



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
(ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Especialidad Mecánica

# **Climatización de un centro docente en Huesca**

Autor: Diego Trevijano Sada

Director: Fernando Cepeda Fernández

Madrid

Junio 2019

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

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

El autor D. Diego Trevijano Sada DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: *Climatización de un centro docente en Huesca*, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

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

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

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

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

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

### **4º. Derechos del autor.**

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

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

### **5º. Deberes del autor.**

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción

de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

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

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

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

Madrid, a 18 de Junio de 2019

**ACEPTA**

Fdo.....

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

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título Climatización de un centro docente en Huesca

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

curso académico 4º GITI 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.: Diego Trevijano Sada

Fecha: 18/06/2019

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Fernando Cepeda Fernández

Fecha: ...../ ...../ .....



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
(ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Especialidad Mecánica

# **Climatización de un centro docente en Huesca**

Autor: Diego Trevijano Sada

Director: Fernando Cepeda Fernández

Madrid

Junio 2019

# Climatización de un centro docente en Huesca

**Autor: Trevijano Sada, Diego**

Directores: Cepeda Fernández, Fernando

Entidad Colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

El objetivo del proyecto es diseñar la instalación de climatización de un centro docente en la ciudad de Huesca. Para hacerlo se tendrá en cuenta y se respetará todo el marco legal vigente. El proyecto se llevará a cabo como si fuera a realizarse una instalación real.

El edificio es una universidad de ciencias, por lo que tiene tanto salas pequeñas que actúan como despachos y secretarías, como grandes aulas y laboratorios. El edificio se distribuye en cuatro plantas, una planta baja que está totalmente aprovechada con grandes aulas y laboratorios, y tres plantas superiores que se dividen en secciones debido a la existencia de dos patios interiores que las separan en 3 grandes zonas únicamente conectadas por un pasillo.

El objetivo es mantener temperaturas interiores de 25 grados en verano y 21 grados en invierno en todas las zonas climatizadas del edificio.

El primer paso es calcular las cargas climáticas de la zona (provincia de Huesca). Para conseguirlo se utiliza el manual Carrier que ofrece los datos climáticos de la península ibérica. Se ha usado como referencia de cargas climáticas las más grandes, es decir, el día más caluroso de verano y el día más caluroso de invierno. Esto se ha hecho con el fin de dimensionar correctamente los equipos y que siempre estén trabajando en el rango de sus posibilidades.

Calculadas las cargas se procede al dimensionamiento y selección de los equipos. Hay dos instalaciones principales:

- Tuberías y fan-coils: una bomba impulsa agua a través de las tuberías hasta los fan-coils encargados de combatir las cargas sensibles y latentes de cada habitación. Hay un circuito de agua fría que lleva agua a 7 grados y la devuelve a 12 y otro de agua caliente que la impulsa a 60 grados y la devuelve a 50 grados. Cada uno de los circuitos dispone de su propia bomba.

- Climatizadores y conductos, encargados de la renovación del aire exigida por la normativa.

Estos dos circuitos serán suministrados de potencia por sistemas de producción de frío y calor centrales que estarán instalados en la cubierta del edificio.

El dimensionamiento de los conductos y tuberías se ha hecho con el apoyo de gráficas que han permitido calcular las pérdidas que se producían, para poder así dimensionar los equipos de impulsión de forma correcta. Los equipos de impulsión serán bombas en el caso de las tuberías y el agua y los propios climatizadores cuando hablamos

del circuito que transporta aire. Además, se han tenido que añadir numerosos accesorios a estas tuberías y conductos, accesorios como codos, tes, válvulas de control, regulación y retención y sistemas de reducción.

Debido a las condiciones del edificio se han creado cuatro circuitos de tuberías y otros cuatro de conductos, uno para cada sección: Oeste, Este, central y otro para la planta baja. Estos cuatro circuitos están correctamente representados en planos realizados con el programa Autocad.

Finalmente se ha procedido a la realización del presupuesto. Durante todo el proyecto una de las máximas ha sido la de optimizar todos los equipos para poder abaratar al máximo los costes de instalación. Finalmente el coste total del proyecto de instalación es de: 1.224.527,15€.

Se han añadido los catálogos de equipos y un pliego de condiciones que muestra las características y requerimientos de los equipos durante su uso y mantenimiento.

Madrid, a 20 de junio de 2019.

## Air-conditioning of an educational centre in Huesca

**Author: Trevijano Sada, Diego**

Director: Cepeda Fernández, Fernando

Collaborating entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

The aim of the project is to design the air-conditioning installation of a teaching centre in the city of Huesca. To do so, legal framework in force has been taken into account and respected during the entire project. The project has been carried out as if it was a real Project proposed to a company.

The building is a science university, so it has small rooms that act as offices and large rooms as well which act as classrooms and laboratories. The building is distributed over four floors, a ground floor that is fully exploited with large classrooms and laboratories, and three upper floors that are divided into sections by the existence of two inner courtyards that separate them into 3 large areas only connected by a corridor.

The objective is to maintain interior temperatures of 25 degrees in summer and 21 degrees in winter in all the air-conditioned areas of the building.

The first step is to calculate the climatic loads of the area (province of Huesca). To achieve this, the Carrier manual has been used. It provides climatic data for the Iberian Peninsula. In order to have a correct election of equipment, we have used the greater loads, which correspond to the hottest day of Summer and the coldest day in Winter. This way the equipment will never act in overload.

Once the loads have been calculated, we proceed to the sizing and selection of the equipment. There are two main circuits: first the pipes, divided into cold and hot pipes, which transport water driven by a pump to the fancoils, responsible for dealing with the sensible and latent heat of each room; and second air conditioners and conduits, responsible for the renewal of the air required by law.

These two circuits will be supplied with thermal power by central heating and cooling systems installed at the upper part of the building.

The sizing of the conduits and pipes has been done with the support of graphs that allowed us to calculate the losses that were produced in order to be able to size the impulsion equipments in a correct way. The impulsion units will be pumps in the case of pipes and water and air conditioners themselves when we talk about the circuit that transports air. In addition, numerous accessories have had to be added to these pipes and ducts, accessories such as elbows, crosses, control, regulation and check valves and reduction systems.

Due to the conditions of the building, four piping circuits and four other conduit circuits have been created, one for each section: West, East, Central and one for the



ground floor. These four circuits are correctly represented in the document thanks to the Autocad program.

Finally, the budget has been constructed. Throughout the project, one of the main goals has been to optimize all the equipment in order to reduce installation costs as much as possible. Finally, the total cost of the installation project is: 1.224.527,15€.

Equipment catalogues have been added, as well as specifications that show the characteristics and requirements of the equipment during its use and maintenance.

Madrid, June 20 2019.

# TABLA DE CONTENIDOS

## 1. MEMORIA

|  |    |
|--|----|
| <b>1.1 Objeto</b> .....  | 13 |
| <b>1.2 Normativa vigente</b> .....                                     | 13 |
| <b>1.3 Bases de diseño</b>   |    |
| <b>1.3.1 Descripción del edificio</b> .....                            | 14 |
| <b>1.3.2 Características constructivas</b> .....                       | 14 |
| 1.3.2.1 Descripción de los cerramientos                                |    |
| 1.3.2.2 Características de los cerramientos                            |    |
| 1.3.2.3 Factores de orientación  |    |
| <b>1.3.3 Condiciones climatológicas exteriores</b> .....               | 16 |
| <b>1.3.4 Condiciones internas</b> .....                                | 17 |
| 1.3.4.1 Temperaturas objetivo  |    |
| 1.3.4.2 Niveles de ocupación e iluminación                             |    |
| 1.3.4.3 Requisitos de la norma   |    |
| <b>1.4 Cálculos de cargas</b>  |    |
| <b>1.4.1 Cargas de verano</b> .....                                    | 18 |
| 1.4.1.1 Cargas debidas a la radiación solar a través de cristales      |    |
| 1.4.1.2 Cargas debidas a la transmisión por paredes y muros exteriores |    |
| 1.4.1.3 Cargas debidas a la transmisión por muros interiores           |    |
| <b>1.4.2 Cargas de invierno</b> .....                                  | 20 |
| <b>1.4.3 Resultados de las cargas</b> .....                            | 20 |
| <b>1.5 Diseño de la instalación</b> .....                              | 27 |
| <b>1.5.1 Cálculo y selección de fan-coils</b> .....                    | 28 |
| <b>1.5.2 Redes de tuberías</b> .....                                   | 31 |

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| 1.5.3            | Válvulas.....                              | 32 |
| 1.5.4            | Selección de bombas.....                   | 33 |
| 1.5.5            | Cálculo y selección de climatizadores..... | 33 |
| 1.5.6            | Redes de conductos.....                    | 35 |
| 1.5.7            | Selección de productores primarios.....    | 36 |
| <b>2. ANEXOS</b> |  |    |
| 2.1              | Condiciones climatológicas.....            | 40 |
| 2.2              | Cálculo de cargas.....                     | 41 |
| 2.3              | Redes de tuberías.....                     | 44 |
| 2.4              | Redes de conductos.....                    | 52 |
| 2.5              | Válvulas.....                              | 56 |
| <br>             |  |    |
| 3.               | <b>PLANOS</b> .....                        | 58 |
| 4.               | <b>PRESUPUESTO</b> .....                   | 67 |
| 5.               | <b>PLIEGO DE CONDICIONES</b> .....         | 78 |
| 6.               | <b>CATÁLOGOS.</b>                          |    |

---

# ***1. MEMORIA***

---

## **1.1 OBJETO**

El objetivo de mi proyecto es llevar a cabo todo el proceso de climatización de un centro docente en Huesca. Tendré en cuenta tanto las necesidades del edificio, que son las propias de un centro de enseñanza y la localización de este: en la provincia de Huesca. Una de las principales características del proyecto será que lo realizaré de la misma manera que lo haría un ingeniero contratado por el gobierno o por algún órgano de enseñanza privado. Esto significa que se realizará un diseño conceptual de la instalación a partir de las cargas medioambientales de la zona y las necesidades especiales del edificio. Con este diseño conceptual se podrá realizar un catálogo de equipos necesarios y un presupuesto.

El proyecto se llevará a cabo respetando todas las normativas vigentes en las instalaciones térmicas de los edificios y bajo la aplicación de coeficientes de seguridad que aseguren el correcto funcionamiento de estos. Un factor muy importante de los proyectos es el coste, por lo tanto, intentaremos optimizar al máximo nuestra instalación para que sea viable económicamente, es decir, lo más barata posible.

Será necesario un entendimiento profundo de la implicación de la estructura del edificio en el diseño de la instalación, por lo que será necesaria la realización de planos de la red hidráulica. La forma y tamaño del edificio es esencial a la hora de diseñar el recorrido de la red hidráulica. Habrá que superar los problemas propios de la forma del edificio y aprovecharse de sus espacios para optimizar la instalación y que esta sea efectiva.

## **1.2 NORMATIVA VIGENTE**

Con el fin de respetar el marco legal vigente se han respetado todas las normativas y leyes de climatización y edificación que se muestran en los siguientes documentos:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).
- Normas UNE.
- Normas DIN de aplicación.
- Código Técnico de Edificación.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad de aire y protección de la atmósfera. (BOE número 275, 16/11/2007).

## **1.3 BASES DE DISEÑO**

### **1.3.1 Descripción del edificio**

El objeto de estudio será un centro docente ubicado en la provincia de Huesca.

Nuestro edificio consta de 4 plantas, el vestíbulo y 3 superiores. Al tratarse de un edificio docente hemos considerado que cada piso tiene una altura aproximada de 4 metros. La planta baja utiliza toda la superficie del edificio en la distribución de habitaciones, mientras que los tres pisos superiores tienen dos pasillos principales con salas a ambos lados de estos y dos grandes huecos que dividen las secciones centrales, Este y Oeste respectivamente. Estos huecos centrales acaban en un patio interior que es el techo de la planta baja. Por esta razón, existe una simetría entre los tres pisos superiores que no se observa en el piso de la planta baja. Estos huecos interiores están contruidos con el fin de recibir más luz del exterior y así crear un ambiente de trabajo mejor en los despachos.

Las tres plantas superiores están principalmente formadas por despachos, salas de reuniones y un pequeño número de laboratorios, mientras que la planta baja está constituida por salas más grandes, en su mayoría laboratorios y almacenes. Los despachos generalmente son pequeños con capacidad para unas 3 personas y se encuentran alrededor de los pasillos centrales. El edificio consta de unos 200 despachos aproximadamente. Las salas más grandes de estos pisos están ubicadas en las zonas exteriores, de manera que están orientadas hacia el exterior del edificio. El piso bajo dispone de más pasillos y unas salas más grandes que están distribuidas alrededor del perímetro, dando el exterior. Este piso también tiene laboratorios ubicados en las zonas interiores del mismo sin ventanas al exterior.

Se han considerado los pasillos, escaleras, archivos y almacenes como zonas no climatizables.

### **1.3.2 Características constructivas**

#### **1.3.2.1 Descripción de los cerramientos**

Al no disponer de toda la información necesaria se han realizado algunas suposiciones sobre la interacción entre las habitaciones y el exterior de las mismas basándome en la disposición de otras universidades científicas como ICAI.

Estas suposiciones son que los despachos, salas de reuniones y otras habitaciones sin necesidades especiales que estén en contacto con el exterior,

tendrán un 50% de cristales y otro 50% de falso murete en sus paredes que den al exterior. Los laboratorios al tener la necesidad de estar más aislados dispondrán de un 25% de ventanas respecto a un 75% de muro. Estas suposiciones parecen irrelevantes, pero son importantes a la hora de calcular las cargas climáticas de cada habitación, ya que un cristal es menos aislante que un muro, como veremos en la tabla de coeficientes de transmisión.

Se han considerado los pasillos, escaleras, archivos y almacenes como zonas no climatizables.

### 1.3.2.2 Características transmisoras de los cerramientos

*Tabla 1: Características transmisoras de los cerramientos*

| Descripciones de los cerramientos | Coefficiente de transmisión (Kcal/h.m <sup>2</sup> .°C) | Factor de ganancia solar |
|-----------------------------------|---|--------------------------|
| Cristales                         | 2,6   | 0,48                     |
| Muros exteriores                  | 0,65  |                          |
| Puertas                           | 2   |                          |
| Tabiques                          | 1,2   |                          |
| Suelos                            | 1,1   |                          |
| Techos                            | 2,02  |                          |

Cada tipo de cerramiento tiene factores de transmisión diferentes y ahí encontramos la importancia de haber supuesto las paredes de la manera descrita en el punto 1.3.2.1.

### 1.3.2.3 Factor de amplificación de la transmisión según la orientación

A estos factores hay que añadir la amplificación que se puede producir según la orientación de los cerramientos.

|              |          |
|--------------|----------|
| <b>NORTE</b> | 1,40625  |
| <b>NE</b>    | 1        |
| <b>ESTE</b>  | 1        |
| <b>SE</b>    | 1        |
| <b>SUR</b>   | 1        |
| <b>SO</b>    | 9,625    |
| <b>OESTE</b> | 16,15625 |
| <b>NO</b>    | 12,75    |

*Tabla 2: Factores de amplificación por orientación*

Se observa que la orientación Oeste aumenta las cargas por transmisión

### 1.3.3 Condiciones climatológicas exteriores

Huesca es una provincia conocida por sus bajas temperaturas en invierno y unas temperaturas cálidas en verano.

La severidad climática es una clasificación que tiene en cuenta las temperaturas más altas de verano y las más bajas en invierno para clasificar a las provincias.

|                     |               |    |    |    |    |
|---------------------|---------------|----|----|----|----|
|                     | A4            | B4 | C4 |    |    |
| SC<br>(ve-<br>rano) | A3            | B3 | C3 | D3 | E1 |
|                     |               |    | C2 | D2 |    |
|                     |               |    | C1 | D1 |    |
|                     | SC (invierno) |    |    |    |    |

Tabla 4: Clasificación de severidad climática

Huesca está clasificada con una severidad D2 con inviernos fríos y veranos moderadamente cálidos.

Para la realización de los cálculos se escogerá el momento más desfavorable posible de manera que todos los equipos queden dimensionados de manera correcta y no sobrepasen sus límites de actuación. Para las estaciones de refrigeración se escogerá el momento más caluroso del año mientras que para las estaciones de calefacción escogeremos el momento más frío. Esta información viene recogida en el *IDAE Condiciones climáticas exteriores de proyecto, en el apartado 6. Datos de Estaciones* y se resume en la tabla 2.

Estas condiciones que se han tenido en cuenta a la hora del cálculo provienen de la norma UNE 100-001.

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Temperatura seca exterior máxima   | 41,3  |
| Temperatura seca exterior mínima   | -10,8 |
| Temperatura húmeda exterior máxima | 23    |

Tabla 5: Condiciones climáticas Huesca



### 1.3.4 Condiciones internas

#### 1.3.4.1 Temperaturas objetivo

La temperatura interior objetivo en cada estación se es la que queremos mantener en las habitaciones en cada momento.

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| Temperatura objetivo Verano   | 25 Cº |
| Temperatura objetivo Invierno | 21 Cº |

Estas temperaturas son diferentes con el fin de abaratar costes en la instalación y son agradables para las actividades que tienen lugar en el edificio en todo momento.

#### 1.3.4.2 Niveles de ocupación e iluminación

Se establece un nivel de ocupación medio de 1 persona cada 8 metros cuadrados. Hemos establecido algunas cargas medias por ocupación e iluminación que han sido usadas a la hora de calcular las cargas térmicas.

- Personas: 57 Kcal/h sensible
- Personas: 55 Kcal/h latente
- Iluminación y máquinas: 20 W/m<sup>2</sup>

#### 1.3.4.3 Requisitos de la norma

Nuestro edificio tiene funciones docentes y por eso requiere la existencia de numerosos laboratorios que necesitan otro tipo de condiciones climáticas distintas a las de los despachos o salas de reuniones. Según las normas, los laboratorios necesitan mejor calidad de aire que se traduce en un mayor caudal de aire necesario.

El Rite impone en su norma que según los usos del edificio existen diferentes calidades de aire (IDA) obligatorias. En nuestro caso tenemos dos tipos de IDA

| Tipo de IDA | Descripción                                     | ppm | Caudal de aire exterior |
|-------------|---|-----|-------------------------|
| IDA 1       | Aire de óptima calidad → Laboratorios           | 350 | 8 l/s por persona       |
| IDA 2       | Aire de calidad media → Despachos y otras salas | 500 | 12,5 l/s por persona    |

Tabla 6: calidad del aire según el RITE

El Nivel sonoro máximo de acuerdo con la normativa IT 1.1.4.4: *Exigencia de Calidad del Ambiente Acústico* será respetado en todo momento.

## 1.4 CÁLCULO DE CARGAS

Este es el primer paso a la hora de diseñar la climatización de un edificio. Partimos de las condiciones exteriores e interiores del edificio, de las características constructivas del mismo y de los tamaños y localizaciones de las habitaciones y salas para conseguir las máximas cargas climáticas en verano y en invierno para cada una de ellas. La carga máxima se da a horas diferentes para cada habitación dependiendo sobre todo de la orientación de esta.

Las cargas pueden ser sensibles si afectan al cambio de temperatura de la habitación o latentes si lo que hacen es cambiar la humedad de esta.

Las aportaciones exteriores consisten en todas las cargas que afecten al edificio por la diferencia de temperatura existente entre el interior y el exterior. Aquí se incluyen los factores de transmisión y la orientación del edificio.

Las aportaciones interiores consisten en el calor aportado por las personas, ordenadores, iluminación y equipos de laboratorio.

### 1.4.1. Cargas de verano

Para diseñar los equipos de refrigeración necesitamos tener en cuenta todas las cargas caloríficas que existan en el edificio. Tomaremos el caso más desfavorable para cada habitación, que suele producirse en el mes de Julio entre las 15 y las 17 horas.

Estas cargas consisten en cargas del sol transmitida por los cristales, cargas del sol transmitida a través de muros y paredes exteriores, ocupación, iluminación, equipos y transmisión a través de puertas, muros hacia zonas no climatizadas, suelos y techos.

#### 1.4.1.1 Cargas debidas a la radiación solar a través de cristales

Esta es la carga más grande y la que más afecta al dimensionamiento de los equipos. Tiene una fuerte dependencia de la orientación de la sala, del área de cristal, y de la fecha y hora a analizar.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Q = A \cdot G \cdot FGS$$

Donde:

- A es la superficie de cristal
- G es un factor que nos viene dado por la localización del centro docente.

- FGS es el factor de ganancia solar.
- Q es la carga térmica en kcal/h.

#### 1.4.1.2 Cargas debidas a la transmisión por paredes y muros exteriores

El calor transmitido a través de las paredes y muros exteriores es menor que el transmitido por los cristales, pero es imprescindible para el cálculo de las cargas. En los muros el calor se transmite por la diferencia de temperatura existente entre la cara exterior y la cara interior.

La facilidad para transmitir el calor a través de los muros o peso térmico depende de la densidad del muro, es decir, el material de este, la capacidad del material para absorber calor, y la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior.

Las fórmulas que utilizamos serán:

$$Q = A \cdot \Delta T_{eq} \cdot K$$

$$\Delta T_{eqc} = a + \Delta T_{eqs} + Fc \cdot (Rs/Rm) \cdot (\Delta T_{eqm} - \Delta T_{eqs})$$

Donde:

- A es el área del muro
- K coeficiente de transmisión de los muros.
- $\Delta T_{eqc}$ : Diferencia equivalente de temperatura corregida
- a: Factor de corrección.
- $\Delta T_{eqs}$ : Diferencia equivalente de temperatura a la sombra a la hora de cálculo.
- Fc: Factor de corrección referido al color.
- Rs: Máxima insolación, correspondiente al mes de julio, a través de una superficie de la orientación correspondiente.
- Rm: Máxima insolación, correspondiente al mes de julio, a través de una superficie en la orientación correspondiente.

#### 1.4.1.3 Cargas debidas a la transmisión por muros interiores

Corresponde al contacto entre zona climatizadas con zonas no climatizadas como pueden ser las escaleras los pasillos y otras salas que no se climatizan.

La fórmula a utilizar es:

$$Q = A \cdot \Delta T_{LNC} \cdot K$$

Donde:

- A: Área del tabique interior.
- $\Delta T_{LNC}$ : Diferencia de temperatura entre la zona no climatizada y la temperatura objetivo.

- K: Coeficiente de transmisión.

### **1.4.2. Cargas de Invierno**

A la hora de dimensionar los equipos de calefacción del edificio debemos tener en cuenta únicamente las cargas exteriores relacionadas con la diferencia de temperatura.

Las cargas interiores no se tienen en cuenta porque aportan calor, lo cual ayuda a que las pérdidas por frío no sean mayores. Dimensionaremos los equipos de calefacción como si estas cargas interiores no estuvieran, es decir, como si las habitaciones estuvieran con la luz apagada y vacías.

La expresión usada para calcular las pérdidas en invierno es:

$$Q = K \cdot A \cdot \Delta T \cdot f_v$$

Donde:

- K: Coeficiente de transmisión.
- A: Área del tabique interior.
- Fv: Factor de vientos.
- $\Delta T$ : Diferencia de temperaturas.

### **1.4.3. Resultados de las cargas**

Utilizando las hojas de cálculo que se han facilitado calculamos las cargas de todas las habitaciones de nuestro edificio. Los resultados están presentados por plantas.

Para las exigencias frigoríficas la hoja de cálculo nos da los resultados del calor sensible y latente del local en cuestión. Además, le suma el calor aportado por el caudal del aire exterior que nos impone el Rite para cada tipo de habitación.

En la hoja de exigencias caloríficas tenemos los valores de las pérdidas por diferencia de temperatura que hay que contrarrestar. Los valores por caudales de aire exterior están utilizados para el dimensionamiento de los climatizadores.

Los resultados están expresados en Kilocalorías por hora y son transformables a vatios por la siguiente relación:  $1W = 0,86Kcal/h$

| <b>T. HABITACIÓN</b>                 | <b>n°</b> | <b>calor sensible</b> | <b>latente</b> | <b>calor efectivo</b> | <b>Gran calot total</b> | <b>Caudal de aire(m3/h)</b> |
|--------------------------------------|-----------|-----------------------|----------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| <b>Lab electricidad formación</b>    | 1         | 7454                  | 1169           | 8623                  | 15511                   | 2249                        |
| <b>decanato despachos</b>            | 7         | 2236                  | 760            | 2996                  | 4284                    | 674                         |
| <b>reuniones decanato</b>            | 1         | 4291                  | 795            | 5086                  | 6373                    | 1294                        |
| <b>Zona 60</b>                       | 9         | 2156                  | 760            | 2916                  | 5313                    | 651                         |
| <b>sala técnicos</b>                 | 1         | 2852                  | 769            | 3621                  | 10555                   | 860                         |
| <b>Almacén termodinámica</b>         | 1         | 3378                  | 777            | 4155                  | 4015                    | 1019                        |
| <b>BECARIOS</b>                      | 2         | 2308                  | 760            | 3068                  | 5331                    | 696                         |
| <b>Laboratorio 6</b>                 | 1         | 5868                  | 1134           | 7002                  | 10918                   | 1770                        |
| <b>Lab 5</b>                         | 1         | 4181                  | 1100           | 5281                  | 9160                    | 1261                        |
| <b>QUIM ORG. 1</b>                   | 1         | 10452                 | 1152           | 11604                 | 16521                   | 3153                        |
| <b>Labs química orgánica</b>         | 4         | 6009                  | 1117           | 7126                  | 15419                   | 1813                        |
| <b>Labs química inorgánica oeste</b> | 2         | 11663                 | 1301           | 12963                 | 16405                   | 2967                        |
| <b>Química inorganica esquina</b>    | 1         | 11536                 | 1031           | 12567                 | 16589                   | 3518                        |
| <b>Química centrales</b>             | 4         | 4986                  | 1169           | 6155                  | 7320                    | 2170                        |
| <b>Física estados</b>                | 2         | 14166                 | 1307           | 15473                 | 17651                   | 4273                        |
| <b>LABS smap y termo</b>             | 5         | 6127                  | 757            | 6884                  | 8416                    | 1848                        |
| <b>Ordenadores electrónica</b>       | 1         | 5997                  | 783            | 6780                  | 8423                    | 1809                        |
| <b>Labs Tipo 1</b>                   | 2         | 4781                  | 766            | 5547                  | 9557                    | 1442                        |
| <b>LAB SUR TERMO</b>                 | 1         | 5977                  | 783            | 6760                  | 9768                    | 1803                        |
| <b>Labs tipo II</b>                  | 2         | 6267                  | 783            | 7050                  | 11683                   | 1891                        |
| <b>Prep. Muestras</b>                | 2         | 1960                  | 714            | 2674                  | 4522                    | 591                         |
| <b>Aseos sur</b>                     | 5         | 1951                  | 752            | 2703                  | 4710                    | 589                         |
| <b>Aseos centrales</b>               | 2         | 1755                  | 752            | 2507                  | 4689                    | 529                         |
| <b>Sala Graxias</b>                  | 1         | 4184                  | 795            | 4979                  | 6359                    | 1262                        |

Tabla 7: Cargas de Verano Planta baja

| T. HABITACIÓN | nº | Calor sensible | latente | Calor efectivo Kcal/h | Gran calor total Kcal/h | Caudal de aire(m3/h) |
|---------------|----|----------------|---------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| despacho 1    | 33 | 3525           | 231     | 3756                  | 4633                    | 759                  |
| despacho 2    | 33 | 1393           | 286     | 1679                  | 2841                    | 420                  |
| sala 5        | 7  | 4222           | 0       | 4222                  | 5500                    | 1274                 |
| sala 7        | 1  | 5470           | 0       | 5470                  | 7433                    | 1650                 |
| sala 11       | 1  | 19453          | 0       | 19453                 | 7464                    | 5868                 |
| Sala 10       | 1  | 21238          | 0       | 21238                 | 31368                   | 6407                 |
| Sala 12       | 2  | 3327           | 0       | 3327                  | 5163                    | 1004                 |
| Sala 8        | 2  | 4010           | 0       | 4010                  | 5467                    | 1210                 |
| aseos         | 6  | 1812           | 0       | 1812                  | 3145                    | 547                  |
| Sala 1        | 1  | 2380           | 0       | 2380                  | 5245                    | 718                  |
| Sala 2        | 3  | 2811           | 0       | 2811                  | 4867                    | 848                  |
| Sala 4        | 1  | 3132           | 0       | 3132                  | 5341                    | 945                  |
| Sala 6        | 1  | 2865           | 0       | 2865                  | 4742                    | 864                  |
| Sala 3        | 1  | 2802           | 0       | 2802                  | 4713                    | 845                  |
| Sala L        | 1  | 6366           | 0       | 6366                  | 11028                   | 1920                 |

Tabla 8: Cargas de Verano Planta Primera

| T. HABITACIÓN  | nº | Calor sensible | Latente | Calor efectivo Kcal/h | Gran calor total Kcal/h | Caudal de aire(m3/h) |
|----------------|----|----------------|---------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| Desp. 1, 3 y 5 | 60 | 3525           | 231     | 3756                  | 4633                    | 759                  |
| Desp. 2 4 y 6  | 60 | 1393           | 286     | 1679                  | 2841                    | 420                  |
| Sing 4         | 3  | 2295           | 231     | 2526                  | 3638                    | 494                  |
| Sala 2         | 1  | 3710           | 237     | 3947                  | 5411                    | 799                  |
| sing 3         | 1  | 2854           | 231     | 3085                  | 4274                    | 615                  |
| sing 1         | 1  | 2220           | 231     | 2451                  | 3841                    | 479                  |
| sing 2         | 1  | 4037           | 234     | 4271                  | 5443                    | 870                  |
| Sala 1         | 2  | 4338           | 239     | 4577                  | 5493                    | 935                  |
| Sala 3         | 1  | 4564           | 239     | 4803                  | 5520                    | 984                  |
| Sala 4         | 1  | 4564           | 239     | 4803                  | 5520                    | 984                  |
| Aseos          | 6  | 1940           | 217     | 2157                  | 3695                    | 418                  |

Tabla 9: Cargas de Verano Planta Segunda

| <b>T. HABITACIÓN</b>                | <b>nº</b> | <b>Calor sensible</b> | <b>Latente</b> | <b>Calor efectivo Kcal/h</b> | <b>Gran calor total Kcal/h</b> | <b>Caudal de aire(m3/h)</b> |
|-------------------------------------|-----------|-----------------------|----------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <b>Desp. Zona 1 y 4</b>             | 41        | 3525                  | 231            | 3756                         | 4633                           | 759                         |
| <b>zona 2 y 3</b>                   | 49        | 1393                  | 286            | 1679                         | 2841                           | 420                         |
| <b>Lab contaminación</b>            | 1         | 3317                  | 316            | 3633                         | 7521                           | 1000                        |
| <b>Laboratorios generales</b>       | 4         | 3135                  | 313            | 3448                         | 7491                           | 946                         |
| <b>Lab renovables</b>               | 1         | 3875                  | 316            | 4191                         | 7591                           | 1169                        |
| <b>Lab teledirección</b>            | 1         | 6582                  | 351            | 6933                         | 8293                           | 1986                        |
| <b>Química orgánica reuniones</b>   | 1         | 3116                  | 223            | 3339                         | 5388                           | 940                         |
| <b>Química inorgánica reuniones</b> | 1         | 4425                  | 228            | 4653                         | 5564                           | 1335                        |
| <b>Biblio atmosférica</b>           | 1         | 3607                  | 228            | 3835                         | 5462                           | 1088                        |
| <b>Aseos 6 salas</b>                | 6         | 1898                  | 217            | 2115                         | 3219                           | 573                         |
| <b>Sala de reuniones</b>            | 1         | 4667                  | 237            | 4904                         | 5808                           | 1408                        |
| <b>Becarios</b>                     | 1         | 7550                  | 242            | 7792                         | 9283                           | 2277                        |
| <b>Desp único 3</b>                 | 1         | 2318                  | 231            | 2549                         | 3367                           | 699                         |
| <b>Desp único 2 y 4</b>             | 2         | 3796                  | 220            | 4016                         | 5465                           | 1145                        |

Tabla 10: Cargas de Verano Planta Tercera

| <b>T. HABITACIÓN</b>          | <b>Cantidad</b> | <b>Pérdidas (Kcal/h)</b> |
|-------------------------------|-----------------|--------------------------|
| Lab electricidad formación    | 1               | 2331                     |
| decanato despachos            | 7               | 737                      |
| reuniones decanato            | 1               | 3270                     |
| Zona 60                       | 9               | 630                      |
| sala técnicos                 | 1               | 1135                     |
| Almacén termodinámica         | 1               | 1325                     |
| BECARIOS                      | 2               | 780                      |
| Laboratorio 6                 | 1               | 3177                     |
| Lab 5                         | 1               | 1891                     |
| QUIM ORG. 1                   | 1               | 5135                     |
| Labs química orgánica         | 4               | 1376                     |
| Labs química inorgánica oeste | 2               | 2420                     |
| Química inorgánica esquina    | 1               | 3719                     |
| Química centrales             | 4               |                          |
| Física estados                | 2               |                          |
| LABS smap y termo             | 5               |                          |
| Ordenadores electrónica       | 1               |                          |
| Labs Tipo 1                   | 2               |                          |
| LAB SUR TERMO                 | 1               | 1076                     |
| Labs tipo II                  | 2               |                          |
| Prep. Muestras                | 2               |                          |
| Asesos sur                    | 5               | 536                      |
| Aseos centrales               | 2               | 0                        |
| Sala Graxias                  | 1               | 2010                     |

Tabla 11: pérdidas Invierno de la planta baja



| <b>T. HABITACIÓN</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Kcal/h</b> |
|----------------------|-----------------|---------------|
| despacho 1           | 33              | 650           |
| despacho 2           | 33              | 636           |
| sala 5               | 7               | 782           |
| sala 7               | 1               | 2925          |
| sala 11              | 1               | 7393          |
| Sala 10              | 1               | 7088          |
| Sala 12              | 2               | 2352          |
| Sala 8               | 2               | 1812          |
| aseos                | 6               | 313           |
| Sala 1               | 1               | 531           |
| Sala 2               | 3               | 965           |
| Sala 4               | 1               | 2032          |
| Sala 6               | 1               | 782           |
| Sala 3               | 1               | 548           |
| Sala L               | 1               | 2144          |

*Tabla 12: Pérdidas invierno para la primera planta*

| <b>T. HABITACIÓN</b> | <b>nº</b> | <b>Kcal/h</b> |
|----------------------|-----------|---------------|
| Desp. 1, 3 y 5       | 60        | 650           |
| Desp. 2 4 y 6        | 60        | 636           |
| Sing 4               | 3         | 1485          |
| Sala 2               | 1         | 1520          |
| sing 3               | 1         | 648           |
| sing 1               | 1         | 648           |
| sing 2               | 2         | 965           |
| Sala 1               | 2         | 1810          |
| Sala 3               | 1         | 2997          |
| Sala 4               | 2         | 2416          |
| Aseos                | 6         | 313           |

Tabla 13: Pérdidas invierno planta segunda

|                              |    |      |
|------------------------------|----|------|
| Desp. Zona 1 y 4             | 41 | 650  |
| Desp. zona 2 y 3             | 49 | 636  |
| Lab contaminación            | 1  | 2694 |
| Laboratorios generales       | 4  | 724  |
| Lab renovables               | 1  | 1910 |
| Lab teledirección            | 1  | 2246 |
| Química orgánica reuniones   | 1  | 1520 |
| Química inorgánica reuniones | 1  | 2416 |
| Biblio atmosférica           | 1  | 1121 |
| Aseos 6 salas                | 6  | 313  |
| Sala de reuniones            | 1  | 1810 |
| Becarios                     | 1  | 2997 |
| Desp único 3                 | 1  | 650  |
| Desp único 2 y 4             | 2  | 648  |

Tabla 14: Pérdidas invierno planta tercer

## 1.5 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

El diseño de la instalación se ha llevado a cabo teniendo en cuenta las características constructivas y condiciones arquitectónicas del edificio. Se utilizará un sistema de climatización por climatizadores principales y unidades fan-coil.

Las unidades fan-coil se encargarán de combatir las cargas climáticas de las habitaciones tanto en verano como en invierno. Por lo que estarán alimentadas por dos circuitos distintos de tuberías. Uno de los circuitos transportará agua a 7 C° para poder combatir el calor mientras que el otro transportará el agua a 60 C° y se encargará de contrarrestar las pérdidas de invierno. Se dispondrá por tanto de un circuito de agua caliente y un circuito de agua fría, alimentados por sus propias bombas, para cada recorrido cerrado.

El sistema de climatizadores principales se encargará de transportar el caudal de aire exterior necesario para cada habitación a través de una red de conductos. Esta instalación es completamente necesaria para poder conseguir la renovación de aire de las habitaciones. El climatizador o unidad de tratamiento de aire contará con baterías de calor y frío, filtros de aire y válvulas de regulación y control. Impulsará el aire a través de los conductos hasta alcanzar los fan-coils.

El sistema de climatización estará formado por distintas redes de conductos y tuberías que aprovecharán las características arquitectónicas del edificio. La planta baja dispondrá de su propia red de tuberías y conductos que serán instalados de forma sencilla en un falso techo y nacerán en una sala que estará acondicionada para albergar los equipos necesarios. A la planta baja la podremos nombrar sección vestíbulo a la hora de referirnos a sus circuitos de climatización.

Las tres plantas superiores las dividiremos por secciones debido a los patios interiores que tiene el edificio. Por esta razón habrá circuitos para las secciones Este, Oeste y central respectivamente. En estos casos las redes de conductos y tuberías nacerán en la cubierta y bajarán hacia las plantas por las escaleras. En la cubierta es donde se dispondrán los diferentes equipos necesarios para la climatización y renovación de aire.

El aire de renovación proveniente de los climatizadores llegará hasta los fan-coils de cada habitación, pero no se debe tener en cuenta a la hora de dimensionar los mismos. Los fan-coils elegidos están acondicionados para tratar el aire de renovación.

### 1.5.1 Cálculo y selección de fan-coils

Los fan-coils son las unidades que, instaladas en cada habitación, combaten las cargas de invierno y verano del local. Los fan-coils tienen un límite de carga que pueden contrarrestar así que en las habitaciones grandes con mucha carga hemos decidido utilizar varios fan-coils. En las habitaciones con más de un equipo la carga se distribuirá equitativamente entre los equipos utilizados.

La potencia frigorífica necesaria de los fan-coils deberá ser superior a la suma del calor latente y sensible de la habitación dividido por el salto térmico del agua en las tuberías. Este calor efectivo total ha sido calculado en la hoja de cargas de verano. El salto térmico para las tuberías frías es de 5 C° ya que el agua sale de la bomba a 7 C° y vuelve por el circuito de retorno a 12 C°. Así el caudal necesario del fan-coil se calcula:

$$Q(l/h) = \frac{\text{Calor efectivo} \left( \frac{\text{Kcal}}{h} \right)}{\delta T * \text{Número de Fan-coils} * 0,86}$$

La potencia calorífica que tiene que dar el fan-coil es la que venza a todas las pérdidas de invierno de la habitación. Hay que tener en cuenta que el salto térmico para las tuberías calientes es de 10 C° ya que el agua sale de la bomba a 60 C° y vuelve a 50 C°.

$$Q(l/h) = \frac{\text{Pérdidas efectivas} \left( \frac{\text{Kcal}}{h} \right)}{\delta T * \text{Número de Fan-coils} * 0,86}$$

El caudal para dimensionar el fan-coil será el máximo de los dos calculados anteriormente.

Los fan-coils elegidos serán de tipo cassette cuyas características principales están explicadas en su catálogo.

También se han tenido en cuenta las exigencias sonoras para no superar los dB permitidos, expuestos anteriormente en la memoria.

| Planta | Habitación                    | Fancoils por hab. | Pf cada uno (W) | Pc cada uno (W) | Caudal requerido (m <sup>3</sup> /h) | FANCOIL SELECCIONADO                    |
|--------|-------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|---|
| 0      | Lab electricidad formación    | 2                 | 5013            | 1150            | 862,3                                | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 0      | decanato despachos            | 1                 | 3484            | 737             | 599,2                                | FCS80 4024/5046W 1375m <sup>3</sup> /h  |
| 0      | reuniones decanato            | 1                 | 5914            | 3270            | 1017,2                               | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 0      | Zona 60                       | 1                 | 3391            | 630             | 583,2                                | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 0      | sala técnicos                 | 1                 | 4210            | 1135            | 724,2                                | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 0      | Almacén termodinámica         | 1                 | 4831            | 1325            | 831                                  | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 0      | BECARIOS                      | 1                 | 3567            | 780             | 613,6                                | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 0      | Laboratorio 6                 | 2                 | 4071            | 1588,5          | 700,2                                | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 0      | Lab 5                         | 1                 | 6141            | 1891            | 1056,2                               | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 0      | QUIM ORG. 1                   | 3                 | 4498            | 1712            | 773,6                                | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 0      | Labs química orgánica         | 2                 | 4143            | 688             | 712,6                                | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 0      | Labs química inorgánica oeste | 3                 | 5024            | 869             | 864,2                                | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 0      | Química inorgánica esquina    | 3                 | 4871            | 1240            | 837,8                                | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 0      | Química centrales             | 2                 | 3578            | 0               | 615,5                                | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 0      | Física estados                | 4                 | 4498            | 0               | 773,65                               | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 0      | LABS smap y termo             | 2                 | 4002            | 0               | 688,4                                | FCS80 4024/5046W 1375m <sup>3</sup> /h  |
| 0      | Ordenadores electrónica       | 2                 | 3942            | 0               | 678                                  | FCS80 4024/5046W 1375m <sup>3</sup> /h  |
| 0      | Labs Tipo 1                   | 1                 | 6450            | 0               | 1109,4                               | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 0      | LAB SUR TERMO                 | 2                 | 3930            | 538             | 676                                  | FCS80 4024/5046W 1375m <sup>3</sup> /h  |
| 0      | Labs tipo II                  | 2                 | 4099            | 0               | 705                                  | FCS80 4024/5046W 1375m <sup>3</sup> /h  |
| 0      | Prep. Muestras                | 1                 | 3109            | 0               | 534,8                                | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 0      | Asesos sur                    | 1                 | 3143            | 536             | 540,6                                | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 0      | Aseos centrales               | 1                 | 2915            | 0               | 501,4                                | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 0      | Sala Graxias                  | 1                 | 5790            | 2010            | 995,8                                | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 1      | despacho 1                    | 1                 | 4367            | 650             | 751,2                                | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 1      | despacho 2                    | 1                 | 1952            | 648             | 335,8                                | FCS30 2328/2818 W 750m <sup>3</sup> /h  |
| 1      | sala 5                        | 1                 | 5194            | 782             | 893,4                                | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 1      | sala 7                        | 1                 | 6651            | 2925            | 1144                                 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 1      | sala 11                       | 6                 | 3828            | 1232,2          | 658,4                                | FCS80 4024/5046W 1375m <sup>3</sup> /h  |
| 1      | Sala 10                       | 5                 | 5006            | 1417,6          | 861,04                               | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 1      | Sala 12                       | 1                 | 4130            | 2352            | 710,4                                | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 1      | Sala 8                        | 1                 | 4944            | 1812            | 850,4                                | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |

|                                |   |      |        |       |   |
|--------------------------------|---|------|--------|-------|---|
| 1 aseos                        | 1 | 2373 | 313    | 408,2 | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 1 Sala 1                       | 1 | 3036 | 531    | 522,2 | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 1 Sala 2                       | 1 | 3541 | 965    | 609   | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 1 Sala 4                       | 1 | 3914 | 2032   | 673,2 | FCS80 4024/5046W 1375m <sup>3</sup> /h  |
| 1 Sala 6                       | 1 | 3603 | 782    | 619,8 | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 1 Sala 3                       | 1 | 3530 | 548    | 607,2 | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 1 Sala L                       | 2 | 3848 | 1072   | 661,8 | FCS80 4024/5046W 1375m <sup>3</sup> /h  |
| 2 Desp. 1, 3 y 5               | 1 | 4367 | 648    | 751,2 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 2 Desp. 2 4 y 6                | 1 | 1952 | 650    | 335,8 | FCS30 2328/2818 W 750m <sup>3</sup> /h  |
| 2 Sing 4                       | 1 | 2937 | 1485   | 505,2 | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 2 Sala 2                       | 1 | 4590 | 1520   | 789,4 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 2 sing 3                       | 1 | 3587 | 648    | 617   | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 2 sing 1                       | 1 | 2850 | 648    | 490,2 | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 2 sing 2                       | 1 | 4966 | 965    | 854,2 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 2 Sala 1                       | 1 | 5322 | 1810   | 915,4 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 2 Sala 3                       | 1 | 5585 | 2997   | 960,6 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 2 Sala 4                       | 1 | 5585 | 2416   | 960,6 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 2 Aseos                        | 1 | 2508 | 313    | 431,4 | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 3 Desp. Zona 1 y 4             | 1 | 4367 | 650    | 751,2 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 3 zona 2 y 3                   | 1 | 1952 | 648    | 335,8 | FCS30 2328/2818 W 750m <sup>3</sup> /h  |
| 3 Lab contaminación            | 1 | 4224 | 2694   | 726,6 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 3 Laboratorios generales       | 1 | 4009 | 724    | 689,6 | FCS80 4024/5046W 1375m <sup>3</sup> /h  |
| 3 Lab renovables               | 1 | 4873 | 1910   | 838,2 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 3 Lab teledirección            | 2 | 4031 | 1123   | 693,3 | FCS80 4024/5046W 1375m <sup>3</sup> /h  |
| 3 Química orgánica reuniones   | 1 | 3883 | 1520   | 667,8 | FCS80 4024/5046W 1375m <sup>3</sup> /h  |
| 3 Química inorgánica reuniones | 1 | 5410 | 2416   | 930,6 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 3 Biblio atmosférica           | 1 | 4459 | 1121   | 767   | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 3 Aseos 6 salas                | 1 | 2459 | 313    | 423   | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 3 Sala de reuniones            | 1 | 5702 | 1810   | 980,8 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 3 Becarios                     | 2 | 4530 | 1498,5 | 779,2 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |
| 3 Desp único 3                 | 1 | 2964 | 650    | 509,8 | FCS50 3689/3146 W 875m <sup>3</sup> /h  |
| 3 Desp único 2 y 4             | 1 | 4670 | 648    | 803,2 | FCS90 6621/6000 W 1600m <sup>3</sup> /h |

Tabla 15: Selección de Fancoils

### 1.5.2 Red de tuberías

Las tuberías son las encargadas de transportar el caudal desde las bombas hasta los fancoils.

Las redes de tuberías en cada sección están formadas por 4 vías o tubos. La impulsión fría a 7 C°, el retorno frío a 12 C°, la impulsión caliente a 60 C° y el retorno caliente a 50 C°. Cada circuito (el caliente y el frío) tendrá su propia

Las tuberías llevan a cada equipo el caudal demandado que está especificado en la tabla 15.

Una vez tenemos el caudal necesario en cada equipo realizamos el plano de la red de tuberías. Este plano nos mostrará el recorrido de las tuberías desde la bomba hasta cada uno de los equipos. El plano es importante para saber la cantidad de codos, cruces en te, longitudes y ramificaciones que serán necesarias y que aportan más pérdidas a nuestro circuito.

Posteriormente, usando las tablas de Moody (Anexos), podemos elegir un diámetro adecuado para cada tramo de las tuberías a partir del caudal que recorrerá ese tramo (suma del caudal de los fancoils posteriores al mismo). Para elegir el diámetro debemos tener en cuenta 3 factores:

- Según la normativa RITE la velocidad del agua en todos los tramos debe ser inferior a 2 m/s
- La normativa RITE también nos exige que la pérdida de carga sea inferior a 30 mm.c.a.
- Con el fin de abaratar costes siempre elegiremos el diámetro de tubería más pequeño posible, o el que abarate más los costes de instalación.

Las pérdidas de carga en las tuberías se producen por la introducción de accesorios y por el rozamiento viscoso del fluido en contacto con la tubería. Por esta razón cuanto más diámetro de tubería tengamos las pérdidas de carga relativas se reducirán, ya que habrá menos proporción de líquido en contacto directo con la tubería. Los accesorios añadirán pérdidas a nuestro circuito, pero son necesarios para el correcto funcionamiento de este.

El material usado para las tuberías es el acero con aislamiento térmico tanto exterior como interior para minimizar las pérdidas energéticas. A su vez se han introducido elementos que refuercen las partes más débiles.

Usaremos diámetros de tubería estandarizados para facilitar la obtención de estos y abaratar los costes.

| $\varnothing$ | DN (mm) |
|---------------|---------|
| 1/2"          | 15      |
| 3/4"          | 20      |
| 1"            | 25      |
| 1 1/4"        | 32      |
| 1 1/2"        | 40      |
| 2"            | 50      |
| 2 1/2"        | 65      |
| 3"            | 80      |
| 4"            | 100     |
| 5"            | 125     |
| 6"            | 150     |
| 8"            | 200     |
| 10"           | 250     |
| 12"           | 300     |
| 14"           | 350     |

Tabla 16: Diámetros estandarizados para tuberías.

### 1.5.3 Válvulas

En los anexos se pueden encontrar los diferentes esquemas de válvulas que hemos utilizado para calcular las pérdidas en los circuitos. Hay un esquema para los fan-coils, otro para los climatizadores y otro para las bombas.

Las válvulas añaden numerosas pérdidas a nuestro circuito, pero son necesarias tanto como para regular la entrada y salida de caudal de los diferentes equipos, como elementos de seguridad en el caso de que algo falle o haya que realizar el mantenimiento de algún equipo.

Los tipos de válvulas que hay son:

- De bola: mecanismo de regulación del flujo de paso.
- De retención: elementos de seguridad necesarios y exigidos por la UNE.
- De regulación
- De control: abastecen en cada momento el caudal necesario por el equipo.

Las pérdidas de cada una dependen del diámetro de la tubería en el que estén establecidas.



#### 1.5.4 Selección de bombas de la red de tuberías

Las bombas del sistema abastecen del caudal necesario a todos los equipos y por lo tanto es exigido que puedan dar la suma del caudal máximo requerido por todos los equipos.

En cada sección dispondremos de dos bombas, la del circuito frío y la del circuito caliente. La bomba del circuito frío será de mayor tamaño ya que tiene que abastecer de mayor caudal a los equipos.

Para el dimensionamiento de las bombas calcularemos las pérdidas de carga del recorrido más desfavorable ayudándonos de las hojas de cálculo de la red de tuberías (ver anexo). Si la bomba puede abastecer al recorrido de más pérdida de carga no tendrá problema en abastecer al resto de recorridos.

Generalmente, el recorrido más desfavorable es el de mayor longitud. Para las pérdidas de carga tendremos en cuenta todas las producidas por el rozamiento viscoso del fluido con las tuberías, los accesorios de las tuberías (codos de 90°, cruces en te...), la válvula de control, el recorrido de retorno del fluido y todas las válvulas del fancoil y la bomba.

Las bombas que usaremos serán:

| Sección         | Circuito de calor          | Circuito frío           |
|-----------------|----------------------------|-------------------------|
| Sección Este    | EBARA ELINE D 40-160 0,55A | EBARA ELINE D 80-200 4A |
| Sección Central | EBARA ELINE D 40-125 0,55A | EBARA ELINE D 80-200 3B |
| Sección Oeste   | EBARA ELINE D 40-160 0,55A | EBARA ELINE D 80-200 4A |
| Planta baja     | EBARA ELINE D 40-10 0,55B  | EBARA ELINE D 80-200 4A |

Tabla 16: Selección de bombas de abastecimiento

Una de las principales características de las bombas elegidas es que dentro de la misma carcasa encontramos dos bombas, así que en el caso de que una de las dos falle la circulación de agua por el circuito de tuberías no tiene porque ser interrumpido.

#### 1.5.5 Cálculo y selección de climatizadores de aire primario

Para simplificar la red y asegurar la correcta renovación de aire en todas las habitaciones se ha decidido que todos los despachos y habitaciones pequeñas (menos de 20 m<sup>2</sup>) serán abastecidas con un caudal de aire primario de 150 m<sup>3</sup>/h, mientras que las grandes serán abastecidas según el nivel de ocupación y la normativa IDE para la renovación de aire de las habitaciones.

Como el RITE indica que solo se pueden usar climatizadores de un solo ventilador para caudales menores a  $1500\text{m}^3/\text{h}$ , el tipo de climatizador que se utilizará dispondrá de dos ventiladores, uno para el circuito de impulsión y otro para el circuito de retorno, que tendrá prácticamente las mismas pérdidas que el de impulsión. Además, dispondrá de una batería de calor y otra de frío, así como de distintas válvulas de regulación y recuperación.

El climatizador será el encargado de dar la fuerza de impulsión necesaria al aire para que supere todas las pérdidas de carga de los conductos y sus accesorios, así como las pérdidas de carga que tienen lugar en la difusión del aire en la habitación. La difusión del aire se llevará a cabo en los fan-coils, que al ser de tipo cassette están acondicionados para llevar a cabo la renovación de aire. Aún así, será necesario añadir reguladores de caudal a cada fan-coil que controlen

El caudal que tiene que dar el climatizador es el sumatorio de los caudales necesarios de todas las salas de la sección y tendrá que superar una pérdida de carga que nos va a ser dada por las hojas de cálculo de conductos.

Los climatizadores elegidos son de la marca TROX, de la serie TKM50HE, serie que facilita el dimensionamiento de las unidades de tratamiento de aire según las especificaciones del cliente. Este tipo de ventilador está formado por ventiladores eléctricos de tipo centrífugo, con palas de reacción y motor de velocidad constante, baterías de calor y frío de agua en tubo de cobre y aletas de aluminio y secciones de filtrado

Nuestros climatizadores serán:

| Sección   | Climatizador  |
|-----------|---|
| Este      | Trox serie TKM50HE $17500\text{ m}^3/\text{h}$ 27/135KW<br>p.e.d= 37,5 mm.c.a |
| Central   | Trox serie TKM50HE $16000\text{ m}^3/\text{h}$ 22/110 KW<br>p.e.d= 26 mm.c.a  |
| Oeste     | Trox serie TKM50HE $17000\text{ m}^3/\text{h}$ 30/157 KW<br>p.e.d= 36 mm.c.a  |
| Vestíbulo | Trox serie TKM50HE $16200\text{ m}^3/\text{h}$ 30/165 KW<br>P.e.d= 45 mm.c.a  |

Tabla 17: Selección de climatizadores

Cabe destacar que el caudal necesario para las plantas superiores es mayor, aunque en la planta baja hay más laboratorios que requieren más caudal de aire por persona según la norma. Esto se debe a que hemos supuesto un caudal de aire de  $150\text{m}^3/\text{h}$  para los despachos, considerablemente superior al exigido por la norma.

### 1.5.6 Redes de conductos

El primer paso es elegir los difusores e instalarlos en las habitaciones con diferentes criterios de localización como no estar cerca de las paredes ni estar a menos de un metro uno de otro. En este caso, al haber utilizado fan-coils en todas las habitaciones y habiendo cumplido estos criterios a la hora de colocarlos podemos simplificar el problema diciendo que los difusores se encuentran directamente incluidos en la localización del fan-coil.

El siguiente paso es calcular las dimensiones de los conductos, encargados de relacionar nuestras habitaciones con los climatizadores de aire primario y esenciales a la hora de renovar el aire de las habitaciones, principal función de los climatizadores. Las redes de conductos en cada sección están formadas por el circuito de impulsión y el circuito de retorno.

Para el cálculo de los tamaños de conducto utilizaremos la hoja de cálculo aportada y las tablas de conversión que están indicadas en los anexos. Se entra en las tablas con el caudal que será necesario llevar en cada tramo y con eso se elige el diámetro equivalente y se obtienen las pérdidas de carga y la velocidad del aire en ese tramo.

Los criterios de elección del diámetro serán los siguientes:

- Que el diámetro sea lo más pequeño posible con el fin de abaratar costes y facilitar la instalación.
- Que la pérdida de carga unitaria esté comprendida entre 0,08 y 0,1 mm.c.a./ml como mucho.
- Que la velocidad sea menor de 10 m/s en todo tramo y en todo momento

Posteriormente se transforma el diámetro equivalente de sección circular en una sección cuadrada o rectangular con el único fin de facilitar la instalación y por temas de espacio en los falsos techos. Cuanto más cuadrada sea la sección del conducto menos problemas de pandeo tendrá.

También se añadirán los accesorios necesarios a la instalación, como pueden ser válvulas de control, regulación y retención, codos de 90°, cruces y elementos de difusión. La forma de añadirlos será aplicándoles la longitud equivalente que aparece en la tabla expuesta en los anexos y sumándola a la longitud total de la instalación, aumentando las pérdidas de esta.

Se han añadido compuertas cortafuegos para aislar el aire de diferentes zonas en el caso de que se produzca un incendio. Se han añadido en los laboratorios de química, electrónica y en los cambios de planta.

Los conductos serán de chapa y estarán aislados en un 60% de su sección.

Habrà una red de conductos que parten de climatizador para cada sección: Oeste, Este, central y vestíbulo.

### 1.5.7 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PRIMARIOS

Se trata de las unidades que calentarán o enfriarán el agua y aire procedente de la red central de Huesca.

Estos sistemas de producción deberán hacer frente a toda la carga calorífica en verano y a toda la pérdida en invierno.

Para dimensionar estos equipos se han calculado las cargas máximas de todo el edificio y no la suma de los máximos individuales de cada sala, que sería una carga mayor ya que las salas están todas calculadas en la hora donde más calor es transferido.

Estas cargas máximas globales son:

Invierno: 1163,64 KW

Verano: 1702,296 KW

Según el RITE siempre que la instalación requiera de más de 400KW se deberá instalar más de una caldera. En este caso nuestra instalación requiere casi 1200 KW de potencia calorífica y por eso tendremos que instalar dos calderas de manera obligada.

| Sistema de producción | de Marca-modelo     | Unidades |
|-----------------------|---------------------|----------|
| Frío                  | Lennox Wa 370 A STD | 5        |
| Caliente              | ADISA- ADI CD-M 600 | 2        |

Tabla 18: Selección de equipos primarios

Características:

Producción de frío:

- Potencia frigorífica: 350,2 KW.
- Marca: Lennox.
- Potencia consumida: 157KW.
- Modelo: WA 370 A STD.
- Tipo: enfriamiento por condensación de aire.
- Compresores tipo Scroll.
- Ventilador axial

Producción de calor:

- Marca: ADISA
- Modelo: ADI CD-M600
- Potencia: 588 KW
- Tipo: Caldera generadora de gas tipo modular.
- Rendimiento: alto.
- Chimenea y colector de humos

Las calderas y sistemas de producción fríos estarán alimentados por su propia instalación de tuberías primaria que dispondrá de bombas que actuarán únicamente en este circuito. No ha sido necesario añadir un depósito donde se reserve agua ya climatizada debido a que el volumen del circuito siempre es suficiente para abastecer todas las redes de tuberías.

---

## ***2. ANEXOS***

---

## 2.1 Condiciones climatológicas Huesca

| Provincia | Estación            | Indicativo |
|-----------|---------------------|------------|
| Huesca    | Huesca (Monflorite) | 9898       |

### UBICACIÓN: AEROPUERTO

### Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO

| a.s.n.m. (m) | Lat.      | Long.      | T seca | Hum. relativa | T terreno | Rad |
|--------------|-----------|------------|--------|---------------|-----------|-----|
| 541          | 42°05'00" | 00°19'35"W | 77.180 | 12.796        |           |     |

### CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

| TSMIN (°C) | TS 99,6 (°C) | TS 99 (°C) | OMDC (°C) | HUMcoin (%) | OMA (°C) |
|------------|--------------|------------|-----------|-------------|----------|
| -10,8      | -4,3         | -2,5       | 9,3       | 86,3        | 39,3     |

### 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) |
|------------|-------------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| 41,3       | 35,0        | 22,2         | 33,4      | 21,5       | 31,7      | 21,1       | 16,1      |

### 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) |
|-------------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|
| 23,0        | 23,0         | 22,1      | 22,1       | 21,3      | 21,3       |

### VALORES MEDIOS MENSUALES

| Mes        | TA (°C) | TASOL (°C) | GD 15 (°C) | GD 20 | GDR 20 | RADH (kWh/m² día) | TTERR (°C) |
|------------|---------|------------|------------|-------|--------|-------------------|------------|
| Enero      | 5,0     | 6,6        | 309        | 464   | 0      |                   |            |
| Febrero    | 5,9     | 8,0        | 256        | 396   | 0      |                   |            |
| Marzo      | 9,8     | 12,1       | 173        | 317   | 1      |                   |            |
| Abril      | 12,0    | 14,3       | 121        | 246   | 5      |                   |            |
| Mayo       | 16,3    | 18,6       | 54         | 145   | 32     |                   |            |
| Junio      | 22,2    | 24,9       | 9          | 45    | 112    |                   |            |
| Julio      | 23,4    | 25,9       | 4          | 31    | 135    |                   |            |
| Agosto     | 23,3    | 25,8       | 3          | 29    | 132    |                   |            |
| Septiembre | 19,2    | 21,8       | 14         | 76    | 51     |                   |            |
| Octubre    | 14,9    | 17,1       | 55         | 168   | 9      |                   |            |
| Noviembre  | 8,5     | 10,6       | 197        | 345   | 0      |                   |            |
| Diciembre  | 4,9     | 6,5        | 313        | 468   | 0      |                   |            |

Rosa de los vientos: velocidad media 3,74 m/s

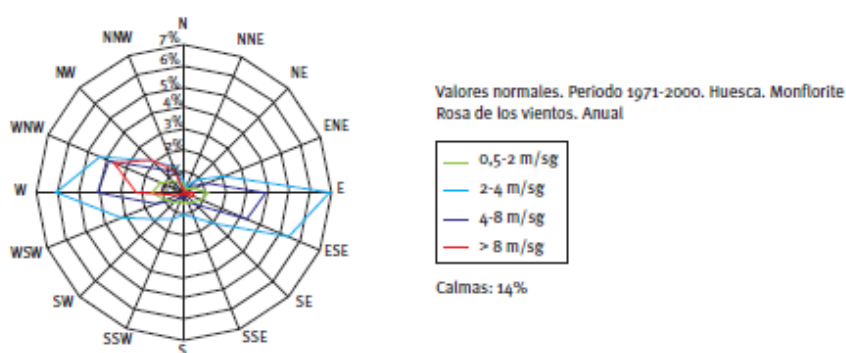


Tabla 19: Valores medios mensuales de las temperaturas en Huesca

## 2.2 Cálculo de cargas

| CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS        |            |                                    |        |                         |          |  |                                |                         |                             |                     |           |        |
|---|------------|------------------------------------|--------|-------------------------|----------|--|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------|--------|
| Proyecto:                                 |            | Climatización de un centro docente |        |                         |          |  |                                |                         |                             | 13 de junio de 2019 |           |        |
| Planta:                                   |            | Planta Baja                        |        |                         | Zona:    |  | Química inorgánica Laboratorio |                         |                             |                     |           |        |
| DIMENSIONES:                              |            | 9,30 X 10,80 =                     |        | 100,44 m2               |          | HORA SOLAR:                                  |                                | 17                      |                             | HUESCA              |           |        |
| 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   | 0,48                    |          | Exteriores                                   | 31,0                           | 26,5                    | 70                          |                     | 20,2      |        |
| NE  | Cristal    | m2 x                               | 32 x   | 0,48                    |          | Interiores                                   | 25,0                           | 18,0                    | 50                          |                     | 10,0      |        |
| ESTE                                      | Cristal    | m2 x                               | 32 x   | 0,48                    |          | DIFERENCIA                                   | 6,0                            |                         |                             |                     | 10,2      |        |
| SE  | Cristal    | m2 x                               | 32 x   | 0,48                    |          | CALOR LATENTE                                |                                |                         |                             |                     |           |        |
| SUR                                       | Cristal    | m2 x                               | 32 x   | 0,48                    |          | Infiltración                                 | m3/h x                         | 10,2                    | x                           | 0,72                |           |        |
| SO  | Cristal    | m2 x                               | 308 x  | 0,48                    |          | Personas                                     | 13                             | Personas                | x                           | 55                  | 715       |        |
| OESTE                                     | Cristal    | 21,60 m2 x                         | 517 x  | 0,48                    | 5.360    | Aplicaciones                                 |                                |                         |                             |                     |           |        |
| NO  | Cristal    | m2 x                               | 408 x  | 0,48                    |          | SUBTOTAL                                     |                                |                         |                             |                     |           |        |
| Claraboya                                 | m2 x       | 235 x                              | 0,48   |                         |          | COEFICIENTE DE SEGURIDAD                     |                                | 10 %                    |                             | 72                  |           |        |
| GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS  |            |                                    |        |                         |          | TOTALES                                      |                                | CALOR LATENTE DEL LOCAL |                             |                     |           | 787    |
| NORTE                                     | Pared      | m2 x                               | 2,1 x  | 0,65                    |          | Aire Ext.                                    | 468,00                         | m3/h x                  | 10,2 x                      | 0,15                | BF x 0,72 | 514    |
| NE  | Pared      | m2 x                               | 3,2 x  | 0,65                    |          | CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL             |                                |                         |                             |                     |           | 1.301  |
| ESTE                                      | Pared      | m2 x                               | 3,2 x  | 0,65                    |          | CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL               |                                |                         |                             |                     |           | 12.963 |
| SE  | Pared      | m2 x                               | 4,3 x  | 0,65                    |          | CALOR AIRE EXTERIOR                          |                                |                         |                             |                     |           |        |
| SUR                                       | Pared      | m2 x                               | 8,8 x  | 0,65                    |          | Sensible                                     | 468,00                         | m3/h x                  | 6,0 x (1- 0,15 BF ) x 0,3   | 716                 |           |        |
| SO  | Pared      | m2 x                               | 15,4 x | 0,65                    |          | Latente                                      | 468,00                         | m3/h x                  | 10,2 x (1- 0,15 BF ) x 0,72 | 2.910               |           |        |
| OESTE                                     | Pared      | 21,60 m2 x                         | 14,9 x | 0,65                    | 209      | SUBTOTAL                                     |                                |                         |                             |                     |           | 3.626  |
| NO  | Pared      | m2 x                               | 7,7 x  | 0,65                    |          | GRAN CALOR TOTAL                             |                                |                         |                             |                     |           | 16.589 |
| Tejado-Sol                                | m2 x       | 17,1 x                             | 0,46   |                         |          | A. D. P.                                     |                                |                         |                             |                     |           |        |
| Tejado-Sombra                             | m2 x       | 1,0 x                              | 0,46   |                         |          | FACTOR CALOR SENSIBLE                        | 11.663                         | Efec. Sens. Local       | =                           | 0,90                |           |        |
| GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS |            |                                    |        |                         |          | TOTALES                                      |                                | Efec. Total Local       |                             |                     |           |        |
| Total Cristal                             | 10,80 m2 x | 6,0 x                              | 2,60   | 1,20                    | 168      | ADP Indicado= °C                             |                                |                         |                             |                     |           |        |
| Tabiques LNC                              | 27,30 m2 x | 3,0 x                              | 1,20   | 2,02                    | 98       | ADP Seleccionado= 12 °C                      |                                |                         |                             |                     |           |        |
| Techo LNC                                 | m2 x       | 3,0 x                              | 2,02   | 1,10                    |          | CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO                |                                |                         |                             |                     |           |        |
| Suelo                                     | m2 x       | 3,0 x                              | 1,10   | 2,00                    |          | ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc 25,0 - 12 ADP)= 11,05 |                                |                         |                             |                     |           |        |
| Suelo exterior                            | m2 x       | 6,0 x                              | 1,10   | 2,00                    | 24       | CAUDAL DE AIRE M3/H                          | 11.663                         | Sensible Local          | =                           | 3.518               |           |        |
| Puertas                                   | 2,00 m2 x  | 6,0 x                              | 2,00   | 0,30                    |          | 0,3 X  | 11,05                          | ΔT                      |                             |                     |           |        |
| Infiltración                              | m3/h x     | 6,0 x                              | 0,30   |                         |          | Observaciones:                               |                                |                         |                             |                     |           |        |
| CALOR INTERNO                             |            |                                    |        |                         |          | TOTALES                                      |                                | Nº DE O.T.:             |                             |                     |           |        |
| Personas                                  | 13         | Personas                           | x      | 57                      | 741      | CALCULADO POR:                               |                                |                         |                             |                     |           |        |
| Alumbrado                                 | 2.009      | Wattios x 0,86                     | x      | 1,25                    | 2.160    |  |                                |                         |                             |                     |           |        |
| Aplicaciones, etc.                        |            | 2.009                              | x      | 0,86                    | 1.728    |  |                                |                         |                             |                     |           |        |
| Potencia                                  |            |                                    | x      |                         |          |  |                                |                         |                             |                     |           |        |
| Ganancias Adicionales                     |            |                                    | x      |                         |          |  |                                |                         |                             |                     |           |        |
| SUBTOTAL                                  |            |                                    |        |                         |          | 10.487                                       |                                |                         |                             |                     |           |        |
| COEFICIENTE DE SEGURIDAD                  |            |                                    |        |                         |          | 10 %   |                                | 1.049                   |                             |                     |           |        |
| CALOR SENSIBLE DEL LOCAL                  |            |                                    |        |                         |          | 11.536                                       |                                |                         |                             |                     |           |        |
| Aire Exterior                             | 468,00     | m3/h x                             | 6,0 x  | 0,15                    | BF x 0,3 | 126  |                                |                         |                             |                     |           |        |
| CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL         |            |                                    |        |                         |          | 11.663                                       |                                |                         |                             |                     |           |        |

Tabla 20: Cargas de verano del laboratorio de química inorgánica



| CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS        |               |                                    |       |                         |       |             |            |                                   |        |                     |                             |                     |       |
|---|---------------|------------------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------|------------|-----------------------------------|--------|---------------------|-----------------------------|---------------------|-------|
| Proyecto:                                 |               | Climatización de un centro docente |       |                         |       |             |            |                                   |        | 13 de junio de 2019 |                             |                     |       |
| Planta:                                   |               | Planta 3                           |       |                         | Zona: |             | Despacho 1 |                                   |        |                     |                             |                     |       |
| DIMENSIONES:                              |               | 2,85 X 5,40 =                      |       | 15,39 m2                |       | HORA SOLAR: |            | 17                                |        | HUESCA              |                             |                     |       |
| 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                    | 0,48  |             |            | Exteriores                        | 31,0   | 26,5                | 70                          | 20,2                |       |
| NE  | Cristal       |                                    | m2 x  | 32 x                    | 0,48  |             |            | Interiores                        | 25,0   | 18,0                | 50                          | 10,0                |       |
| ESTE                                      | Cristal       | 5,70                               | m2 x  | 32 x                    | 0,48  | 88          |            | DIFERENCIA                        | 6,0    |                     |                             | 10,2                |       |
| SE  | Cristal       |                                    | m2 x  | 32 x                    | 0,48  |             |            | CALOR LATENTE                     |        |                     |                             |                     |       |
| SUR                                       | Cristal       |                                    | m2 x  | 32 x                    | 0,48  |             |            | Infiltración                      |        | m3/h x              | 10,2                        | x 0,72              |       |
| SO  | Cristal       |                                    | m2 x  | 308 x                   | 0,48  |             |            | Personas                          | 2      | Personas            | x                           | 55                  |       |
| OESTE                                     | Cristal       |                                    | m2 x  | 517 x                   | 0,48  |             |            | Aplicaciones                      |        |                     |                             |                     |       |
| NO  | Cristal       |                                    | m2 x  | 408 x                   | 0,48  |             |            | SUBTOTAL                          |        |                     |                             | 110                 |       |
|   | Claraboya     |                                    | m2 x  | 235 x                   | 0,48  |             |            | COEFICIENTE DE SEGURIDAD          |        | 10 %                |                             | 11                  |       |
| GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS  |               |                                    |       |                         |       | TOTALES     |            | CALOR LATENTE DEL LOCAL           |        |                     |                             | 121                 |       |
| NORTE                                     | Pared         |                                    | m2 x  | 2,1 x                   | 0,65  |             |            | Aire Ext.                         | 150,00 | m3/h x              | 10,2 x                      | 0,15 BF x 0,72      |       |
| NE  | Pared         |                                    | m2 x  | 3,2 x                   | 0,65  |             |            | CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL  |        |                     |                             | 165                 |       |
| ESTE                                      | Pared         | 5,70                               | m2 x  | 3,2 x                   | 0,65  | 12          |            | CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL    |        |                     |                             | 286                 |       |
| SE  | Pared         |                                    | m2 x  | 4,3 x                   | 0,65  |             |            | CALOR AIRE EXTERIOR               |        |                     |                             |                     |       |
| SUR                                       | Pared         |                                    | m2 x  | 8,8 x                   | 0,65  |             |            | Sensible                          | 150,00 | m3/h x              | 6,0 x (1- 0,15 BF ) x 0,3   | 230                 |       |
| SO  | Pared         |                                    | m2 x  | 15,4 x                  | 0,65  |             |            | Latente                           | 150,00 | m3/h x              | 10,2 x (1- 0,15 BF ) x 0,72 | 933                 |       |
| OESTE                                     | Pared         | 21,60                              | m2 x  | 14,9 x                  | 0,65  | 209         |            | SUBTOTAL                          |        |                     |                             | 1.162               |       |
| NO  | Pared         |                                    | m2 x  | 7,7 x                   | 0,65  |             |            | GRAN CALOR TOTAL                  |        |                     |                             | 2.841               |       |
|   | Tejado-Sol    |                                    | m2 x  | 17,1 x                  | 0,46  |             |            | A. D. P.                          |        |                     |                             |                     |       |
|   | Tejado-Sombra |                                    | m2 x  | 1,0 x                   | 0,46  |             |            | FACTOR CALOR SENSIBLE             |        |                     |                             |                     |       |
| GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS |               |                                    |       |                         |       | TOTALES     |            | 1.393                             |        | Efec. Sens. Local   |                             | = 0,83              |       |
| Total Cristal                             | 5,70          | m2 x                               | 6,0 x | 2,60                    | 89    |             |            | 1.679                             |        | Efec. Total Local   |                             |                     |       |
| Tabiques LNC                              | 27,30         | m2 x                               | 3,0 x | 1,20                    | 98    |             |            | ADP Indicado=                     |        |                     |                             | °C                  |       |
| Techo LNC                                 |               | m2 x                               | 3,0 x | 2,02                    |       |             |            | ADP Seleccionado=                 |        |                     |                             | 12 °C               |       |
| Suelo                                     |               | m2 x                               | 3,0 x | 1,10                    |       |             |            | CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO     |        |                     |                             |                     |       |
| Suelo exterior                            |               | m2 x                               | 6,0 x | 1,10                    |       |             |            | ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc            |        | 25,0                | -                           | 12 ADP)=            | 11,05 |
| Puertas                                   | 2,00          | m2 x                               | 6,0 x | 2,00                    | 24    |             |            | CAUDAL DE AIRE M3/H               |        | 1.393               | Sensible Local              |                     | = 420 |
| Infiltración                              |               | m3/h x                             | 6,0 x | 0,30                    |       |             |            | 0,3 X                             |        | 11,05               | ΔT                          |                     |       |
| CALOR INTERNO                             |               |                                    |       |                         |       | TOTALES     |            | Observaciones:                    |        |                     |                             |                     |       |
| Personas                                  | 2             | Personas                           | x     | 57                      | 114   |             |            | N° DE O. T. :                     |        |                     |                             |                     |       |
| Alumbrado                                 | 308           | Wattios x 0,86                     | x     | 1,25                    | 331   |             |            | CALCULADO POR:                    |        |                     |                             |                     |       |
| Aplicaciones, etc.                        |               | 308                                | x     | 0,86                    | 265   |             |            | SUBTOTAL                          |        |                     |                             | 1.230               |       |
| Potencia                                  |               |                                    | x     |                         |       |             |            | COEFICIENTE DE SEGURIDAD          |        |                     |                             | 10 %                |       |
| Ganancias Adicionales                     |               |                                    | x     |                         |       |             |            | CALOR SENSIBLE DEL LOCAL          |        |                     |                             | 1.353               |       |
| SUBTOTAL                                  |               |                                    |       |                         |       | 1.230       |            | Aire Exterior                     |        | 150,00              | m3/h x                      | 6,0 x 0,15 BF x 0,3 | 41    |
| COEFICIENTE DE SEGURIDAD                  |               |                                    |       |                         |       | 10 %        |            | CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL |        |                     |                             |                     | 1.393 |

Tabla 21: Cálculo de pérdidas en invierno del despacho 2

| MODULO    | ORIENT. | ancho<br>(m) | alto<br>(m) | Sup.bruta<br>(m2) | Descuento<br>(m2) | Sup.Neta<br>(m2) | K<br>(Kcal/hm2°C) | T*int - T*ext<br>(°C) | fv   | C.p.regimen | TOTAL<br>(Kcal/h) |
|-----------|---------|--------------|-------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------------|------|-------------|-------------------|
| 001       |         |              |             |                   |                   |                  |                   |                       |      |             |                   |
| CRISTAL   | N       |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,35 | 1,15        | 0                 |
| CRISTAL   | NE      |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,35 | 1,15        | 0                 |
| CRISTAL   | E       |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,25 | 1,10        | 0                 |
| CRISTAL   | SE      |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,15 | 1,10        | 0                 |
| CRISTAL   | S       |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,00 | 1,10        | 0                 |
| CRISTAL   | SO      |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,10 | 1,10        | 0                 |
| CRISTAL   | O       | 10,8         | 2,00        | 21,6              |                   | 21,6             | 2,90              | 28,0                  | 1,20 | 1,15        | 2420              |
| CRISTAL   | NO      |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,25 | 1,15        | 0                 |
| MURO EXT. | N       |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,20 | 1,15        | 0                 |
| MURO EXT. | NE      |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,20 | 1,15        | 0                 |
| MURO EXT. | E       |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,15 | 1,10        | 0                 |
| MURO EXT. | SE      |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,10 | 1,10        | 0                 |
| MURO EXT. | S       |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,00 | 1,10        | 0                 |
| MURO EXT. | SO      |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,05 | 1,10        | 0                 |
| MURO EXT. | O       | 10,8         | 2,00        | 21,6              | 21,6              | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,10 | 1,15        | 0                 |
| MURO EXT. | NO      |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,15 | 1,15        | 0                 |
| CUBIERTA  | H       |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 0,91              | 28,0                  | 1,00 | 1,15        | 0                 |
| SUELO     |         |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 1,00              | 14,0                  | 1,00 | 1,15        | 0                 |
| LNC       |         | 27,3         |             | 0,0               |                   | 0,0              |                   | 14,0                  | 1,00 | 1,00        | 0                 |
| VOLUMEN   | 0       |              |             |                   |                   |                  |                   |                       |      |             | TOTAL 2420        |

Tabla 22: pérdidas invierno laboratorio química inorgánica

| MODULO    | ORIENT. | ancho<br>(m) | alto<br>(m) | Sup.bruta<br>(m2) | Descuento<br>(m2) | Sup.Neta<br>(m2) | K<br>(Kcal/hm2°C) | T*int - T*ext<br>(°C) | fv   | C.p.regimen | TOTAL<br>(Kcal/h) |
|-----------|---------|--------------|-------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------------|------|-------------|-------------------|
| 001       |         |              |             |                   |                   |                  |                   |                       |      |             |                   |
| CRISTAL   | N       |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,35 | 1,15        | 0                 |
| CRISTAL   | NE      |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,35 | 1,15        | 0                 |
| CRISTAL   | E       | 2,9          | 2,00        | 5,7               |                   | 5,7              | 2,90              | 28,0                  | 1,25 | 1,10        | 636               |
| CRISTAL   | SE      |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,15 | 1,10        | 0                 |
| CRISTAL   | S       |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,00 | 1,10        | 0                 |
| CRISTAL   | SO      |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,10 | 1,10        | 0                 |
| CRISTAL   | O       |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,20 | 1,15        | 0                 |
| CRISTAL   | NO      |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 28,0                  | 1,25 | 1,15        | 0                 |
| MURO EXT. | N       |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,20 | 1,15        | 0                 |
| MURO EXT. | NE      |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,20 | 1,15        | 0                 |
| MURO EXT. | E       | 2,9          | 2,00        | 5,7               | 5,7               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,15 | 1,10        | 0                 |
| MURO EXT. | SE      |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,10 | 1,10        | 0                 |
| MURO EXT. | S       |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,00 | 1,10        | 0                 |
| MURO EXT. | SO      |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,05 | 1,10        | 0                 |
| MURO EXT. | O       |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,10 | 1,15        | 0                 |
| MURO EXT. | NO      |              |             | 0,0               | 0,0               | 0,0              | 0,49              | 28,0                  | 1,15 | 1,15        | 0                 |
| CUBIERTA  | H       |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 0,91              | 28,0                  | 1,00 | 1,15        | 0                 |
| SUELO     |         |              |             | 0,0               |                   | 0,0              | 1,00              | 14,0                  | 1,00 | 1,15        | 0                 |
| LNC       |         | 2,9          |             | 0,0               |                   | 0,0              |                   | 14,0                  | 1,00 | 1,00        | 0                 |
| VOLUMEN   | 0       |              |             |                   |                   |                  |                   |                       |      |             | TOTAL 636         |

Tabla 23: pérdidas invierno Despacho 2

## 2.3 Cálculo de redes de tuberías:

$H =$  Pérdida de carga por metro de tubería (mm.c.a.)  
 $d =$  Diámetro interior real (tubo) (mm)  
 $v =$  Velocidad (m/s)

**TABLA CÁLCULO TUBERÍAS AGUA FRÍA A 10°C SEGÚN EL DIAGRAMA DE MOODY Y ECUACIONES ANEXAS PARA TUBERÍAS DE ACERO DN 2488 Y 2488**

ecuación de Poiseuille R = 2300  $R =$  2300  $k = 64 R$   
 ecuación de Hagen-Poiseuille  $R = 2300$   $k = 64 R$   
 ecuación de Colebrook-White  $R = 2300$   $k = 64 R$   
 sub: rugosidad regular turbulento  $k = 1 / (1.14 - 2 \cdot \log(k/d))$   
 zona de transición  $k = 2 \cdot \log(4.75/d) + 2.51/R$   
 $R =$  nº de Reynolds  $v = d \cdot v$   
 $k =$  viscosidad cinemática  
 $1.308 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s para agua a 10°C  
 $0.338 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s para agua a 20°C

$k$  considerado = 0,15 mm

| Re nominal                          | DN 2488 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | DN 2488 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Re nominal |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                     | 10      | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   | 22   | 24   | 26   | 28   | 30      | 32   | 34   | 36   | 38   | 40   | 42   | 44   | 46   | 48   |            | 50   | 52   | 54   | 56   | 58   | 60   | 62   | 64   | 66   | 68   | 70   | 72   | 74   | 76   | 78   | 80   |      |
| Pérdida de carga en mm.c.a. / 100 m | 11.2    | 12.2 | 13.2 | 14.2 | 15.2 | 16.2 | 17.2 | 18.2 | 19.2 | 20.2 | 21.2    | 22.2 | 23.2 | 24.2 | 25.2 | 26.2 | 27.2 | 28.2 | 29.2 | 30.2 | 31.2       | 32.2 | 33.2 | 34.2 | 35.2 | 36.2 | 37.2 | 38.2 | 39.2 | 40.2 | 41.2 | 42.2 | 43.2 | 44.2 | 45.2 | 46.2 | 47.2 | 48.2 |
| Re nominal                          | 10      | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   | 22   | 24   | 26   | 28   | 30      | 32   | 34   | 36   | 38   | 40   | 42   | 44   | 46   | 48   | 50         | 52   | 54   | 56   | 58   | 60   | 62   | 64   | 66   | 68   | 70   | 72   | 74   | 76   | 78   | 80   |      |      |

Tabla 24: Tabla de Moody para tuberías a 10°C









Fecha: 13-jun-19  
 Instalac: Tuberías Centro docente  
 Circuito: Planta baja frías  
 Bomba:

| TRAMO                                | Q (l/h) | DN    | Perd. mm.c.a. / ml | V (m/s) | L (ml) | codos 90° |      | codos 45° |      | tes |      | reduc. |      | Tot acces. | BOLA |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG  |      | Tot válv. | Perd. en el tramo (mm.c.a.) | Perd. acumulada (mm.c.a.) |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
|--------------------------------------|---------|-------|--------------------|---------|--------|-----------|------|-----------|------|-----|------|--------|------|------------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|------|------|-----------|-----------------------------|---------------------------|----------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|
|                                      |         |       |                    |         |        | uds       | perd | uds       | perd | uds | perd | uds    | perd |            | uds  | perd | uds   | perd | uds    | perd | uds     | perd | uds | perd | uds  | perd |           |                             |                           | uds      | perd |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 28-29                                | 1296    | 1,25" | 7                  | 0,3     | 2,2    | 1         | 0,9  |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 21,70                       | 21,70                     |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 27-28                                | 2593    | 1,5"  | 12                 | 0,55    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 2,4  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 55,20                       | 76,90                     |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 26-27                                | 3889    | 1,5"  | 24                 | 0,8     | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 2,4  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 110,40                      | 187,30                    |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 25-26                                | 5185    | 2"    | 13                 | 0,67    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 3    |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 67,60                       | 254,90                    |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 24-25                                | 6023    | 2"    | 17                 | 0,78    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 3    |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 88,40                       | 343,30                    |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 23-24                                | 6860    | 2"    | 21                 | 0,87    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 3    |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 109,20                      | 452,50                    |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 22-23                                | 7698    | 2,5"  | 7                  | 0,58    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 3,6  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 40,60                       | 493,10                    |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 21-22                                | 12622   | 2,5"  | 19                 | 0,97    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 3,6  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 110,20                      | 603,30                    |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 20-21                                | 13335   | 2,5"  | 20                 | 1       | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 3,6  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 116,00                      | 719,30                    |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 19-20                                | 14047   | 2,5"  | 23                 | 1,07    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 3,6  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 133,40                      | 852,70                    |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 18-19                                | 14760   | 3"    | 10                 | 0,78    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 67,00                       | 919,70                    |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 17-18                                | 15473   | 3"    | 12                 | 0,85    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 80,40                       | 1.000,10                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 16-17                                | 16185   | 3"    | 13                 | 0,89    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 87,10                       | 1.087,20                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 15-16                                | 16898   | 3"    | 14                 | 0,92    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 93,80                       | 1.181,00                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 14-15                                | 17610,9 | 3"    | 15                 | 0,96    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 100,50                      | 1.281,50                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 13-14                                | 18323   | 3"    | 17                 | 1,02    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 113,90                      | 1.395,40                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 12-13                                | 19675   | 3"    | 19                 | 1,1     | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 127,30                      | 1.522,70                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 11-12                                | 20449   | 3"    | 20                 | 1,13    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 134,00                      | 1.656,70                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 10-11                                | 21222   | 3"    | 21                 | 1,15    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 140,70                      | 1.797,40                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 9-10                                 | 21996   | 3"    | 23                 | 1,21    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 154,10                      | 1.951,50                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 8-9                                  | 23052   | 3"    | 25                 | 1,26    | 2,2    |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 167,50                      | 2.119,00                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 7-8                                  | 23752   | 4"    | 7                  | 0,76    | 3,5    |           |      |           |      | 1   | 6    |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 66,50                       | 2.185,50                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 6-7                                  | 24453   | 4"    | 8                  | 0,83    | 2      |           |      |           |      | 1   | 6    |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 64,00                       | 2.249,50                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 5-6                                  | 25455,6 | 4"    | 8                  | 0,83    | 1,6    |           |      |           |      | 1   | 6    |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 60,80                       | 2.310,30                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 4-5                                  | 37468   | 4"    | 17                 | 1,21    | 1,5    |           |      |           |      | 1   | 6    |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 127,50                      | 2.437,80                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 3-4                                  | 38081   | 4"    | 18                 | 1,24    | 2      |           |      |           |      | 1   | 6    |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 144,00                      | 2.581,80                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 2-3                                  | 39526   | 4"    | 18                 | 1,24    | 3      |           |      |           |      | 1   | 6    |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 162,00                      | 2.743,80                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| 1-2                                  | 40250,7 | 5     | 7                  | 0,88    | 3      |           |      |           |      | 1   | 6,3  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 65,10                       | 2.808,90                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| B-1                                  | 64660   | 6     | 7                  | 0,96    | 5,7    | 1         | 2,1  |           |      | 1   | 7,5  |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 107,10                      | 2.916,00                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| Retomo                               |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 2.916,00                    | 5.832,00                  |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| Valv Fancoil                         |         |       | 7                  | 0,3     |        |           |      |           |      |     |      |        |      | 1          | 1,2  |      |       | 1    | 15     |      |         |      |     |      |      |      |           | 16,2                        | 113,40                    | 5.945,40 |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| Valv Bomba                           |         |       | 7                  | 1,0     |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            | 1    | 3    | 2     | 3    | 1      | 15   |         |      |     | 1    | 10,4 | 1    | 35,9      | 70,3                        | 492,10                    | 6.437,50 |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |           |
| <b>Subtotal</b>                      |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             |                           |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6.437,50  |
| bateria (mm.c.a.)                    |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             |                           |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2.000,00  |
| valv control                         |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             |                           |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2.000,00  |
| total                                |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             |                           |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10.437,50 |
| % segur.                             |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             |                           |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10,00%    |
| ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             |                           |          |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 11,48     |

Tabla 30: Tuberías del circuito frío Planta baja



| TRAMO                                | Q (l/h) | DN    | Perd. mm.c.a. / ml | V (m/s) | L (ml) | codos 90° |      | codos 45° |      | tes |      | reduc. |      | Tot acces. | BOLA |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG  |      | Tot válv. | Perd. en el tramo (mm.c.a.) | Perd. acumulada (mm.c.a.) |          |      |
|--------------------------------------|---------|-------|--------------------|---------|--------|-----------|------|-----------|------|-----|------|--------|------|------------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|------|------|-----------|-----------------------------|---------------------------|----------|------|
|                                      |         |       |                    |         |        | uds       | perd | uds       | perd | uds | perd | uds    | perd |            | uds  | perd | uds   | perd | uds    | perd | uds     | perd | uds | perd | uds  | perd |           |                             |                           | uds      | perd |
| 28-29                                | 171,16  | 1     | 3                  | 0,21    | 2,2    | 1         | 0,3  |           |      |     |      |        |      | 0,3        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 7,50                        | 7,50                      |          |      |
| 27-28                                | 342,3   | 1     | 3                  | 0,21    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 1,5    |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 11,10                       | 18,60                     |          |      |
| 26-27                                | 513,5   | 1     | 5                  | 0,27    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 1,5    |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 18,50                       | 37,10                     |          |      |
| 25-26                                | 600,4   | 1     | 6                  | 0,3     | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 1,5    |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 22,20                       | 59,30                     |          |      |
| 24-25                                | 687,6   | 1     | 7                  | 0,32    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 1,5    |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 25,90                       | 85,20                     |          |      |
| 23-24                                | 1035,1  | 1     | 16                 | 0,5     | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 1,5    |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 59,20                       | 144,40                    |          |      |
| 22-23                                | 1080    | 1     | 17                 | 0,52    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 1,5    |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 62,90                       | 207,30                    |          |      |
| 21-22                                | 1126    | 1,25" | 5                  | 0,33    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 1,8    |      | 1,8        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 20,00                       | 227,30                    |          |      |
| 20-21                                | 1172    | 1,25" | 5                  | 0,33    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 1,8    |      | 1,8        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 20,00                       | 247,30                    |          |      |
| 19-20                                | 1218    | 1,25" | 6                  | 0,36    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 1,8    |      | 1,8        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 24,00                       | 271,30                    |          |      |
| 18-19                                | 1402    | 1,25" | 7                  | 0,39    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 1,8    |      | 1,8        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 28,00                       | 299,30                    |          |      |
| 17-18                                | 1585    | 1,5"  | 5                  | 0,36    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 23,00                       | 322,30                    |          |      |
| 16-17                                | 1771,45 | 1,5"  | 5                  | 0,36    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 23,00                       | 345,30                    |          |      |
| 15-16                                | 1771,45 | 1,5"  | 5                  | 0,36    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 23,00                       | 368,30                    |          |      |
| 14-15                                | 1957,4  | 1,5"  | 6                  | 0,4     | 2,2    | 1         | 1,2  |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 34,80                       | 403,10                    |          |      |
| 13-14                                | 2146,5  | 1,5"  | 8                  | 0,48    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 36,80                       | 439,90                    |          |      |
| 12-13                                | 2146,5  | 1,5"  | 8                  | 0,48    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 36,80                       | 476,70                    |          |      |
| 11-12                                | 2146,5  | 1,5"  | 8                  | 0,48    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 36,80                       | 513,50                    |          |      |
| 10-11                                | 2306,5  | 1,5"  | 9                  | 0,5     | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 41,40                       | 554,90                    |          |      |
| 9-10                                 | 2464,2  | 1,5"  | 10                 | 0,52    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 46,00                       | 600,90                    |          |      |
| 8-9                                  | 2491    | 1,5"  | 10                 | 0,52    | 2,2    |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 46,00                       | 646,90                    |          |      |
| 7-8                                  | 2571,8  | 1,5"  | 10                 | 0,52    | 3,5    |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 59,00                       | 705,90                    |          |      |
| 6-7                                  | 2649,8  | 1,5"  | 11                 | 0,55    | 2      |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 48,40                       | 754,30                    |          |      |
| 5-6                                  | 2649,8  | 1,5"  | 11                 | 0,55    | 1,6    |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 44,00                       | 798,30                    |          |      |
| 4-5                                  | 2727,8  | 1,5"  | 12                 | 0,57    | 1,5    |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 46,80                       | 845,10                    |          |      |
| 3-4                                  | 2841,3  | 1,5"  | 12                 | 0,57    | 2      |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 52,80                       | 897,90                    |          |      |
| 2-3                                  | 2973    | 1,5"  | 14                 | 0,62    | 3      |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 75,60                       | 973,50                    |          |      |
| 1-2                                  | 3300    | 1,5"  | 17                 | 0,68    | 3      |           |      |           |      |     | 1    | 2,4    |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 91,80                       | 1.065,30                  |          |      |
| B-1                                  | 4871,4  | 2"    | 11                 | 0,64    | 5,7    | 1         | 0,6  |           |      | 1   | 3    |        |      | 3,6        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           | 102,30                      | 1.167,60                  |          |      |
| Retomo                               |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             | 1.167,60                  | 2.335,20 |      |
| Valv Fancoil                         |         |       | 3                  | 0,21    |        |           |      |           |      |     |      |        |      | 1          | 0,27 |      |       |      |        | 1    | 1,5     |      |     |      |      |      |           |                             | 5,31                      | 2.340,51 |      |
| Valv Bomba                           |         |       | 11                 | 0,64    |        |           |      |           |      |     |      |        |      | 1          | 0,7  | 2    | 1,8   | 1    | 3,3    |      |         | 1    | 3,3 | 1    | 12,1 |      |           | 253,00                      | 2.593,51                  |          |      |
| Subtotal                             |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             |                           | 2.593,51 |      |
| bateria (mm.c.a.)                    |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             |                           | 1.500,00 |      |
| valv control                         |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             |                           | 1.500,00 |      |
| total                                |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             |                           | 5.593,51 |      |
| % segur.                             |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             |                           | 10,00%   |      |
| ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |           |                             |                           | 6,15     |      |

Tabla 31: Tuberías circuito caliente planta baja

| TRAMO        | Q (l/h) | DN    | Perd. mm.c.a. / ml | V (m/s) | L (ml) | codos 90° |      | codos 45° |      | tes |      | reduc. |      | Tot acces. | BOLA |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG |      | Tot válv. | Perd. en el tramo (mm.c.a.) | Perd. acumulada (mm.c.a.) |          |          |
|--------------|---------|-------|--------------------|---------|--------|-----------|------|-----------|------|-----|------|--------|------|------------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|-----|------|-----------|-----------------------------|---------------------------|----------|----------|
|              |         |       |                    |         |        | uds       | perd | uds       | perd | uds | perd | uds    | perd |            | uds  | perd | uds   | perd | uds    | perd | uds     | perd | uds | perd | uds | perd |           |                             |                           | uds      | perd     |
| 23-24        | 181,2   | 0,5"  | 10                 | 0,27    | 3      | 1         |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 30,00                     | 30,00    |          |
| 22-23        | 473,7   | 0,75" | 12                 | 0,37    | 5,2    |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 62,40                     | 92,40    |          |
| 21-22        | 551,9   | 0,75" | 16                 | 0,43    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 22,72                     | 115,12   |          |
| 20-21        | 616,7   | 0,75" | 20                 | 0,48    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 28,40                     | 143,52   |          |
| 19-20        | 695,9   | 1     | 8                  | 0,35    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 23,36                     | 166,88   |          |
| 18-19        | 760,7   | 1     | 10                 | 0,39    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 29,20                     | 196,08   |          |
| 17-18        | 825,5   | 1     | 11                 | 0,41    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 32,12                     | 228,20   |          |
| 16-17        | 904,7   | 1     | 13                 | 0,44    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 37,96                     | 266,16   |          |
| 15-16        | 989,5   | 1     | 14                 | 0,47    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 40,88                     | 307,04   |          |
| 14-15        | 1034,3  | 1     | 16                 | 0,5     | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 46,72                     | 353,76   |          |
| 13-14        | 1113,5  | 1     | 19                 | 0,55    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 55,48                     | 409,24   |          |
| 12-13        | 1178,3  | 1     | 21                 | 0,57    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 61,32                     | 470,56   |          |
| 11-12        | 1243,1  | 1     | 23                 | 0,6     | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 1,5        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 67,16                     | 537,72   |          |
| 10-11        | 1322,3  | 1,5   | 3                  | 0,28    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 11,46                     | 549,18   |          |
| 9-10         | 1387,1  | 1,5   | 4                  | 0,32    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 15,28                     | 564,46   |          |
| 8-9          | 1451,9  | 1,5   | 4                  | 0,32    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 15,28                     | 579,74   |          |
| 7-8          | 1531,1  | 1,5   | 4                  | 0,32    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 15,28                     | 595,02   |          |
| 6-7          | 1595,9  | 1,5   | 5                  | 0,36    | 1,42   |           |      |           |      |     |      |        |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 19,10                     | 614,12   |          |
| 5-6          | 1650,7  | 1,5   | 5                  | 0,36    | 2,7    |           |      |           |      |     |      |        |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 25,50                     | 639,62   |          |
| 4-5          | 1682    | 1,5   | 5                  | 0,36    | 0,15   |           |      |           |      |     |      |        |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 12,75                     | 652,37   |          |
| 3-4          | 1746,8  | 1,5   | 5                  | 0,36    | 0,15   |           |      |           |      |     |      |        |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 12,75                     | 665,12   |          |
| 2-3          | 1780    | 1,5   | 6                  | 0,4     | 2,7    |           |      |           |      |     |      |        |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 30,60                     | 695,72   |          |
| 1-2          | 1844,8  | 1,5   | 6                  | 0,4     | 3      |           |      |           |      |     |      |        |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 32,40                     | 728,12   |          |
| 0-1          | 1909,6  | 1,5   | 6                  | 0,4     | 8      | 1         | 1,2  |           |      |     |      |        |      | 2,4        |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 55,20                     | 783,32   |          |
| P2-3         | 2288,5  | 1,5   | 8                  | 0,4     | 4      |           |      |           |      |     |      |        |      | 3          |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             | 56,00                     | 839,32   |          |
| P3-P2        | 4671,4  | 2     | 10                 | 0,61    | 4      |           |      |           |      |     |      |        |      | 3,3        | 1    | 0,18 |       |      |        | 1    | 1,7     |      |     |      |     |      |           | 91,80                       | 931,12                    |          |          |
| B-P3         | 7061,2  | 2,5   | 6                  | 0,56    | 1      | 3         | 1,8  |           |      |     |      |        |      | 5,4        | 2    | 0,46 | 1     | 1,8  | 1      | 2,6  |         |      | 1   | 2,7  | 1   | 8,02 |           | 86,52                       | 1.017,64                  |          |          |
| Retomo       |         |       |                    |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             |                           | 1.017,64 | 2.035,28 |
| Valv fancoil |         |       | 10                 | 0,27    |        |           |      |           |      |     |      |        |      |            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |           |                             |                           |          |          |



## 2.4 Redes de conductos

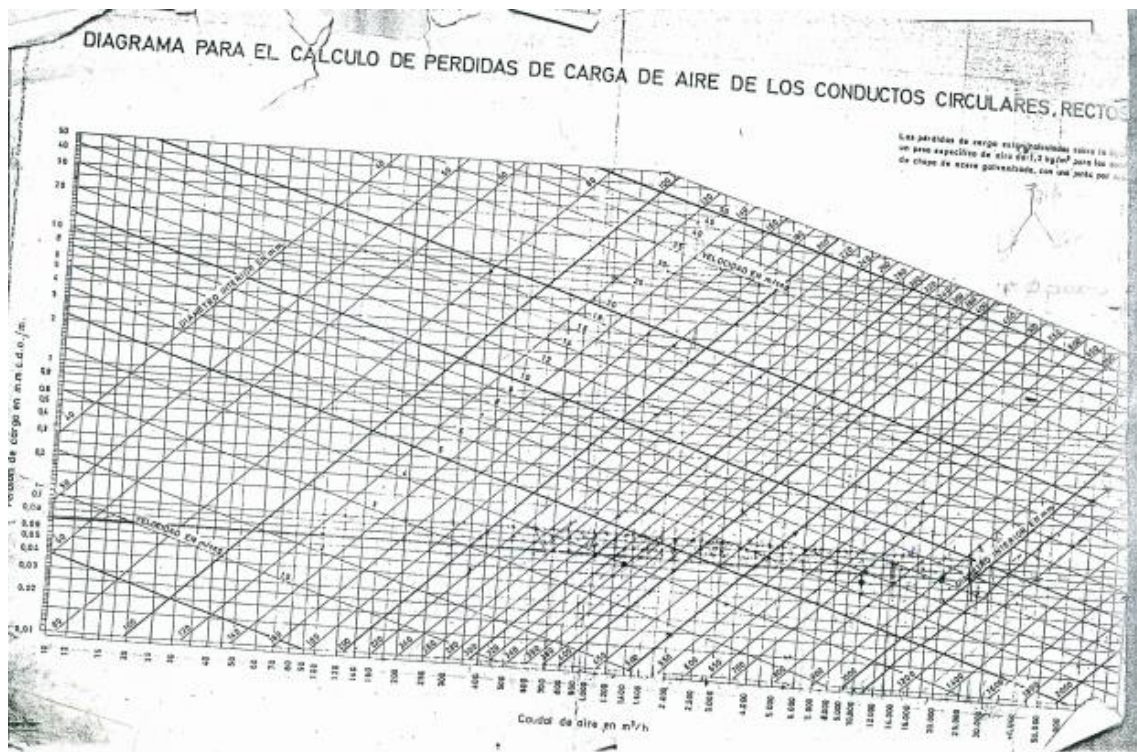


Diagrama para diámetros, pérdidas y velocidades en conductos

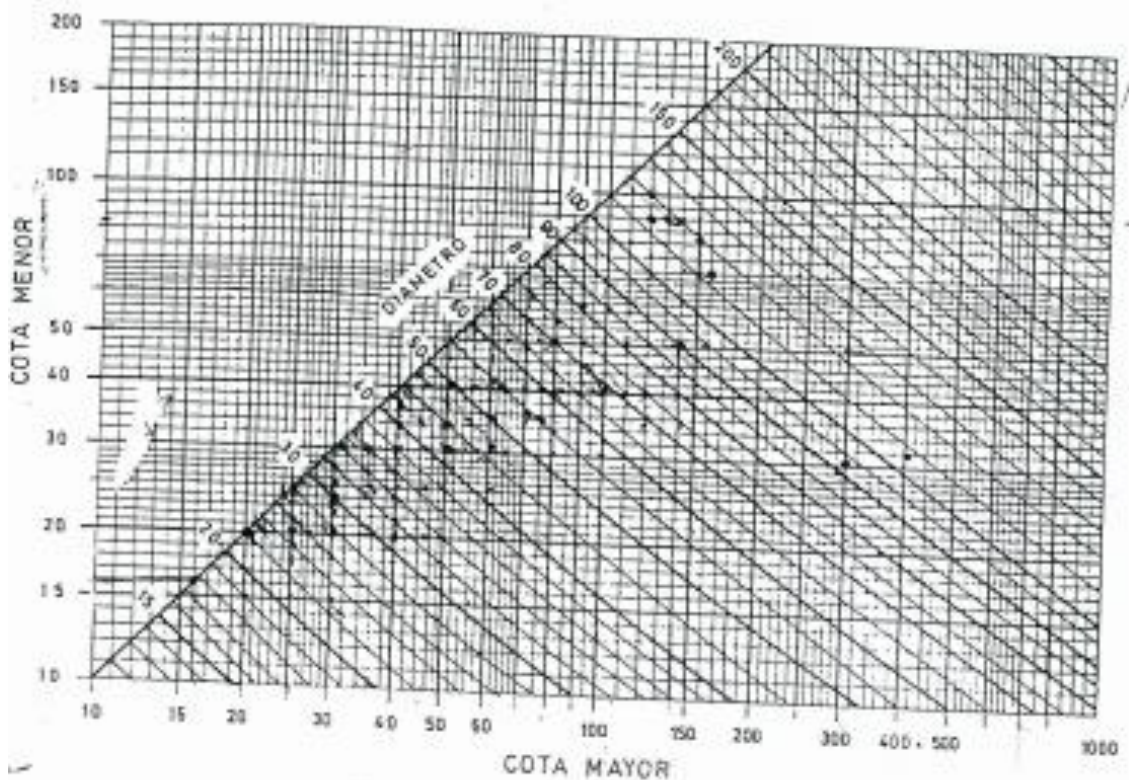


Diagrama para la conversión de secciones circulares a rectangulares en conductos

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

Tabla 35: LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE CODOS A 90° CON RELACIÓN R/D = 1,25

| v (m/s) | REDUCCIÓN | DERIVACIÓN |
|---------|-----------|------------|
| 1       | 0,20      | 0,33       |
| 1,5     | 0,46      | 0,75       |
| 2       | 0,82      | 1,33       |
| 2,5     | 1,27      | 2,07       |
| 3       | 1,83      | 2,98       |
| 3,5     | 2,50      | 4,06       |
| 4       | 3,26      | 5,30       |
| 4,5     | 4,13      | 6,71       |
| 5       | 5,09      | 8,28       |
| 5,5     | 6,16      | 10,02      |
| 6       | 7,34      | 11,93      |
| 6,5     | 8,61      | 14,00      |
| 7       | 9,98      | 16,23      |
| 7,5     | 11,46     | 18,63      |
| 8       | 13,04     | 21,20      |
| 8,5     | 14,72     | 23,93      |
| 9       | 16,50     | 26,83      |
| 9,5     | 18,39     | 29,90      |
| 10      | 20,38     | 33,13      |
| 10,5    | 22,46     | 36,52      |
| 11      | 24,65     | 40,08      |
| 11,5    | 26,95     | 43,81      |
| 12      | 29,34     | 47,70      |
| 12,5    | 31,84     | 51,76      |
| 13      | 34,43     | 55,98      |
| 13,5    | 37,13     | 60,37      |
| 14      | 39,94     | 64,93      |
| 14,5    | 42,84     | 69,65      |
| 15      | 45,84     | 74,53      |
| 15,5    | 48,95     | 79,58      |
| 16      | 52,16     | 84,80      |
| 16,5    | 55,47     | 90,18      |
| 17      | 58,88     | 95,73      |
| 17,5    | 62,40     | 101,45     |
| 18      | 66,02     | 107,33     |
| 18,5    | 69,73     | 113,37     |
| 19      | 73,55     | 119,58     |
| 19,5    | 77,48     | 125,96     |
| 20      | 81,50     | 132,50     |

Tabla 36: LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE ACCESORIOS PARA REDES DE CONDUCTOS

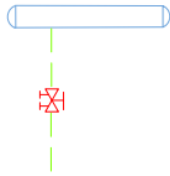




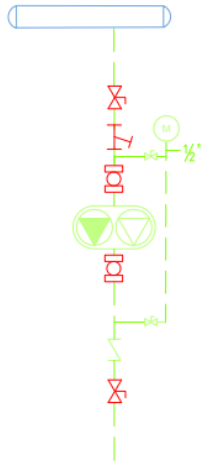
## 2.5 Válvulas

### DETALLE VALVULERÍA EN BOMBAS

#### RETORNO DE BOMBA



#### IMPULSIÓN



☞ VÁLVULA DE CORTE TIPO MARIPOSA PARA  $\varnothing > 2"$

⊗ VÁLVULA DE CORTE TIPO BOLA PARA  $\varnothing \leq 2"$

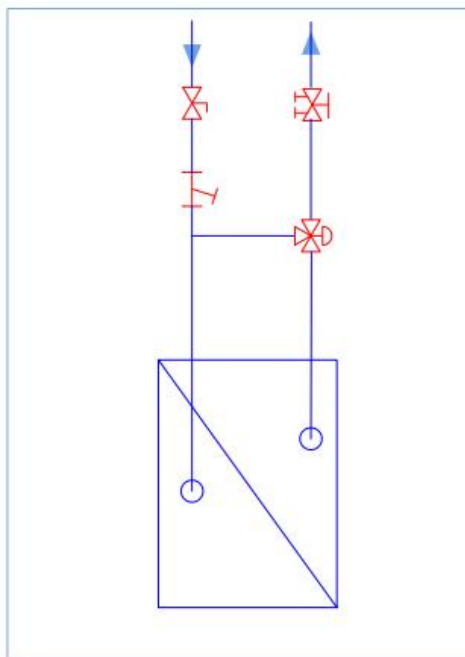
⊥ FILTRO

⊗ VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA

⊗ VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

⊗ MANGUITO ANTIVIBRATORIO

### DETALLE CONEXION TUBERIA A BATERIAS



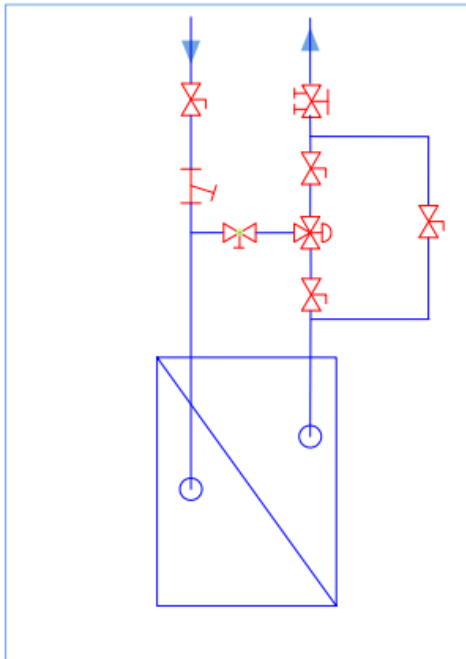
⊗ VÁLVULA DE CORTE

⊥ FILTRO

⊗ VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA

⊗ VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

## CONEXIÓN BATERIA CLIMATIZADORES



✕ VÁLVULA DE CORTE

┌─┴─┐ FILTRO

⊞ VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA

⊞ VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

✕ VÁLVULA DE ASIENTO O GLOBO

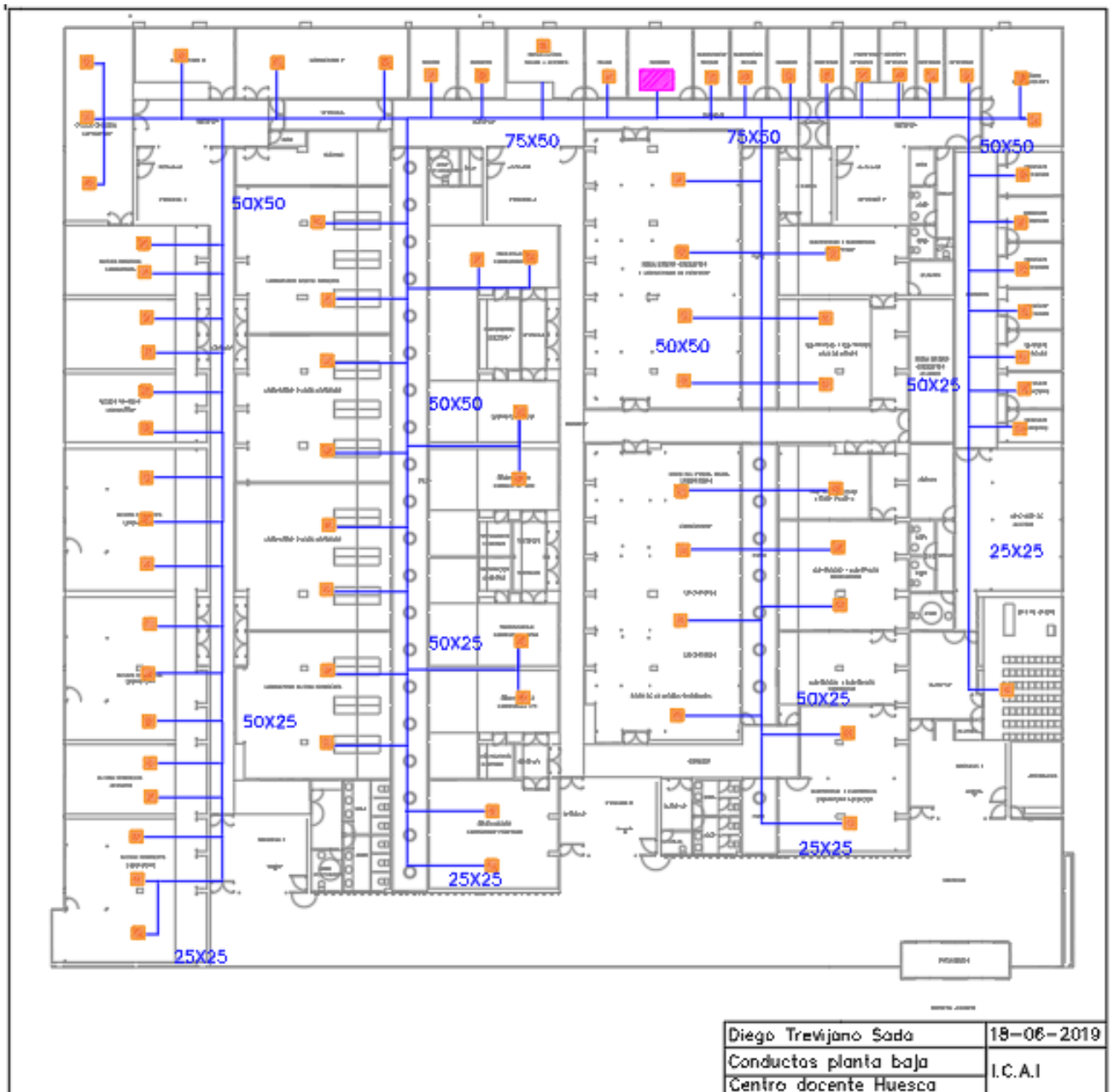


---

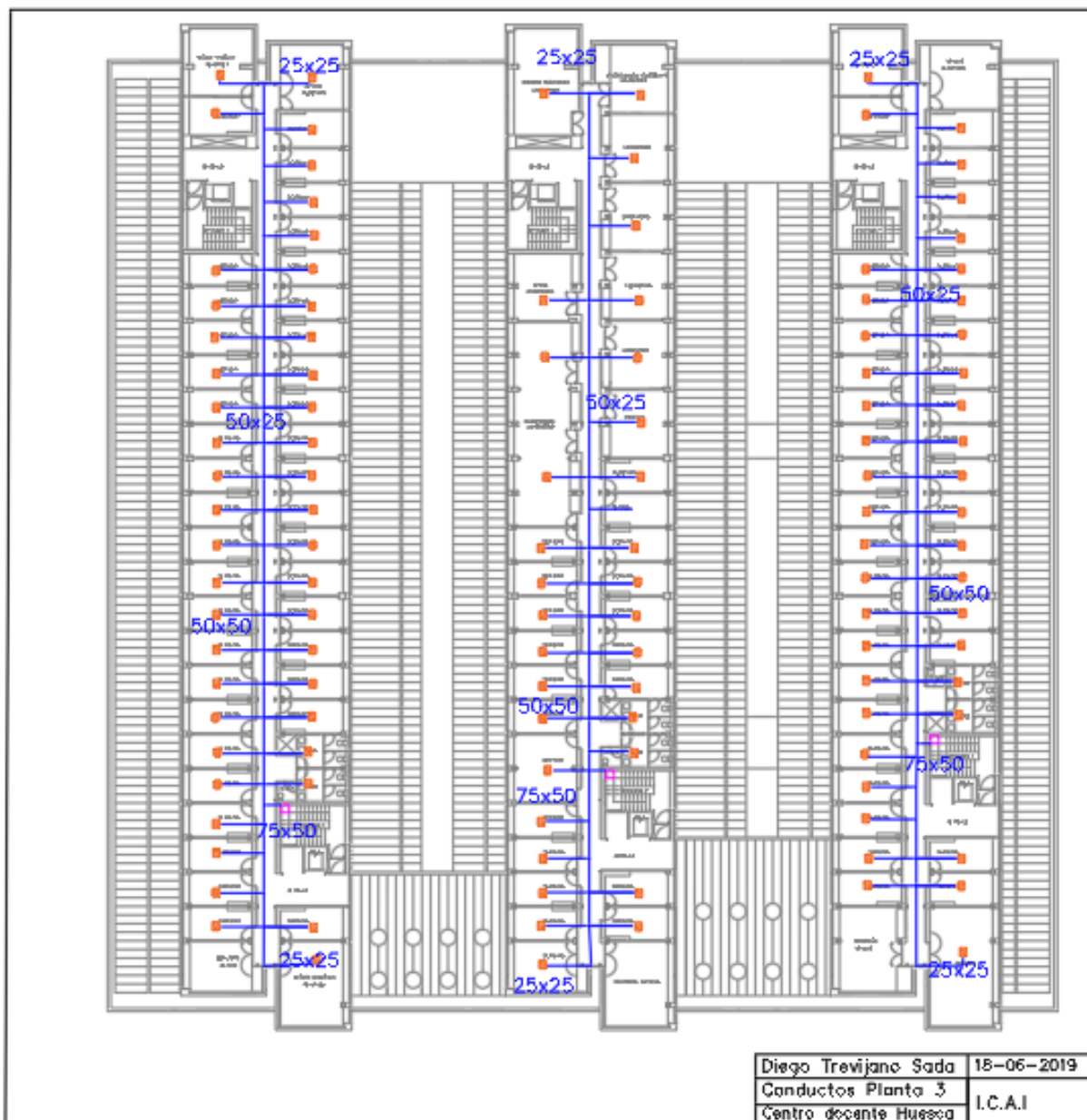
## ***3.PLANOS***

---

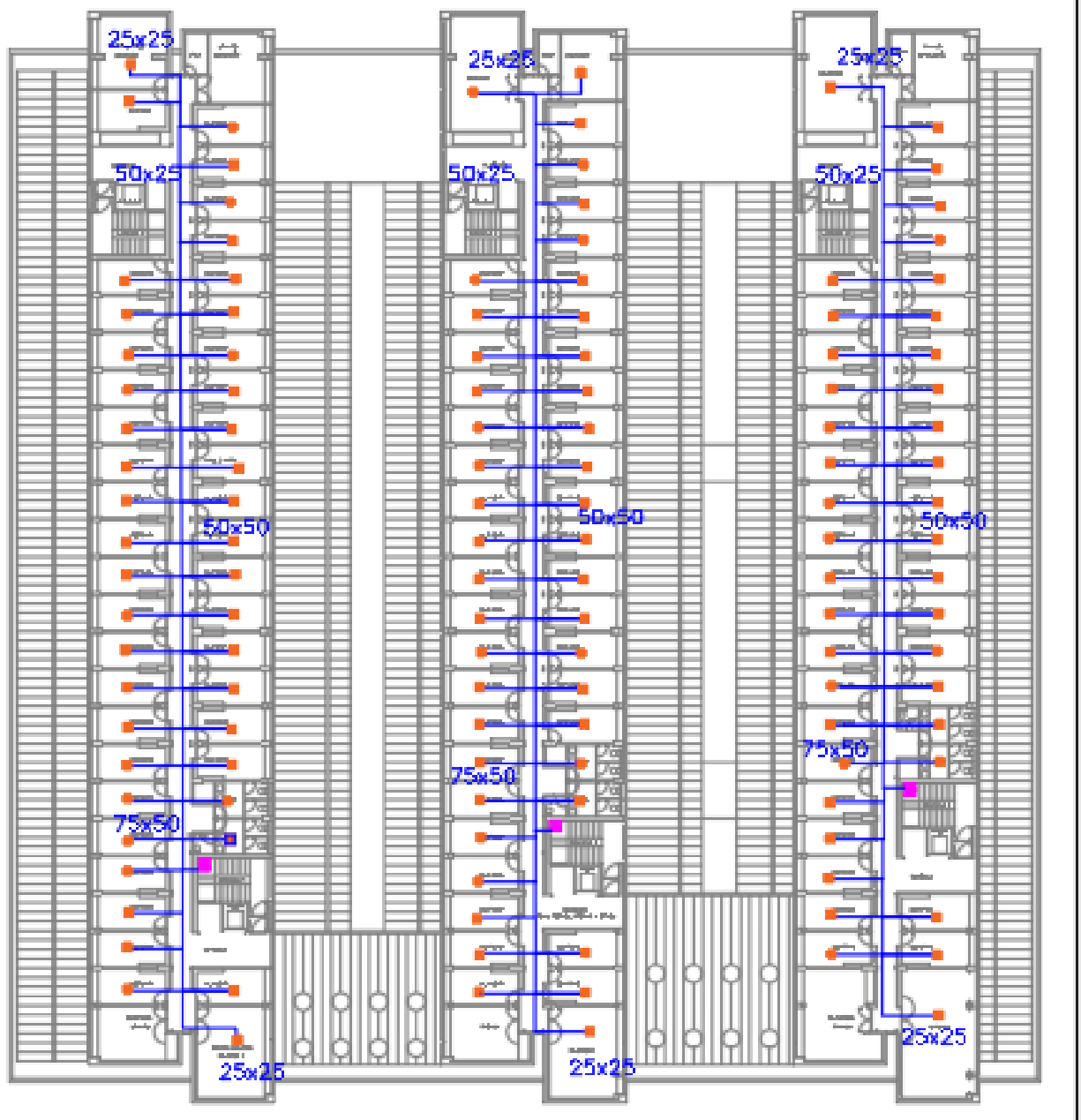
# Plano 1: Conductos Planta baja



## Plano 2: Conductos Planta 3

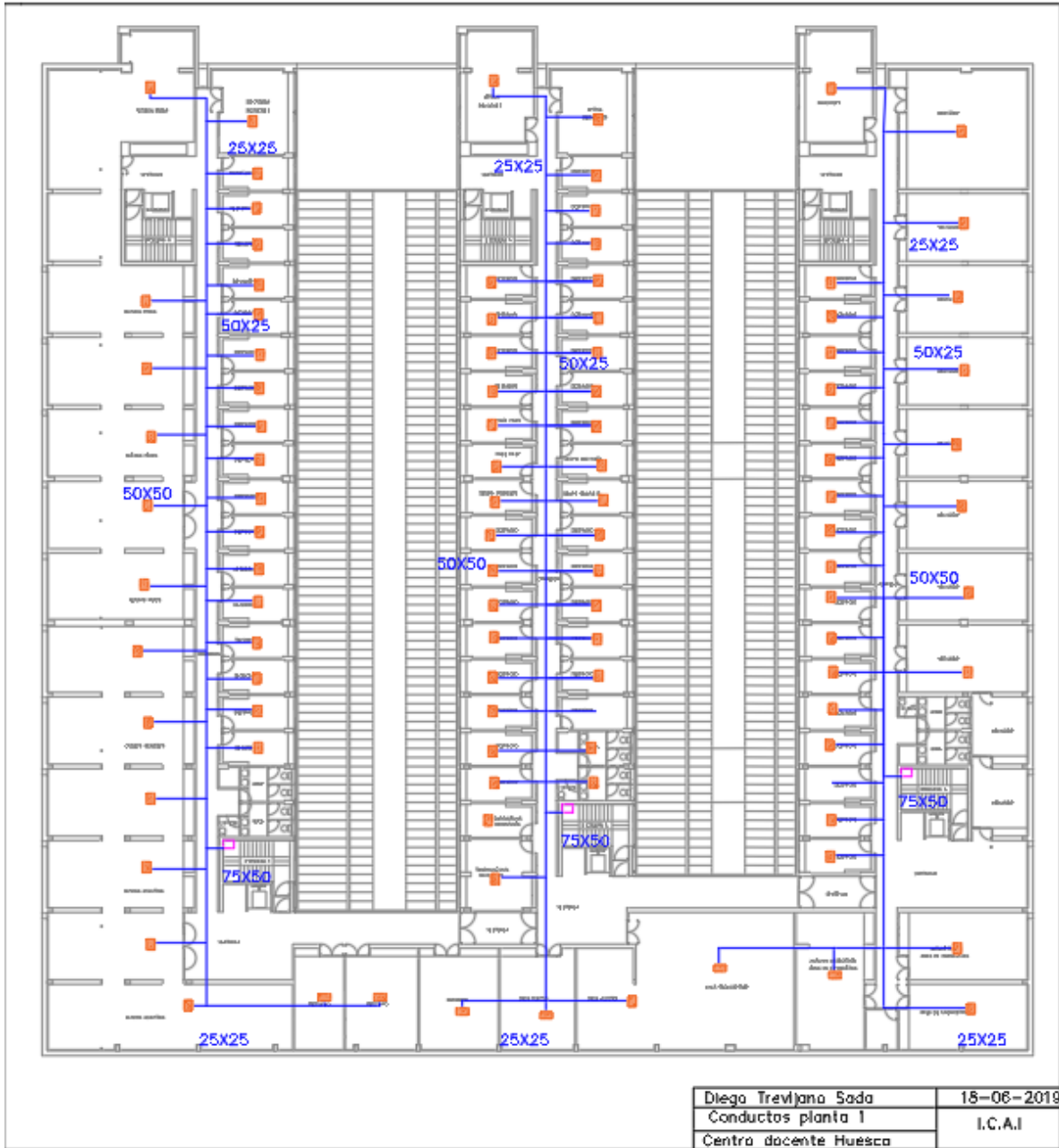


### Plano 3: Conductos Planta 2

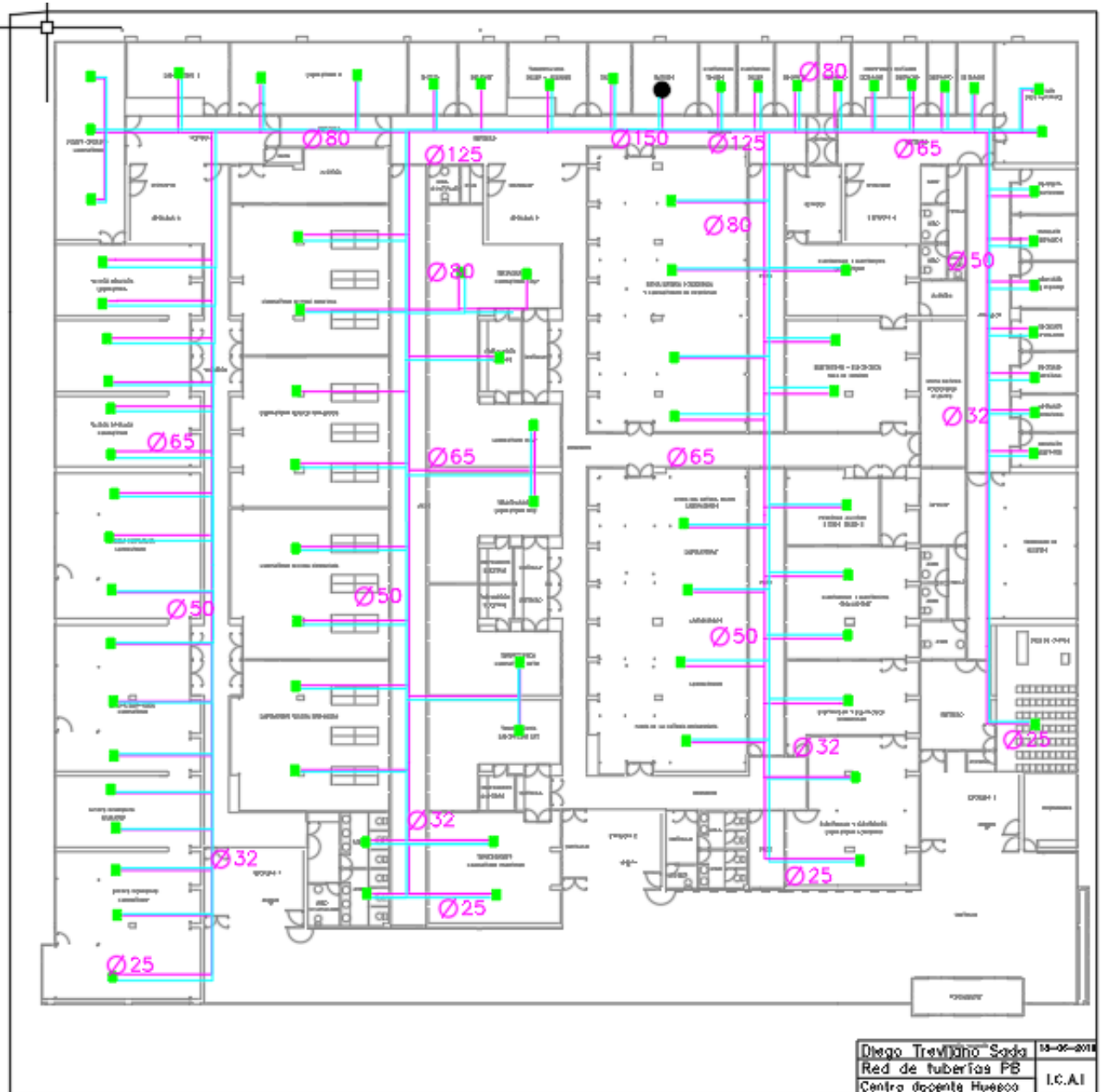


|                      |            |
|----------------------|------------|
| Diego Trevijano Sada | 18-06-2014 |
| Conductos Planta 2   | I.C.A.I    |
| Diego Trevijano Sada |            |

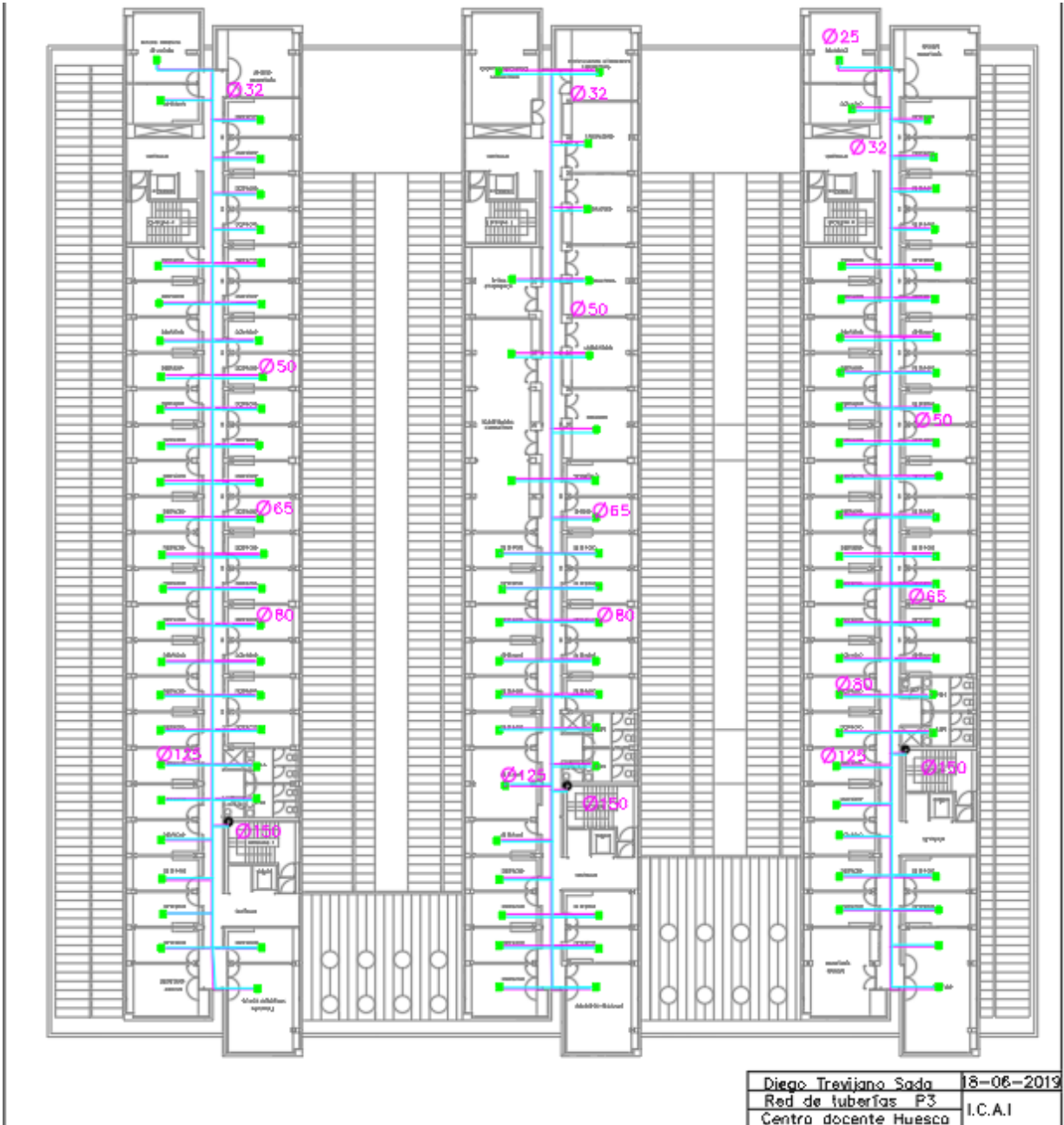
**Plano 4: Conductos Planta 1**



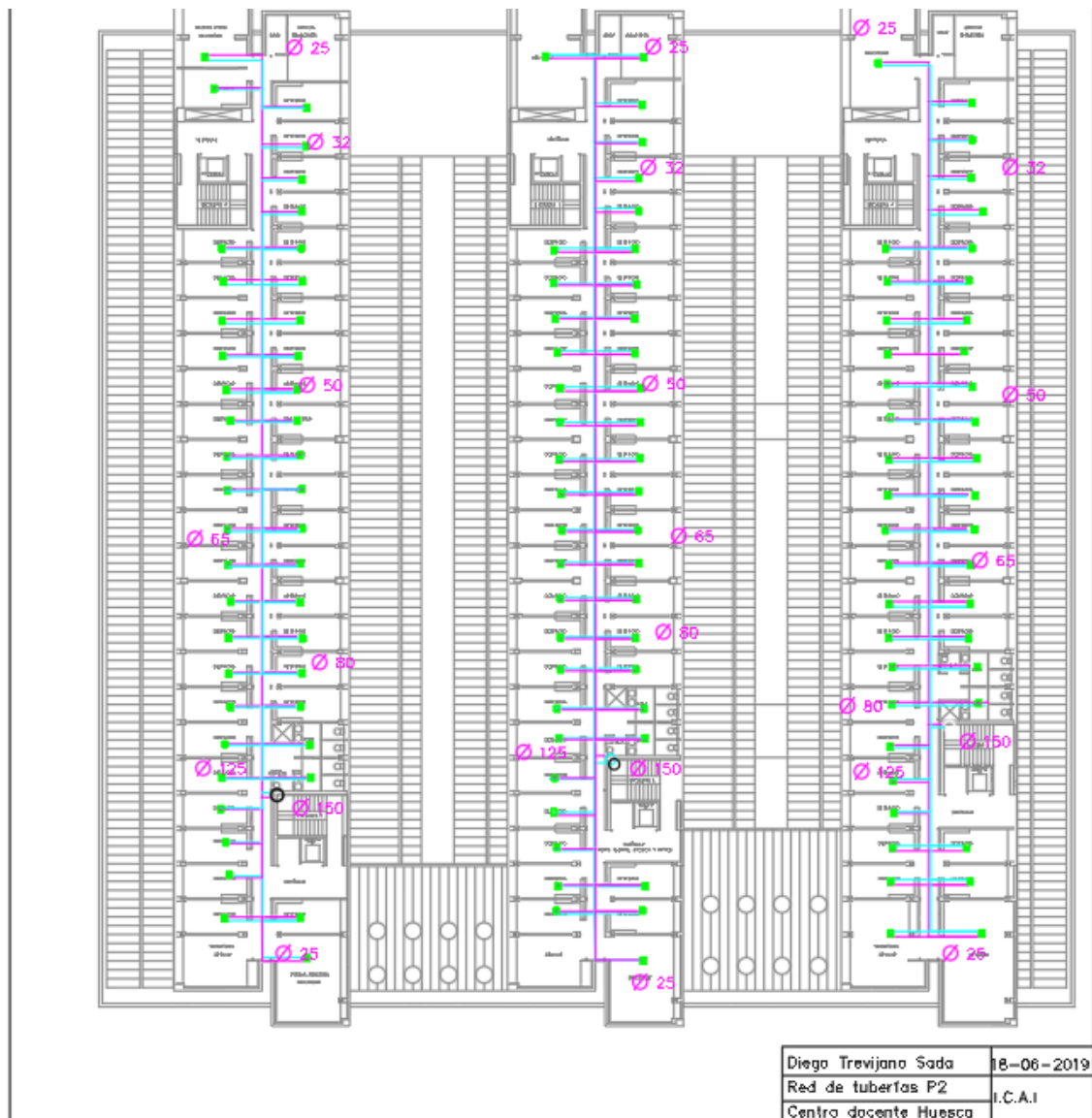
## Plano 5: Red de tuberías planta baja



### Plano 6: Red de tuberías planta 3

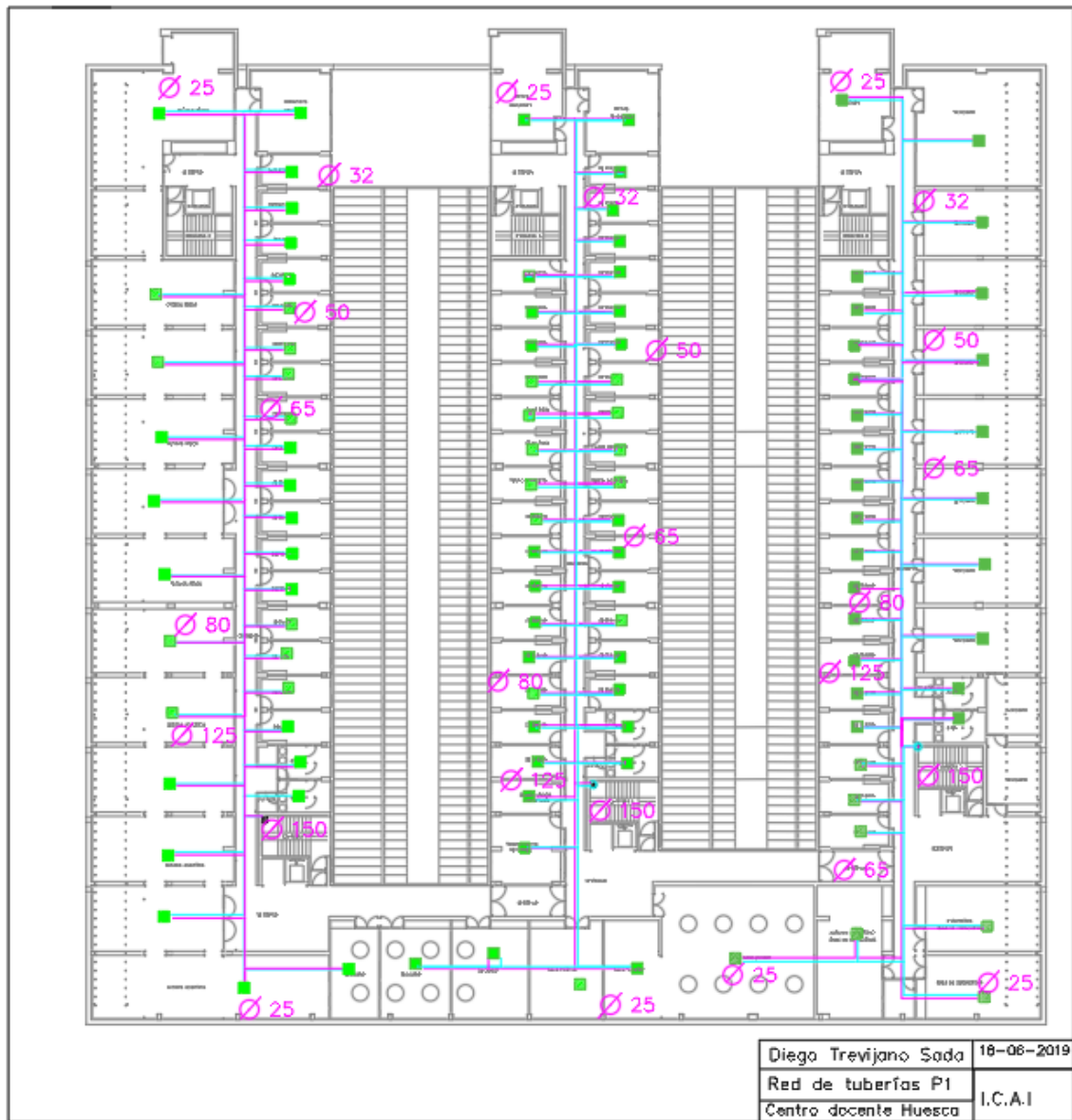


## Plano 7: Red de tuberías Planta 2





## Plano 8: Red de tuberías planta 1



---

## ***4.PRESUPUESTO***

---

En este apartado se valorarán los precios totales de todos los equipos utilizados en la instalación.

### Sistemas de producción primarios

| EQUIPO Y DESCRIPCIÓN   | UNIDADES | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|--|----------|-----------------|--------------|
| Planta enfriadora de agua, condensada por aire<br>Potencia frigorífica: 350,2 kW<br>Potencia eléctrica consumida: 159 kW<br>Tipo compresores: SCROLL<br>Nº circuitos independientes: 2<br>Tipo ventiladores: AXIAL<br>Presión disponible: 0 Pa<br>Marca/modelo: LENNOX Wa 370 A STD bh | 5        | 46.491,57€      | 232457,85€   |
| Caldera generadora de gas tipo modular.<br>Potencia: 588 KW<br>Rendimiento: alto.<br>Chimenea y colector de humos<br>Marca: ADISA<br>Modelo: ADI CD-M600   | 2        | 26739,25€       | 53478,5€     |

### Climatizadores

| EQUIPO Y DESCRIPCIÓN   | UNIDADES | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|--|----------|-----------------|--------------|
| Central de tratamiento de aire para la sección Este<br>Formado por ventiladores eléctricos de tipo centrífugo, con palas de reacción y motor de velocidad constante, baterías de agua en tubo de cobre y aletas de aluminio y secciones de filtrado, con las siguientes características:<br>Caudal de ventilador de impulsión: 17500 m <sup>3</sup> /h<br>Batería de frío (mínimo 6 filas): 27 KW<br>Batería de calor (mínimo 2 filas): 135 KW<br>p.e.d= 37,5 mm.c.a<br>Marca / Modelo: Trox serie TKM50HE | 1        | 23982,15€       | 23982,15€    |
| Central de tratamiento de aire para la sección central<br>Formado por ventiladores eléctricos de tipo centrífugo, con palas de reacción y motor  | 1        | 21920 €         | 21920 €      |

|   |   |         |        |
|---|---|---------|--------|
| de velocidad constante, baterías de agua en tubo de cobre y aletas de aluminio y secciones de filtrado, con las siguientes características:<br>Caudal de ventilador de impulsión: 16000 m <sup>3</sup> /h<br>Batería de frío (mínimo 6 filas): 27 KW<br>Batería de calor (mínimo 2 filas): 135 KW<br>p.e.d= 26 mm.c.a<br>Marca / Modelo: Trox serie TKM50HE   |   |         |        |
| Central de tratamiento de aire para la sección Oeste<br>Formado por ventiladores eléctricos de tipo centrífugo, con palas de reacción y motor de velocidad constante, baterías de agua en tubo de cobre y aletas de aluminio y secciones de filtrado, con las siguientes características:<br>Caudal de ventilador de impulsión: 17000 m <sup>3</sup> /h<br>Batería de frío (mínimo 6 filas): 22 KW<br>Batería de calor (mínimo 2 filas): 110 KW<br>p.e.d= 32 mm.c.a<br>Marca / Modelo: Trox serie TKM50HE | 1 | 23290 € | 23290€ |
| Central de tratamiento de aire para la sección Este<br>Formado por ventiladores eléctricos de tipo centrífugo, con palas de reacción y motor de velocidad constante, baterías de agua en tubo de cobre y aletas de aluminio y secciones de filtrado, con las siguientes características:<br>Caudal de ventilador de impulsión: 16200 m <sup>3</sup> /h<br>Batería de frío (mínimo 6 filas): 30 KW<br>Batería de calor (mínimo 2 filas): 157 KW<br>p.e.d= 44 mm.c.a<br>Marca / Modelo: Trox serie TKM50HE  | 1 | 22194€  | 22194€ |

**Elementos terminales (fan-coils y reguladores de caudal)**

| <b>EQUIPO Y DESCRIPCIÓN</b> | <b>UNIDADES</b> | <b>PRECIO UNITARIO</b> | <b>PRECIO TOTAL</b> |
|-----------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|
|-----------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|

|   |     |          |            |
|---|-----|----------|------------|
| <p>Fan-coil tipo cassette. De forma cuadrada, instalado en el falso techo. Acondicionado para asimilar el aire exterior de los conductos. Filtro de polipropileno. Ventilador radial con aislamiento clase F-4.<br/> Marca: Termoven<br/> Modelo: FCS-90<br/> Suministro eléctrico: 230 V<br/> Potencia frigorífica: 6621 W<br/> Potencia calorífica: 6000 W<br/> Caudal: 1600 m<sup>3</sup>/h<br/> Nivel sonoro: 55 dB</p> | 204 | 1730,1€  | 352956,82€ |
| <p>Fan-coil tipo cassette. De forma cuadrada, instalado en el falso techo. Acondicionado para asimilar el aire exterior de los conductos. Filtro de polipropileno. Ventilador radial con aislamiento clase F-4.<br/> Marca: Termoven<br/> Modelo: FCS-80<br/> Suministro eléctrico: 230 V<br/> Potencia frigorífica: 4024 W<br/> Potencia calorífica: 5046 W<br/> Caudal: 1375 m<sup>3</sup>/h<br/> Nivel sonoro: 49 dB</p> | 41  | 1051,54€ | 43113,2€   |
| <p>Fan-coil tipo cassette. De forma cuadrada, instalado en el falso techo. Acondicionado para asimilar el aire exterior de los conductos. Filtro de polipropileno. Ventilador radial con aislamiento clase F-4.<br/> Marca: Termoven<br/> Modelo: FCS-50<br/> Suministro eléctrico: 230 V<br/> Potencia frigorífica: 3689 W<br/> Potencia calorífica: 3146 W<br/> Caudal: 875 m<sup>3</sup>/h<br/> Nivel sonoro: 46 dB</p>  | 57  | 964€     | 54986,64€  |
| <p>Fan-coil tipo cassette. De forma cuadrada, instalado en el falso techo. Acondicionado para asimilar el aire exterior de los conductos. Filtro de polipropileno. Ventilador radial con aislamiento clase F-4.<br/> Marca: Termoven<br/> Modelo: FCS-30<br/> Suministro eléctrico: 230 V<br/> Potencia frigorífica: 2891 W<br/> Potencia calorífica: 2818<br/> Caudal: 750m<sup>3</sup>/h<br/> Nivel sonoro: 46 dB</p>     | 142 | 756€     | 107352€    |

|  |     |         |        |
|--|-----|---------|--------|
| Regulador de caudal de 125 mm de diámetro, con actuador eléctrico a 24 V con cierre total, con todos sus elementos de fijación. Completamente instalado.<br>Marca/modelo: TROXTVR/ 125/00/BCO/M  | 199 | 296€    | 58904€ |
| Regulador de caudal de 160 mm de diámetro, con actuador eléctrico a 24 V con cierre total, sensor diferencial de presión y regulador de temperatura con comunicación tipo IRC al sistema de gestión del edificio, con todos sus elementos de fijación. Completamente instalado.<br>Marca/modelo: TROX-TVR/160/00/BCO/M | 245 | 300,49€ | 73500€ |

### Equipos de impulsión de agua

| Equipo y descripción  | Unidades | Precio unitario | Precio total |
|---|----------|-----------------|--------------|
| Dos bombas centrífugas verticales unidas en un solo cuerpo. Ailamiento clase F. Eje de acero inoxidable. Frecuencia de alimentación 50 Hz. Juntas Klinglerit.<br>Marca: Ebara<br>Modelo: ELINE D 40-160, 0,55A<br>Caudal: 3,33 l/s<br>Velocidad de rotación nominal: 1450 r.p.m | 2        | 1437€           | 2874€        |
| Dos bombas centrífugas verticales unidas en un solo cuerpo. Ailamiento clase F. Eje de acero inoxidable. Frecuencia de alimentación 50 Hz. Juntas Klinglerit.<br>Marca: Ebara<br>Modelo: ELINE D 40-125, 0,55A<br>Caudal: 2,22 l/s<br>Velocidad de rotación nominal: 1450 r.p.m | 1        | 956,8€          | 956,8€       |
| Dos bombas centrífugas verticales unidas en un solo cuerpo. Ailamiento clase F. Eje de acero inoxidable. Frecuencia de alimentación 50 Hz. Juntas Klinglerit.<br>Marca: Ebara<br>Modelo: ELINE D 40-160, 0,55B<br>Caudal: 2,22 l/s  | 1        | 976€            | 976€         |

|   |   |       |        |
|---|---|-------|--------|
| Velocidad de rotación nominal: 1450 r.p.m   |   |       |        |
| Dos bombas centrífugas verticales unidas en un solo cuerpo. Ailamiento clase F. Eje de acero inoxidable. Frecuencia de alimentación 50 Hz. Juntas Klinglerit.<br>Marca: Ebara<br>Modelo: ELINE D 80-200, 4A<br>Caudal: 19,44 l/s<br>Velocidad de rotación nominal: 1450 r.p.m | 3 | 8378€ | 25135€ |
| Dos bombas centrífugas verticales unidas en un solo cuerpo. Ailamiento clase F. Eje de acero inoxidable. Frecuencia de alimentación 50 Hz. Juntas Klinglerit.<br>Marca: Ebara<br>Modelo: ELINE D 80-200, 3B<br>Caudal: 18 l/s<br>Velocidad de rotación nominal: 1450 r.p.m    | 1 | 7758€ | 7758€  |

### Tuberías

| DESCRIPCIÓN Y MEDIDAS   | LONGITUD (M) | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---|--------------|-----------------|--------------|
| Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 0,5" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.  | 18           | 5,2€            | 93,6€        |
| Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 0,75" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte. | 49           | 7,8€            | 382,2€       |
| Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 1" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.    | 105,7        | 10,4€           | 1099,8€      |
| Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 1,25" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte. | 90,6         | 13€             | 1177,8€      |
| Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 1,5" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.  | 187,66       | 15,6€           | 2927,5€      |

|  |        |        |           |
|--|--------|--------|-----------|
|  |        |        |           |
| Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 2" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.   | 129,8  | 20,8€  | 2700€     |
| Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 2,5" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte. | 126    | 26€    | 3276€     |
| Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 3" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.   | 131,14 | 31,1 € | 4091,56 € |
| Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 4" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.   | 13,1   | 41,6 € | 544,96 €  |
| Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 5" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.   | 15     | 52 €   | 780€      |
| Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 6" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.   | 8,7    | 62,4 € | 542,9€    |
| Aislamiento para tubería de 1/2", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 19 mm de espesor.  | 18     | 6,01 € | 108€      |
| Aislamiento para tubería de 0,75", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 19 mm de espesor.   | 49     | 6,88 € | 337,12€   |
| Aislamiento para tubería de 1", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 19 mm de espesor.  | 105,7  | 7,14€  | 754,7€    |
| Aislamiento para tubería de 1,25", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 27 mm de espesor.   | 90,6   | 9,81€  | 888,8€    |
| Aislamiento para tubería de 1,5", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 27 mm de espesor.  | 187,66 | 10,65€ | 1998,6€   |



|   |        |         |          |
|---|--------|---------|----------|
| Aislamiento para tubería de 2", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 27 mm de espesor.   | 129,8  | 13,81€  | 1792,53€ |
| Aislamiento para tubería de 2½", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 40 mm de espesor y forro de plancha de aluminio de 0,6 mm. | 126    | 52,99 € | 6676,64€ |
| Aislamiento para tubería de 3", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 50 mm de espesor y forro de plancha de aluminio de 0,6 mm.  | 131,14 | 70€     | 9179,8€  |
| Aislamiento para tubería de 4", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 50 mm de espesor y forro de plancha de aluminio de 0,6 mm.  | 13,1   | 93,86€  | 1229€    |
| Aislamiento para tubería de 5", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 50 mm de espesor y forro de plancha de aluminio de 0,6 mm.  | 15     | 100€    | 1500€    |
| Aislamiento para tubería de 6", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 50 mm de espesor y forro de plancha de aluminio de 0,6 mm.  | 8,7    | 108€    | 939,6€   |

#### Redes de conductos

| DESCRIPCIÓN Y MEDIDAS  | LONGITUD (m) | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|--|--------------|-----------------|--------------|
| Conducto rectangular<br>Sección 250x250. mm<br>Fabricado en chapa galvanizada.<br>Totalmente montado e instalado.<br>60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica | 102,28       | 18,92€          | 1190,57€     |

|  |        |       |        |
|--|--------|-------|--------|
| Conducto rectangular<br>Sección 500x250. mm<br>Fabricado en chapa galvanizada.<br>Totalmente montado e instalado.<br>60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica | 158,51 | 27,6€ | 4374€  |
| Conducto rectangular<br>Sección 500x500. mm<br>Fabricado en chapa galvanizada.<br>Totalmente montado e instalado.<br>60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica | 279,7  | 47,1€ | 13173€ |
| Conducto rectangular<br>Sección 750x500. mm<br>Fabricado en chapa galvanizada.<br>Totalmente montado e instalado.<br>60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica | 33,7   | 83€   | 2797€  |

#### Válvulas y accesorios

| EQUIPO Y DESCRIPCIÓN  | UNIDADES | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---|----------|-----------------|--------------|
| Compuerta cortafuegos, rectangular, RF-120, según UNEEN 1366-2, de 250 x 250 mm, con premarco, dotada de actuador eléctrico de 230 V con rearme automático, fusible termoeléctrico y dos interruptores finales de carrera. Completamente instalada. | 13       | 255,77€         | 3325€        |
| Compuerta cortafuegos, rectangular, RF-120, según UNEEN 1366-2, de 750 x 550 mm, con premarco, dotada de actuador eléctrico de 230 V con rearme automático, fusible termoeléctrico y dos interruptores finales de carrera. Completamente instalada. | 9        | 274€            | 2466€        |
| Juego de lonas antivibratorias para instalar en la impulsión y retorno de aire del fan-coil.  | 444      | 16 €            | 7104€        |
| Válvula de asiento de 3 vías, conexión roscada, 125mm , dotada de actuador todo-nada, alimentado a 24 V y confirmación de estado por interruptores fin de carrera. Completamente instalada. Marca/modelo: T&A                                       | 8        | 67,69€          | 541,52€      |

|  |     |        |          |
|--|-----|--------|----------|
| Válvula de regulación de presión diferencial tipo embrizada, fabricada en ametal, con toma de presión, dispositivo de vaciado, conexión para el capilar de presión de referencia, de 150 mm de diámetro. Regulación de presión entre 20 kPa a 160 kPa. Completamente instalada. Marca/modelo: TASTAP | 8   | 2111 € | 16888€   |
| Filtro colador tipo "Y", de la marca JC o similar, roscado, de diámetro 6".  | 4   | 41 €   | 164€     |
| Filtro colador tipo "Y", de la marca JC o similar, roscado, de diámetro 2,5".  | 4   | 18,53€ | 74,12€   |
| Válvula de asiento inclinado para instalaciones de climatizadores CLAP2 , con montaje entre bridas, de 300 mm de diámetro, PN-10 , con juego de accesorios. Completamente instalada. Marca/modelo: ARI   | 4   | 160€   | 640€     |
| Filtro colador tipo "Y", de la marca JC o similar, PN-20, roscado, de diámetro 1/2".   | 444 | 9,92€  | 4404,48€ |
| Válvula de equilibrado y control de 2 vías, fabricada en ametal, con preajuste de caudal, tomas de presión 25mm dotada de actuador todo/nada, alimentado a 24 V y confirmación de estado por interruptores fin de carrera. Completamente instalada. Marca/modelo: T&A / TBV-C                        | 444 | 34,42€ | 15282€   |
| Válvula de esfera, de la marca GENE BRE  | 444 | 10€    | 4440€    |

**Total: 1.224.527,15€.**

**El presupuesto total de la instalación es de un millón doscientos veinticuatro mil quinientos veintisiete con quince euros.**

**Madrid a 19 de Junio de 2019.**

---

## ***5. Pliego de condiciones***

---

## Índice

1. Generalidades
2. Dirección de obra
3. Conductos
4. Aislamiento térmico
5. Compuertas cortafuegos
6. Fancoils
7. elementos de regulación y control
8. Valvulería
9. Elementos antivibratorios
10. Bombas
11. Tuberías
12. Drenajes y vaciados
13. Acometidas de agua a equipos y redes
14. Pruebas y ensayos
15. Recepción
16. Condiciones de aceptación y rechazo

## **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 centro docente en Huesca. 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, aún 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 antivibradores 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. Conductos.**

### 3.1 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/m<sup>2</sup>.(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. Los de nuestra instalación.
- ✓ 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 lo 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 realizarán por cualquiera de los métodos que en buena práctica se conocen, evitando en lo posible, el empleo de compuertas u otros dispositivos de regulación.

#### 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.

## 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.

## 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<br>MAYOR DEL<br>CONDUCTO (cm) | GRUESO DE LA CHAPA<br>(mm) |       |          |       | CONSTRUCCIONES RECOMENDADAS *<br>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<br>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 e las dimensiones tienen separaciones transversales, excepto los que tiene 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. Aislamiento térmico

### 4.1 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 ó 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.

## **4.2 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.

### **4.3 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.

### **4.4 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.

## **5 Compuertas cortafuegos**

### **5.1 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 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.

### **5.2 Instalación**

Se instalarán en el lugar indicado en la memoria, 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.

## **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 contruidos 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.

#### **6.4.2 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.

## **7 Elementos de regulación y control**

### **7.1 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.

### **7.2 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.

## **8 Valvulería**

### **8.1 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.

### **8.2 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.

## **9. Elementos antivibratorios: bancadas, soportes y estructuras para equipos**

### **9.1 Generalidades**

Todos los equipos con partes móviles (bombas, compresores, etc) deberán instalarse con las recomendaciones del fabricante, poniendo especial cuidado

en al 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 de 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.

## 9.2 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 estarán 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.

## **10. Bombas**

### **10.1 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.

## **10.2 Información Técnica**

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



11. Tipo, modelo y número de serie.
12. 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.
13. Variación de la presión neta positiva requerida en la aspiración de la bomba en función del caudal.
14. Características de la corriente de alimentación.
15. Presión y temperatura máxima de trabajo.
16. Limitaciones en cuanto a posiciones de funcionamiento.
17. Dimensiones, peso y cotas de conexiones.
18. Instrucciones de montaje y mantenimiento.

## **11. TUBERIAS.**

### **11.1 GENERAL**

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

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

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

Las tuberías serán instaladas de forma que permitan su libre dilatación sin causar ningún esfuerzo que pueda producir desperfectos en la obra o equipos

a los cuales se encuentre conectada, equipando en caso preciso dilatadores, anclajes y soportería en general.

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

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

## **12. Drenajes y vaciados**

### **12.1 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.

### **12.2 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.

### **13. 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.

### **14. Pruebas y ensayos**

#### **14.1 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.

## **14.2 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.

### **14.2.1 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

#### 14.2.2 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/cm<sup>2</sup>). 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.

#### 14.2.3 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.

#### 14.2.4 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.

#### 14.2.5 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.

#### 14.2.6 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

### **14.3 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.

## **15.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 :

- 1.Resultados de las pruebas.
2. Manual de instrucciones,
3. Libro de mantenimiento
4. Libro-Registro del usuario del Ministerio, debidamente diligenciado.

5. 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.
6. Un ejemplar de :Copia del Certificado de la Instalación presentado ante la Delegación provincial del Ministerio correspondiente.

## **16. Condiciones de aceptación y rechazo**

### **16.1 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.

## **16.2 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.

#### **a. Elementos de bombeo**

Estarán en posesión de la documentación técnica exigible.

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.

---

# ***Catálogos***

---











