sea posible, se usarán álabes guía.

VALORES R/W	Nº DE ÁLABES	POSICIÓN ÁLABES R/W
0,9	1	0,75
0,8	1	0,625
0,7	2	0,36
		0,66
0,6	2	0,22
		0,49
0,55	3	0,11
		0,23
		0,49

Cuando sea preciso utilizar un codo brusco, se pondrán álabes deflectores de doble espesor con separación entre ellos y radio de 50mm y altura máxima sin tirantes de 1,5m. Los álabes irán convenientemente fijados, para que no den lugar a vibraciones con el paso del aire.

4.4.3 Instalación

Los codos se instalarán en los lugares indicados en los planos, y con los tamaños especificados en los mismos.

La empresa instaladora deberá entregar, cuando así lo pida la Dirección Facultativa, unos planos que reflejen la situación de todos los elementos que se instalen en el techo, coordinando con las otras empresas instaladoras y con la constructora y teniendo en cuenta la modularidad del falso techo y de la fachada.

Durante la instalación, todas las aberturas existentes en los conductos deberán ser tapadas y protegidas de forma que se impida la entrada de polvo u otros elementos extraños en la parte ya montada. Según se vayan conformando los conductos, se limpiará su interior y se eliminarán rebanadas, recortes y salientes.

4.5 Derivaciones

4.5.1 Generalidades

4.5.1.1 Conductos rectangulares

En los conductos rectangulares se pueden instalar varios tipos de derivaciones. Hay derivaciones que utilizan codo ordinario, donde los radios interior y exterior arrancan de distintos puntos, y donde puede haber o no una transformación del conducto principal.

La derivación en ángulo recto utiliza un ángulo recto y es la menos indicada, no sólo por su coste sino por su mayor caída de presión. Su empleo se limita a los casos en los que no se puede instalar un codo ordinario.

4.5.1.2 Conductos de sección circular

En los conductos circulares pueden hacerse dos tipos de derivaciones:

- La de T de 90º
- La de T cónica de 90º

Esta última se emplea cuando la velocidad del aire es mayor que 20 m/s, o cuando se quiere tener una caída de presión menor que en una derivación perpendicular o en T de 90º.

Pueden también utilizarse crucetas con las derivaciones a 180º y 90º.

4.5.2 Elementos constitutivos

A las derivaciones se les puede aplicar las mismas consideraciones hechas para los codos.

En todas las derivaciones, el caudal de aire hacia el ramal se regulará por medio de una compuerta, cuya posición se fijará por medio de una varilla accionable desde el exterior.

4.5.3 Instalación

Las derivaciones se instalarán en los lugares indicados en los planos, y con los tamaños especificados en los mismos.

La empresa instaladora deberá entregar, cuando así lo pida la Dirección Facultativa, unos planos que reflejen la situación de todos los elementos que se instalen en el techo, coordinando con las otras empresas instaladoras y con la constructora y teniendo en cuenta la modularidad del falso techo y de la fachada.

Durante la instalación, todas las aberturas existentes en los conductos deberán ser tapadas y protegidas de forma que se impida la entrada de polvo u otros elementos extraños en la parte ya montada. Según se vayan conformando los conductos, se limpiará su interior y se eliminarán rebanadas, recortes y salientes.

4.6 Rejillas de extracción e impulsión

4.6.1 Generalidades

Las rejillas para toma y expulsión de aire estarán constituidas por un material inoxidable y diseñadas para impedir la entrada de gotas de lluvia al interior de los conductos.

Podemos clasificar las rejillas en un sistema de ventilación forzada, en dos tipos:

- Rejillas de extracción
- Rejillas de impulsión al exterior

La rejilla exterior estará dotada de una protección metálica antipájaros, su construcción será robusta, con las lamas fijas que no produzcan vibraciones ni ruidos.

Antes de la adquisición del material, la empresa instaladora deberá presentar a la Dirección Facultativa una muestra de todos los elementos de extracción que pretende instalar, con el acabado y el color elegidos por la Dirección Facultativa.

4.6.2 Elementos constitutivos

Según lo indicado en las mediciones.

Generalmente se usarán rejillas de retorno con aletas fijas a 45º, clasificadas en dos modelos:

- Rejilla de aluminio con aletas fijas a 45º
- Rejilla de chapa de acero con aletas fijas a 45º

Los acabados de las rejillas serán:

- para la rejilla de aluminio, anodizado en su color
- para las de chapa de acero un recubrimiento de pintura

Se pueden tener acabados especiales bajo demanda.

El fabricante suministrará una información técnica que incluirá:

- denominación, tipo y modelo
- pérdida de carga en función del caudal de aire
- dimensiones, donde se entenderá que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura (LxH).

4.6.3 Instalación

Los elementos de difusión de aire se instalarán en los lugares indicados en los planos y con los tamaños especificados en los mismos.

La dimensión del hueco realizado en el conducto dependerá del tipo de instalación. Así para una instalación de la rejilla sobre marco metálico, la dimensión del hueco se corresponde con la dimensión nominal de la rejilla. En el montaje sobre conducto para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá disminuirse en 5mm, tanto en largo como en alto, la dimensión nominal de la rejilla.

Según esto podemos afirmar que tendremos dos tipos de montaje:

- Montaje sobre el conducto para atornillar: presentando directamente la rejilla en el hueco, atornillaremos directamente sobre el conducto de chapa.
- Montaje sobre marco metálico: una vez introducido el marco metálico sobre el hueco y fijado mediante unas patillas de sujeción, presentamos la rejilla. Presionando suavemente, por medios de los clips de presión, la rejilla quedará perfectamente adosada al marco de montaje. Este marco se suministrará

completamente taladrado en su perímetro, ofreciendo la opción de montaje por tornillos. Este procedimiento es útil para rejillas de gran tamaño y peso.

La empresa instaladora deberá entregar, cuando así lo pida la Dirección Facultativa, unos planos que reflejen la situación de todos los elementos que se instalen en el techo, coordinando con las otras empresas instaladoras y con la constructora y teniendo en cuenta la modularidad del falso techo y de la fachada.

La conexión de difusores o rejillas a la red de conductos o al plenum se efectuará después de haber presentado la Dirección Facultativa planos de detalle que tengan en cuenta el acabado de la superficie y su constitución.

4.7 Mangitos pasamuros

4.7.1 Generalidades

Los mangitos pasamuros se colocarán en la obra de albañilería o de elementos estructurales cuando éstas se estén ejecutando.

Cuando el manguito atraviese un elemento al que se le exija una determinada resistencia al fuego, la solución constructiva del conjunto debe mantener, como mínimo, la misma resistencia.

Se considera que los pasos a través de un elemento constructivo no reducen su resistencia al fuego si se cumple alguna de las condiciones establecidas a este respecto en la NBE-CPI 96, Condiciones de Protección contra Incendios en los edificios.

4.7.2 Elementos constitutivos

Los mangitos se construirán con un material adecuado y con unas dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura el conducto. La holgura no puede ser mayor que 3 cm.

4.7.3 Instalación

Como hemos afirmado, los mangitos pasamuros se colocarán en la obra de albañilería o de elementos estructurales cuando éstas se estén ejecutando.

El espacio comprendido entre el manguito y el conducto debe rellenarse con una masilla plástica, que selle totalmente el paso y permita la libre dilatación de la conducción.

Los mangitos deberán acabarse a ras del elemento de obra, salvo cuando pasen a través de forjados, en cuyo caso deben sobresalir unos 2 cm por la parte superior.

4.8 Compuerta cortafuegos

4.8.1 Generalidades

La colocación, empleo y construcción de las compuertas cortafuegos deberá cumplir obligatoriamente la NBE-CPI-96.

Las compuertas cortafuegos deberán tener 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.

4.8.2 Elementos constitutivos

El material de construcción de las compuertas cortafuegos será de una resistencia al fuego al menos como la del elemento de separación entre dos sectores de incendio en donde se instala. La comprobación de la resistencia al fuego se efectuará según ensayos descritos en la norma UNE 23802-79: "Ensayos de resistencia al fuego de puertas y otros elementos de cierre de huecos".

La compuerta cortafuegos en conducto podrá ser:

- Compuerta de pantalla rectangular giratoria, que puede pivotar sobre el eje vertical u horizontal
- Compuerta de persiana rectangular de lamas horizontales
- Compuerta cortafuegos giratoria con eje vertical u horizontal, para conductos circulares.

4.8.3 Instalación

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.

Los conductos que deben atravesar forjados, muros o tabiques deberán rodearse, en su paso, por el elemento de material resistente al fuego, dejando su junta estanca.

Cuando los conductos atraviesen forjados, muros o tabiques de distintos propietarios, se instalarán compuertas cortafuegos de tipo automático

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

4.9 Equipos de ventilación

4.9.1 Instalación

El ventilador se fijará con soportes elásticos, con su eje a una altura de 110cm sobre el suelo del local y se unirá al conducto por medio de una conexión elástica.

Se conectará, eléctricamente, a través de las bornes con la línea de señalización de detectores.

4.10 Elementos antivibratorios: bancadas, soportes y estructuras para equipos

4.10.1 Generalidades

Todos los equipos con partes móviles (bombas, compresores, etc.) deberán instalarse con las recomendaciones del fabricante, poniendo especial cuidado en la nivelación y alineación de los elementos de transmisión. Deberán estar dotados de los antivibratorios que recomiende el fabricante con el fin de no transmitir vibraciones al edificio.

Se deberá disponer, también de una bancada o bloque de inercia en la base e todo equipo, compuesta de un hormigón ligero de 10 a 20 cm de espesor.

Será de obligado cumplimiento todo lo especificado en la NBE-CA-88, Normas Básicas de Edificación, Condiciones Acústicas de los edificios.

Los elementos antivibratorios serán del tamaño adecuado a la unidad en la que estén montados. Serán de tipo soporte metálico o caucho. Los de caucho serán de tipo antideslizante.

Las redes de conductos se instalarán en zonas que no requieran un alto nivel de exigencias acústicas y preferentemente por conductos registrables de obra y fijaciones antivibratorias.

4.10.2 Instalación

Los antivibradores quedarán instalados de forma que soporten igual carga.

La forma de fijación de los antivibradores debe ser aquella que mejor permita la función a que se destinen, pudiéndose realizar mediante espárragos o puntos de soldadura.

Las conexiones de los equipos con los conductos se realizarán mediante dispositivos antivibratorios.

La boca de descarga, y eventualmente, el oído de aspiración del ventilador estará conectados al resto de la instalación por medio de materiales flexibles. Igualmente será de material flexible el conducto de protección de los cables en su último tramo, de 50cm de longitud mínima.

Los ventiladores con motor directamente acoplado o montado en la fábrica sobre la carcasa o base metálica, no necesitan ser montados sobre base si la potencia es inferior

a 40 KW. Si la potencia es superior a este valor, se necesitará una base de hormigón cuando el equipo apoye sobre un forjado con más de 10 m de luz.

Los ventiladores centrífugos sin motor acoplado directamente de fábrica, necesitarán siempre una base, que podrá ser metálica para potencias de hasta 40KW, o para cualquier potencia, cuando apoye directamente sobre el terreno sobre el terreno. Para potencias superiores a 40 KW y si el conjunto motor-ventilador apoya sobre un forjado, cualquiera que sea su luz, la base será de hormigón.

Los equipos que apoyan directamente sobre el terreno podrán tener soportes de goma si su potencia no supera los 40 KW. Para potencias superiores o cuando el equipo apoye sobre un forjado, es necesario instalar soportes de muelle, preferiblemente del tipo abierto.

Para ventiladores instalados en elementos metálicos cerrados, no necesitarán base de apoyo y el tipo de soporte será de goma sólo cuando se apoye directamente sobre el suelo.

4.11 Aislamiento termo-acústico

4.11.1 Generalidades

Tiene como fin la absorción acústica de los ruidos transmitidos por vía aérea, sirviendo el mismo tiempo de aislante térmico.

Se usará exclusivamente como aislamiento interno en conductos de chapa de sección rectangular.

Se usará como aislante acústico en aquellos conductos que no necesiten aislamiento térmico, pero donde sea necesario el aislamiento acústico a su paso por determinados locales.

Puede utilizarse como alternativa de aislamiento térmico en conductos que discurran por la intemperie, para evitar el recubrimiento final del aislamiento exterior.

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

La protección del aislamiento se aplicará siempre en equipos, aparatos y tuberías situadas en la sala de máquinas y en tuberías que transcurran por pasillos de servicio, sin falso techo, amén de las conducciones instaladas en el exterior.

4.11.2 Materiales

Será de fibra de vidrio aglomerada por resinas termoendurecibles en forma de manta flexible de planchas semirrígidas. Las características físicas exigidas serán:

- Densidad: 25 a 50 kg/m³ (mantas flexibles)

50 a 125 kg/m³ (planchas)

- Conductividad térmica máxima a 0°C : 00,035 W/m°C
- Los coeficientes de absorción acústica para las distintas bandas de octava, tendrán unos valores mínimos (para el espesor mínimo de 12 mm) fijados en la siguiente tabla:

FRECUENCIA	125	250	500	1000	2000
COEFICIENTE α	0,05	0,05	0,06	0,20	0,40

- Comportamiento al fuego: material clase M1 s/UNE 23-727-81

La superficie expuesta al flujo de aire deberá resistir la erosión, no desprender partículas o fibras y ofrecer una resistencia mínima a la fricción.

Cuando se use como aislante acústico, el espesor mínimo será de 12mm.

4.11.3 Instalación

El montaje del material aislante sobre la cara interior del conducto de chapa metálica, se hará antes de la instalación del conducto en su emplazamiento definitivo.

La superficie aislante se fijará al conducto por medio de adhesivos apropiados y posteriormente por medios de fijación mecánicos como:

- Grapas
- Roblones
- Tornillos provistos de arandelas

Se seguirá en cualquier caso las recomendaciones del fabricante.

Los adhesivos empleados serán resistentes al fuego, no inflamables y no desprenderán gases tóxicos.

Los medios de fijación mecánicos no afectarán negativamente la resistencia al fuego del aislante y adhesivos y serán resistentes a la corrosión. Deberán comprimir el material aislante, para mantenerlo unido firmemente al conducto, por medio de arandelas de forma que el material aislante ni sea roto o cortado.

4.12 Aislamiento térmico

El aislamiento térmico se usará para cumplir alguna de estas funciones:

- Reducir la transmisión del calor entre el aire transportado y el ambiente, para reducir el consumo de energía.
- Evitar la formación de condensaciones superficiales

No se precisará la instalación de aislamiento térmico en estos casos:

Trabajo de fin de máster: Climatización de un centro comercial en Jaén

- Conductos de extracción de aire
- Conductos de ventilación con temperatura no controlada
- Conductos construidos en fibra de vidrio en todas sus aplicaciones, con las limitaciones que pueda exigir el cumplimiento del IT.IC.19.4.3: pérdida de calor no superior al 1% de la potencia transportada y la evitación de condensaciones.

5 Rotulación e identificación de equipos y fluidos

5.1 General

Para el caso de conductos, se indicará si son de retorno, impulsión, extracción. Etc., designando la zona o la planta a la que sirven. La identificación mediante colores se realizará con bandas de 8 cm de ancho.

Todos los equipos estarán provistos de la correspondiente placa identificativa, que defina la denominación específica y la zona a la que atiende.

Cada equipo eléctrico de corte y maniobra deberá ser identificado mediante rótulos grabados.

6 Condiciones de aceptación y rechazo

6.1 Respecto a materiales

Al momento de la recepción en obra de los materiales, se comprobará que estos han sido fabricados siguiendo las prescripciones de las Normas Nacionales indicadas en este pliego.

En el caso de equipos de fabricación extranjera, deberán cumplir las Normas de obligado cumplimiento indicadas en el apartado 3 de este pliego, así como las Normas de aplicación de su país de origen. El Director en caso de ser dudoso el estado de recepción del equipo importado, podrá exigir en cualquier caso la última certificación citada. Poseerán la documentación técnica exigible y especificada para cada equipo.

Se presentarán certificados de pruebas para los equipos y materiales que así se mencionarán en el apartado 8 de esta Pliego.

Independientemente de la presentación de los certificados de las pruebas realizadas en fábrica a los equipos y materiales, se les realizarán las pruebas de obra que se indican en el siguiente apartado de este Pliego.

7 Pruebas y ensayos

7.1 General

Una vez finalizado totalmente el montaje de la instalación y habiendo sido probada y puesta a punto, el instalador procederá a la realización de las diferentes pruebas finales previas a la recepción provisional, según se indica en los capítulos siguientes.

Estas pruebas serán las mínimas exigidas, pudiendo la Dirección Facultativa, si lo considerase oportuno, dictaminar otras que tuviesen relación con la verificación de la prestación de la instalación.

Las pruebas serán realizadas por el instalador en presencia de las personas que determine la Dirección de Obra, pudiendo asistir a las mismas un representante de la Propiedad.

El instalador pondrá a disposición de la Dirección de Obra todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación. Se excluye la prestación de energía, agua y combustible necesarios, que será a cargo de otros salvo que el contrato, de forma expresa lo contemple de forma diferente, tanto para la realización de las pruebas como para la simulación de las condiciones nominales necesarias.

Todas las mediciones se realizarán con aparatos homologados, pertenecientes al instalador, previamente contrastados y aprobados por la Dirección de Obra. En ningún caso deben utilizarse los aparatos fijos pertenecientes a la instalación, sirviendo así mismo las mediciones para el contraste de éstos.

7.2 Pruebas parciales

Durante la construcción se realizarán pruebas de todos los elementos que deben quedar ocultos y no se cubrirán hasta que estas pruebas parciales den resultados satisfactorios a juicio del Director Facultativo. Igualmente, se deben hacer pruebas parciales de todos los elementos que indique el Director Facultativo.

Para la ejecución de las pruebas finales, es condición necesaria que la instalación haya sido previamente equilibrada y puesta a punto.

7.3 Pruebas finales

Terminada la instalación será sometida en conjunto a todas las pruebas que aquí se indican, así como a las que indique el Director, debiéndose realizar todas las modificaciones, reparaciones y sustituciones necesarias hasta que estas pruebas sean satisfactorias a juicio del Director Facultativo. El instalador está obligado a suministrar todo el equipo necesario para las pruebas requeridas. Todos los equipos y materiales deberán ser sometidos a las pruebas siguientes:

7.3.1 Ventiladores

De cada ventilador de potencia igual o inferior a 1,5 KW se verificarán los siguientes aspectos:

- Potencia activa y consumo eléctrico
- Velocidad de giro del ventilador
- Determinación del caudal de aire por medio de las curvas del equipo, o por medida de la velocidad media en la sección de un conducto
- Medida del factor de potencia
- Serán causas de no aceptación del equipo:
- Caudal de aire inferior al 90% del proyectado, o superior al 15%
- Potencia y consumo eléctrico mayores al os indicados en la placa del motor
- Factor de potencia no compensado a 0,90
- No disponer de interruptor, visible desde el equipo, que corte el suministro eléctrico

En los ventiladores de volumen variable se realizará la misma comprobación al 100% del caudal, y se determinarán los caudales, potencias y velocidades de giro al 80%, 60% y 40% de un funcionamiento, verificando si cumplen los requisitos del proyecto.

La carcasa de Equipos de Ventilación tendrá una robustez tal que pueda soportar, sin deformación, los esfuerzos que en su funcionamiento sean de prever, inclusive los impactos de transporte.

La carcasa estará protegida contra la corrosión. Las compuertas no tendrán en su movimiento contacto con otras partes móviles del aparato. Los paneles de secciones que forman la carcasa del aparato estarán firmemente fijados a la estructura. Esta fijación no perderá su eficacia por efecto del peso, las vibraciones o consecutivas maniobras de desinstalación e instalación.

Las partes móviles estarán protegidas contra la corrosión, no entrarán en interferencia con ningún otro elemento y estarán protegidas para evitar daños a personas. Los paneles estarán firmemente unidos al bastidor sin posibilidad de desprenderse por efecto de la vibración en su funcionamiento.

7.3.2 Elementos de captación e impulsión de aire

En los elementos para la impulsión y captación de aire, se comprobarán los caudales de todos los elementos, admitiéndose que la diferencia entre éstos y los datos de proyecto no sea superior a más o menos diez por ciento ($\pm 10\%$).

7.3.3 Conductos

Antes de que una red de conductos se haga inaccesible por el aislamiento o cierre de obras de albañilería y de falsos techos, es preciso realizar una prueba de estanqueidad para asegurar la perfecta ejecución de los conductos y sus accesorios y del montaje de los mismos. La prueba podrá realizarse sobre la red total o, si ésta es muy grande, podrá subdividirse en partes convenientemente. Las aperturas de terminación de los conductos, donde irán conectadas las rejillas o las unidades terminales, deberán cerrarse por medio de tapones, de chapa u otro material, perfectamente sellados. El montaje de los tapones se hará al mismo tiempo que los conductos para evitar la introducción de cualquier material en ellos y se quitarán en el momento de efectuar la conexión de los elementos terminales

7.4 Otras pruebas

Por último, se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de sanidad, seguridad, confortabilidad, eficiencia energética, fiabilidad y duración marcada en el proyecto y de acuerdo con la reglamentación vigente. Particularmente, se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

8 Recepción

8.1 Recepción provisional

Se realizará el acta de recepción provisional, en el que la firma instaladora entregará al Director Facultativo, si no lo hubiera hecho antes, los siguientes documentos:

- Resultados de las pruebas
- Manual de instrucciones
- Libro de mantenimiento
- Libro-Registro del usuario del Ministerio, debidamente diligenciado.
- Proyecto como construido, en el que, junto a una descripción de la instalación, se relacionarán todas las unidades y equipos empleados, indicando marca, modelo, características y fabricante, así como los planos definitivos de lo ejecutado.
- Un ejemplar de la Copia del Certificado de la Instalación presentado ante la Delegación provincial del Ministerio correspondiente.

Una vez realizado el acto de Recepción Provisional, la responsabilidad de la conducción y mantenimiento de la instalación se transmite íntegramente a la Propiedad, sin perjuicio de las responsabilidades contractuales que, en concepto de garantía, hayan sido pactadas y obliguen a la empresa instaladora.

8.2 Recepción definitiva

El instalador entregará a la propiedad una garantía escrita indicando que reparará y repondrá a su propio costo, tanto todos los defectos o averías debidas a la mala calidad de los materiales, defectos de fabricación y defectos de instalación durante un año, como mínimo, contando a partir de la fecha de la recepción provisional. El período de garantía finalizará con la recepción definitiva.

Documento IV. Planos

Índice de planos

PLANO Nº1. - Plano de tuberías de planta baja

PLANO Nº2. - Plano de tuberías de planta plaza

PLANO Nº3. - Plano de tuberías de cubierta

PLANO Nº4. - Plano de conductos de planta baja

PLANO Nº5. - Plano de conductos de planta plaza

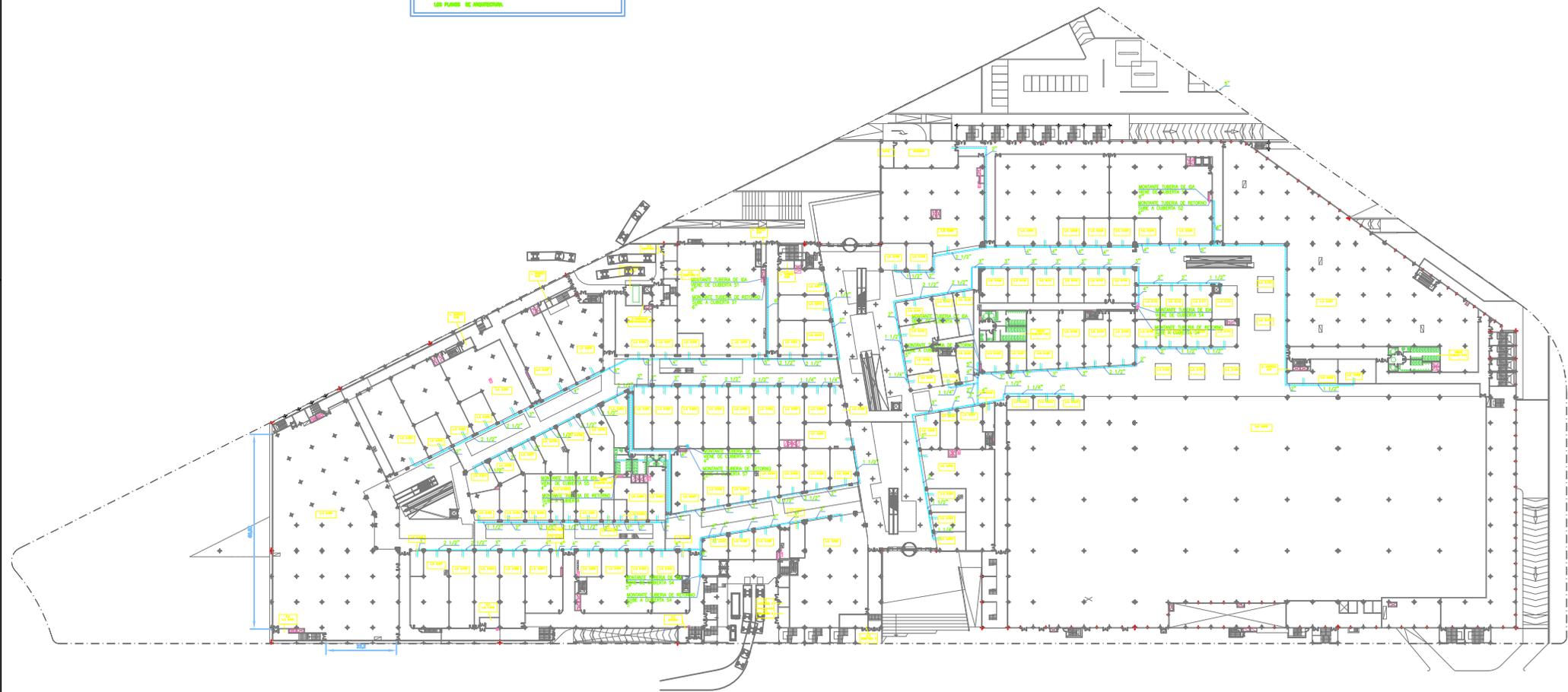
PLANO Nº6. - Plano de conductos de cubierta

NOTAS INSTALACION DE CLIMATIZACION-TUBERIAS

- 1.- LAS TUBERIAS GENERALES DE REPULSION Y RETORNO SON DE ACERO S20-S240 ELECTRODIFUSION PARA DIAMETROS SUPERIORES A 10" Y DE ACERO S20-S240 PARA TUBERIAS SUPERIORES A 10" DE DIAMETRO.
- 2.- EL AJUSTADO DE LAS TUBERIAS DE EFECTUACION USANDO SOPORTES ELECTRODIFUSION QUEDA A SU CARGO DENTRO A LA VEZ DEL ALIATE.
- 3.- LOS CONDICIONES DE LAS UNIDADES INTERIORES DE CADA LOCAL Y DE LOS CLIMATIZADORES SE CONCORDAN A LA MANERA MAS PROFUNDA.
- 4.- A LA SALIDA Y ENTRADA DEL MATERIAL DE CADA PLANTA DE RESOLVER VENTILAS DE CORTE Y HERRAJERIAS.
- 5.- TODA TUBERIA DE VA O DE RETORNO QUE PASARA POR EL EXTERIOR EN RESERVA, SE CUBRE DE ALUMINO DE 10mm.
- 6.- SE EXHIBEN LUGARES DE CORTE A LA ENTRADA DE LOS LOCALES (VA Y RETORNO), ASI COMO UNA VENTANA DE CUBIERTO EN EL RETORNO.
- 7.- EL REPLANTE FINAL DE LAS INSTALACIONES SE REALIZA EN OTRA HOJA SEGUN LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.

LEYENDA DE CLIMATIZACION

	TUBERIA DE CLIMATIZACION VA Y RETORNO
	MOVIMIENTO DE CLIMATIZACION



ELEVACION DE FACHADA - CONSERVATORIOS
 ELEVACION DE FACHADA - CONSERVATORIOS
 ELEVACION DE FACHADA - CONSERVATORIOS

ICL 01
 UNIDAD 1 / 2000

INSTALACION DE CLIMATIZACION TUBERIA. PLANTA CONJUNTO BAJA COTA (+515,00)

CCMA
 C/ ALFONSO XARAYEN 10, 28014 MADRID

PROYECTO EJECUCION DE O. COMERCIAL Y OOB "LA MONTAÑA"
 PARCELA 9A, 9B EJECUCION UNICA, SECTOR "LA MONTAÑA" ANSOLUCEL.

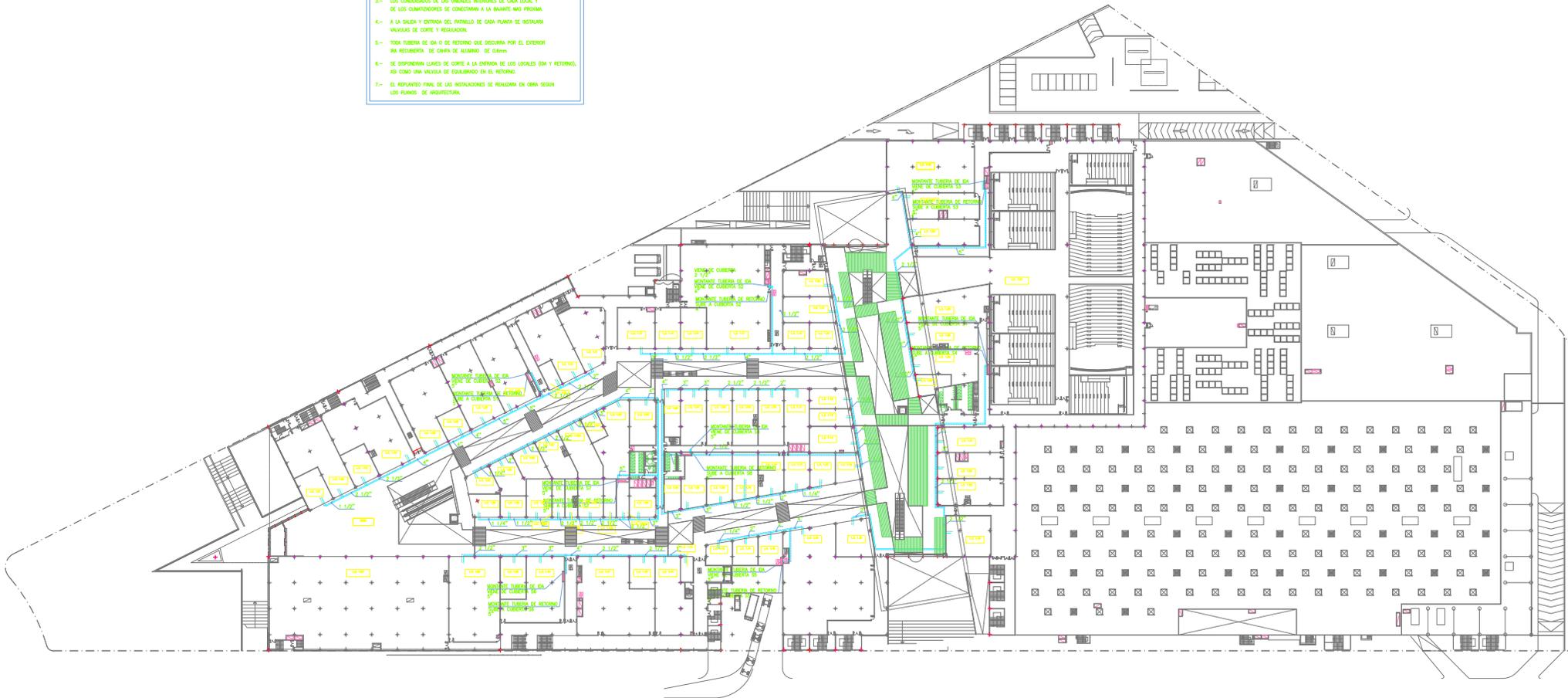
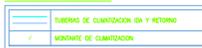
TRAMITE DE LAS ALICATACIONES
 01/01/2018
 01/01/2018

COMILLAS
 Ingenieros de Edificación

NOTAS INSTALACION DE CLIMATIZACION-TUBERIAS

- 1.- LAS TUBERIAS GENERALES DE IMPULSION Y RETORNO SERAN DE ACERO DIN-2440 ELECTRODOLADA PARA DIAMETROS INFERIORES A 8" Y DE ACERO DIN-2448 PARA TUBERIAS SUPERIORES A 8" DE DIAMETRO.
- 2.- EL AISLAMIENTO DE LAS TUBERIAS SE EFECTUARA MEDIANTE ESPUMA ELASTOMERICA (EPS) DE ESPESOR SEGUN A LEYEN DEL PALE.
- 3.- LOS CONDENSADOS DE LAS UNIDADES INTERIORES DE CADA LOCAL Y DE LOS CLIMATIZADORES SE CONECTARAN A LA BAHANTE MAS PROXIMA.
- 4.- A LA SALIDA Y ENTRADA DEL PATRULLO DE CADA PLANTA SE INSTALARA VALVULAS DE CORTE Y REGULADOR.
- 5.- TODA TUBERIA DE IDA O DE RETORNO QUE OCURRA POR EL EXTERIOR SIN RECUBRIMIENTO DE CUBRA DE ALUMINO DE 0,6MM.
- 6.- SE DISPONDRAN LLAVES DE CORTE A LA ENTRADA DE LOS LOCALES (IDA Y RETORNO), ASI COMO UNA VALVULA DE EQUILIBRIO EN EL RETORNO.
- 7.- EL REPLANTEO FINAL DE LAS INSTALACIONES SE REALIZARAN EN OBRA SEGUN LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.

LEYENDA DE CLIMATIZACION



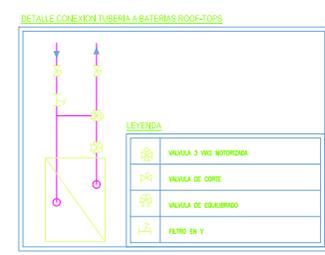
REVISION N.º FECHA OBSERVACIONES
 REVISION N.º FECHA OBSERVACIONES

ICLO 2	DIN A1 1/500
INSTALACION DE CLIMATIZACION TUBERIAS PLANTA CONJUNTO PLAZA	
CCMA	
MAYO 2022	
PROYECTO EJECUCION DE C. COMERCIAL Y ODO "LA MONTANA" PARCELA 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000	
PROMOTOR DE LAS INVERSIONES: COMILLAS	



LEYENDA

	TUBERIA DE RETORNO A LOCALES COMERCIALES
	TUBERIA DE IMPULSION A LOCALES COMERCIALES
	VALVULA IMPULSION



REVISION N° FECHA OBSERVACIONES

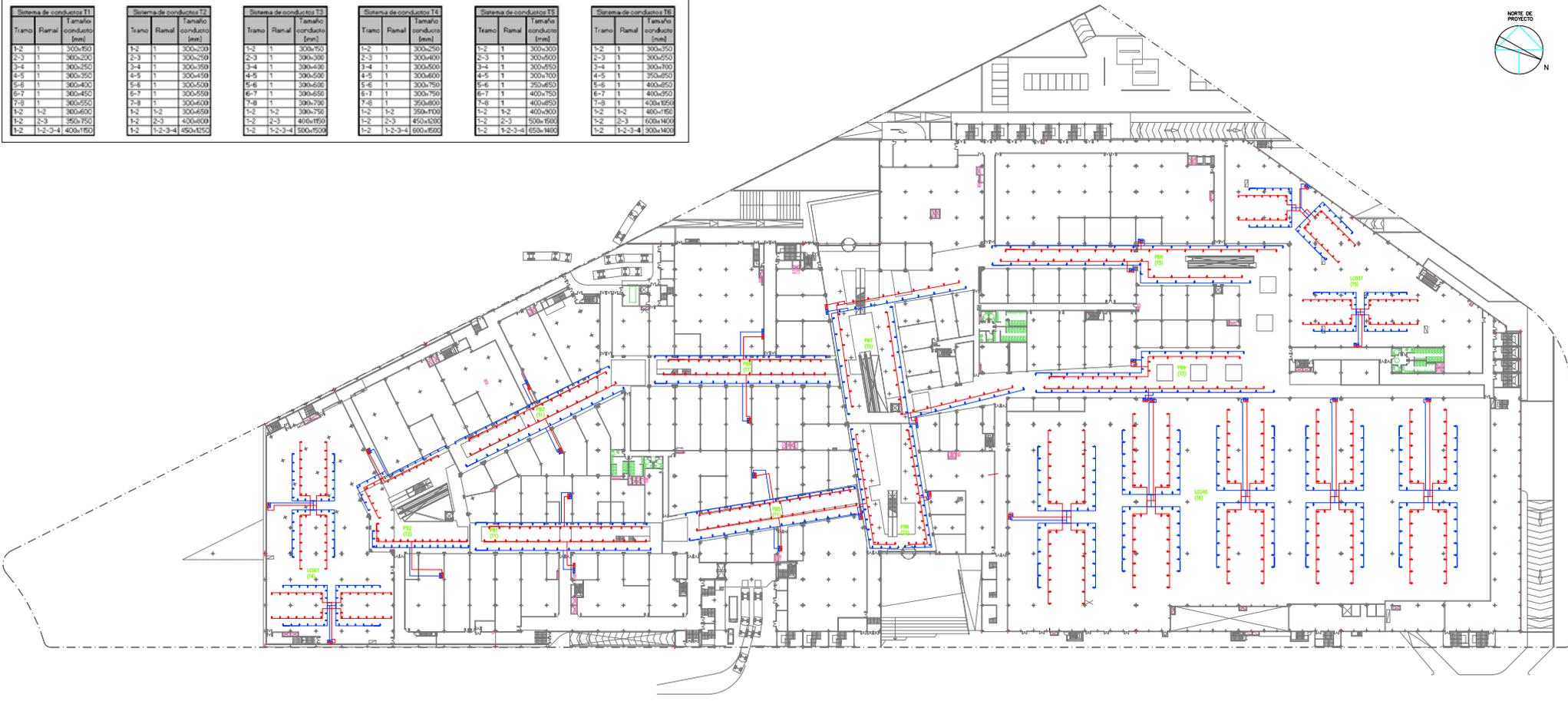
REVISION N° FECHA OBSERVACIONES

ICL 03
 DIN A1 1/500
 INSTALACION DE CLIMATIZACION PLANTA CONJUNTO CUBIERTA
CCMA
 MADRID JUNIO 2022
 PROYECTO EJECUCION DE C. COMERCIAL Y ODO "LA MONTANA"
 PARCELA 548, 549 EJECUCION UNICA SECTOR "LA MONTANA" ANEXOS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

PROYECTO DE LAS ALDEANUEVAS
 COMILLAS S.P.A.
 C/JOSE ANTONIO ESCOBAR 2114

COMILLAS
 INGENIERIA TECNICA

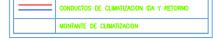
Sistema de conductos T1			Sistema de conductos T2			Sistema de conductos T3			Sistema de conductos T4			Sistema de conductos T5			Sistema de conductos T6		
Tramo	Ramal	Tamaño conducto (mm)															
1-2	1	300x190	1-2	1	300x200	1-2	1	300x190	1-2	1	300x250	1-2	1	300x300	1-2	1	300x190
2-3	1	300x200	2-3	1	300x250	2-3	1	300x300	2-3	1	300x400	2-3	1	300x500	2-3	1	300x550
3-4	1	300x250	3-4	1	300x350	3-4	1	300x450	3-4	1	300x500	3-4	1	300x600	3-4	1	300x700
4-5	1	300x350	4-5	1	300x450	4-5	1	300x550	4-5	1	300x650	4-5	1	300x750	4-5	1	350x850
5-6	1	300x400	5-6	1	300x500	5-6	1	300x600	5-6	1	300x700	5-6	1	350x850	5-6	1	400x950
6-7	1	300x450	6-7	1	300x550	6-7	1	300x650	6-7	1	300x750	6-7	1	400x750	6-7	1	400x950
7-8	1	300x550	7-8	1	300x650	7-8	1	300x750	7-8	1	350x850	7-8	1	400x950	7-8	1	400x1050
1-2	1-2	300x650	1-2	1-2	300x750	1-2	1-2	300x850	1-2	1-2	400x950	1-2	1-2	400x1050	1-2	1-2	600x1400
1-2	2-3	350x750	1-2	2-3	400x850	1-2	2-3	400x1000	1-2	2-3	500x1500	1-2	2-3	600x1400	1-2	2-3	600x1400
1-2	1-2-3-4	400x1150	1-2	1-2-3-4	450x1250	1-2	1-2-3-4	500x1500	1-2	1-2-3-4	550x1600	1-2	1-2-3-4	600x1400	1-2	1-2-3-4	900x1400



NOTAS INSTALACION DE CLIMATIZACION

- 1- LOS CONDUCTOS DE EXTRACCION SERAN DE CHAPA DE ACERO GALVANIZADA.
- 2- TODO CONDUCTO QUE ATRAVERSE UN SECTOR DE INCENDIOS LLEVARA SU CORRESPONDIENTE COMPLETA CORFUEROS.
- 3- EL RETORNO SE HARA CONDUCTO.
- 4- LA CONEXION A LOS DIFUSORES Y REJILLAS LINEALES SERA A TRAVES DE CONDUCTO FLEXIBLE AISLADO.
- 5- LOS CONDUCTOS CON RECUBRIMIENTO VERTICAL SERAN DE CHAPA DE ACERO GALVANIZADA AISLADO CON LANA 80-95mm.
- 6- TODO CONDUCTO QUE OCURRA POR EL EXTERIOR IRA RECUBIERTO CON CHAPA DE ALUMINO DE 0,6mm.
- 7- LAS CONEXIONES A LOS DIFUSORES LINEALES Y A LAS REJILLAS LINEALES SE REALIZARA A TRAVES DE CONDUCTOS FLEXIBLES.
- 8- EL REPLANTEO FINAL DE LAS INSTALACIONES SE REALIZARA EN OBRA SEGUN LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.

LEYENDA DE CLIMATIZACION



ERUDICION SA | TECNICA | OBSERVACIONES

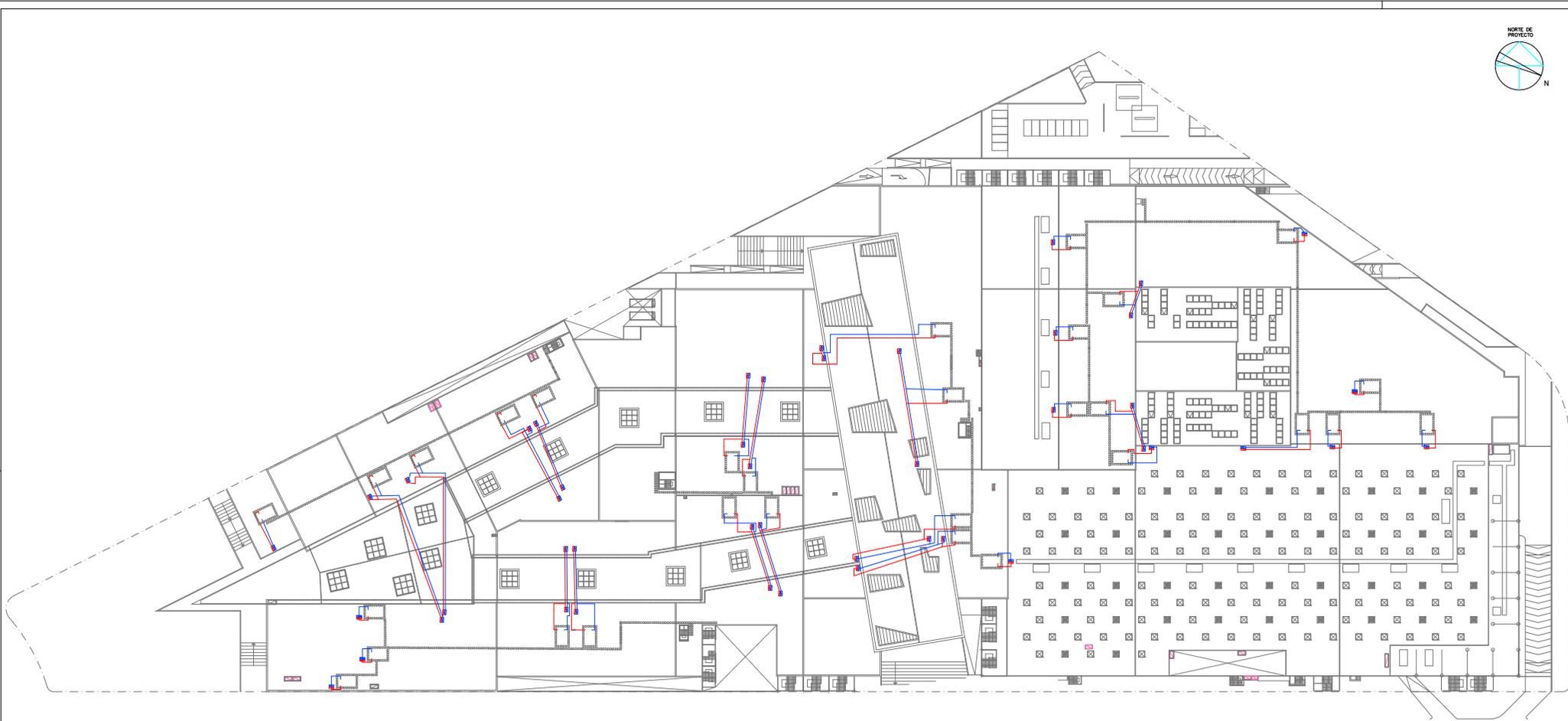
ICLO 4
 DIN A3 | 1/500
 INSTALACION DE CLIMATIZACION
 CONDUCTOS
 PLANTA
 CONJUNTO BAJA
 COTA (+515,00)

CCMA
 (MAY) | JULIO | 2024

PROYECTO: EJECUCION DE C. COMERCIAL Y C.O. "LA MONTANA"
 PARCELA 04, SE. ERUDICION S.A.S. SECTOR LA MONTANA - AMBATO.

TRABAJOS DE LAS ALFABETIZACIONES
 DISEÑADO POR: []
 DISEÑADO POR: []

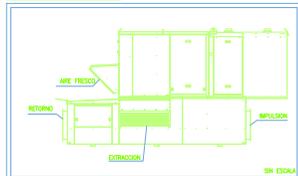
COMILLAS
 CONSULTORIA Y SERVICIOS



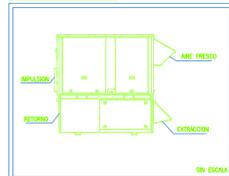
NOTAS INSTALACION DE CLIMATIZACION

- 1.- LOS CONDUCTOS DE EXTRACCION SERAN DE CHAPA DE ACERO GALVANIZADA.
- 2.- TODO CONDUCTO QUE ATRAVESE UN SECTOR DE INCENDIOS LLENARA SU CORRESPONDIENTE CUMPLIERTA COSTAFUEGOS.
- 3.- EL RETORNO SE HARA CONDUCTO.
- 4.- LA CONEXION A LOS DIFUSORES Y REGALAS LINEALES SERA A TRAVES DE CONDUCTO FLEXIBLE AISLADO.
- 5.- LOS CONDUCTOS CON RECORRIDO VERTICAL SERAN DE CHAPA DE ACERO GALVANIZADA AISLADO CON LANA MINERALS.
- 6.- TODO CONDUCTO QUE DISCURRA POR EL EXTERIOR SERA RECUBIERTO CON CHAPA DE ALUMINO DE 0.6mm.
- 7.- LAS CONEXIONES A LOS DIFUSORES LINEALES Y A LAS REGALAS LINEALES SE REALIZARA A TRAVES DE CONDUCTOS FLEXIBLES.
- 8.- EL REPLANTIO FINAL DE LAS INSTALACIONES SE REALIZARA EN OBRA SEGUN LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.

DETALLE ROOF-ZOP MODELO NITEGA



DETALLE ROOF-ZOP MODELO ITRANE



REVISION N° FECHA OBSERVACIONES

ICL 06	
UNI AT	1/500
INSTALACION DE CLIMATIZACION PLANTA CUBIERTA COTA 526,00	
CCMA	
IMPRESO	JULIO 2022
PROYECTO EJECUCION DE C. COMERCIAL Y ODO "LA MONTANA"	
PARCELA N° 18 EJECUCION UNICA SECTOR LA MONTANA AREA URBANA	
PROYECTO DE LAS SUAVIZANTES	
SERIAL 11000	
CALLE SAN ANTONIO 10000 2014	

