



**COMILLAS**

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRALES

TRABAJO FIN DE GRADO

## DESARROLLO DE CLIMATIZACIÓN DE UNA TERMINAL DE AEROPUERTO EN GRANADA

Autor: Nicolás Gabilondo Rowell

Director: Javier Martín Serrano

Madrid



Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
Desarrollo del sistema de climatización de una terminal de aeropuerto en Granada  
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el  
curso académico 2022/23 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.: Nicolás Gabilondo Rowell

Fecha: 14/ 07/ 2023



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Javier Martín Serrano

Fecha: 14/ 07/ 2023





# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

## TRABAJO FIN DE GRADO DESARROLLO DE CLIMATIZACIÓN DE UNA TERMINAL DE AEROPUERTO EN GRANADA

Autor: Nicolás Gabilondo Rowell

Director: Javier Martín Serrano

Madrid



# **DESARROLLO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE LA TERMINAL DE UN AEROPUERTO EN GRANADA**

**Autor: Gabilondo Rowell, Nicolás.**

Director: Martín Serrano, Javier

Entidad Colaboradora: ICAI

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

### **Introducción**

La finalidad de este proyecto es llevar a cabo todo el proceso de climatización de un aeropuerto en Granada. Para ello, se realizará un estudio tanto del edificio como de las condiciones externas en las que se encuentra. Para la consecución del proyecto no solo se tendrán en cuenta las condiciones técnicas, sino también las legales.

Se hará uso del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los edificios (RITE) que es la normativa vigente que regula las condiciones que tienen que cumplir los edificios en cuanto a la climatización, entre otras cosas. Con este manual se procederá también a la elección de los equipos de climatización que garanticen la mejor eficiencia en cuanto a energía.

Para resolver la climatización de un aeropuerto, se implementarán tanto equipos de ventilación como de calefacción que satisfagan las condiciones de bienestar y confort en el interior del edificio. Se asegurará una temperatura interna de 24°C durante el verano, con una humedad relativa del 50% y 22°C durante el invierno, también con una humedad relativa del 50%.

Para alcanzar este resultado, se necesitará la implementación de equipos de climatización, junto con su consecuente estructura de conductos, tuberías y otros elementos para asegurar su buen funcionamiento.

### **Metodología**

En primer lugar, se ha de hacer un estudio de la arquitectura del edificio en la que se va a trabajar. El aeropuerto que se va a climatizar consta de dos pisos más una entreplanta o altillo situado entre ambos. La climatización no se efectuará en todas las salas del aeropuerto, sino en 5 de ellas. Estas son el vestíbulo de llegadas/salidas, la zona de facturación de equipaje, la zona de recogida de equipaje, la gran sala de espera donde esperan los pasajeros antes de embarcar y una serie de oficinas. Todas las salas se encuentran en la planta baja del aeropuerto, a excepción de la sala de preembarque, que se encuentra en la planta alta.

Se deben calcular las cargas tanto de verano como de invierno, ambas en el caso más desfavorable en cuanto a mes del año y hora del día. En el caso de las cargas de verano, hay que tener en cuenta las cargas debidas por transmisión, radiación, iluminación ocupación y otros equipos que generen calor como pueden ser las cintas de maletas en la sala de recogida de equipajes. Para las cargas de invierno, solo se tendrán en cuenta las cargas por transmisión, ya que el resto computarían como positivas en el objetivo de elevar la temperatura, que es el objetivo en esta época del año.

Una vez calculados las potencias frigoríficas y caloríficas, se deberán calcular los diferentes caudales de ventilación, impulsión y retorno. Con estos caudales, se procederá a la elección de los diferentes equipos. Para salas más pequeñas, en este caso, las oficinas, se utilizará el Fan-coil. Este aparato es un equipo agua-aire formado por una batería y un ventilador. Se instalarán un total de 7 fancoils y una unidad de tratamiento de aire exterior para combatir la carga de las oficinas. Para el resto de las salas se utilizarán climatizadores. Se utilizará uno por cada 25000-30000 m<sup>3</sup>/h de aire suministrado. En total, se instalarán un total de 7 climatizadores

Una vez se hayan decidido los equipos que se van a instalar, hay que realizar la instalación de las tuberías y conductos que sean capaces de alimentarlos. Se dimensionarán con diferentes especificaciones de caudal y presiones.

La red de tubería la formarán 4 circuitos cerrados independientes entre sí que alimentarán a los fancoils y los climatizadores. Estos circuitos serán los de agua fría y caliente para la impulsión y el retorno. En ningún momento se deberán superar las especificaciones de 20 mm.c.a en cuanto a pérdida de carga y 2m/s en cuanto a velocidad. Con las pérdidas de carga del tramo más desfavorable se procederá al dimensionamiento de las bombas. Se instalará una bomba extra en paralelo que entrará en funcionamiento en caso de avería, evitando así que se pare toda la instalación.

En las zonas con instalación todo aire, se procede a la instalación de conductos de impulsión y retorno. Los conductos de impulsión van desde los climatizadores situados en la cubierta del edificio hasta los difusores que se encuentran en la propia sala. A través de rejillas situadas en la sala, se hará retornar el aire de nuevo a los climatizadores. Se han instalado un total de 205 difusores y 55 rejillas a lo largo de las 4 salas climatizadas con sistemas todo aire. Estos equipos serán distribuidos lo más uniformemente posible para optimizar su uso.

Cabe destacar que todos los conductos se dimensionaran con una velocidad máxima de 7 m/s y una pérdida de carga por metro lineal máxima de 0,12 mm.c.a.

Para seleccionar todos los equipos y diferentes componentes, se han utilizado catálogos de diferentes fabricantes que cumplen la normativa vigente.

El presupuesto total para la instalación del sistema de climatización asciende a **1.045.856 €**



# **DEVELOPMENT OF THE AIR CONDITIONING SYSTEM OF AN AIRPORT TERMINAL IN GRANADA**

**Author: Gabilondo Rowell, Nicolás**

Supervisor: Martín Serrano, Javier

## **PROJECT SUMMARY**

### **Introduction**

The purpose of this project is to carry out the entire air conditioning process of an airport in Granada. For this, a study will be carried out both of the building and of the external conditions in which it is located. To achieve the project, not only the technical conditions will be taken into account, but also the legal ones.

Use will be made of the Regulation of Thermal Installations of buildings (RITE) which is the current regulation that regulates the conditions that buildings must meet in terms of air conditioning, among other things. This manual will also proceed to the choice of air conditioning equipment that guarantees the best efficiency in terms of energy.

To solve the air conditioning of an airport, both ventilation and heating equipment will be implemented to satisfy the conditions of well-being and comfort inside the building. An internal temperature of 24°C will be ensured during the summer, with a relative humidity of 50% and 22°C during the winter, also with a relative humidity of 50%.

To achieve this result, the implementation of air conditioning equipment will be needed, together with its consequent structure of ducts, pipes and other elements to ensure its proper functioning.

### **Methodology**

First of all, a study must be made of the architecture of the building in which you are going to work. The airport to be air conditioned consists of two floors plus a mezzanine or mezzanine located between them. The air conditioning will not be carried out in all the airport lounges, but in 5 of them. These are the arrivals/departures hall, the baggage claim area, the baggage claim area, the large waiting room where passengers wait before boarding, and a series of offices. All the lounges are located on the ground floor of the airport, with the exception of the pre-boarding lounge, which is located on the top floor.

Both summer and winter loads must be calculated, both in the most unfavorable case in terms of month of the year and time of day. In the case of summer loads, it is necessary to take into account the loads due to transmission, radiation, lighting, occupation and other equipment that generates heat, such as the luggage belts in the baggage reclaim hall. For winter loads, only transmission loads will be taken into account, since the rest would compute as positive in the objective of raising the temperature, which is the objective at this time of year.

Once the refrigerating and heating capacities have been calculated, the different ventilation, impulsion and return flows must be calculated. With these flows, the different equipment

will be chosen. For smaller rooms, in this case, offices, the Fan-coil will be used. This device is a water-air unit made up of a battery and a fan. A total of 7 fan coils and an outdoor air treatment unit will be installed to combat the load in the offices. For the rest of the rooms, air conditioners will be used. One will be used for every 25,000-30,000 m<sup>3</sup>/h of supplied air. In total, a total of 7 air conditioners will be installed.

Once the equipment to be installed has been decided, it is necessary to carry out the installation of the pipes and conduits that can feed them. They will be sized with different flow and pressure specifications.

The piping network will be made up of 4 closed circuits independent of each other that will feed the fan coils and the air conditioners. These circuits will be those of hot and cold water for impulsion and return. At no time should the specifications of 20 mm.c.a be exceeded in terms of pressure loss and 2m/s in terms of speed. With the load losses of the most unfavorable section, the sizing of the pumps will be carried out. An extra pump will be installed in parallel that will come into operation in the event of a breakdown, thus preventing the entire installation from stopping.

In areas with all-air installation, supply and return ducts are installed. The supply ducts go from the air conditioners located on the roof of the building to the diffusers found in the room itself. Through grilles located in the room, the air will be returned to the air conditioners. A total of 205 diffusers and 55 grilles have been installed throughout the 4 air-conditioned rooms with all-air systems. This equipment will be distributed as evenly as possible to optimize its use.

It should be noted that all the ducts will be dimensioned with a maximum speed of 7 m/s and a maximum pressure loss per linear meter of 0.12 mm.c.a.

To select all the equipment and different components, catalogs from different manufacturers that comply with current regulations have been used.

The total budget for the installation of the air conditioning system amounts to **1.045.856 €**



## Índice

<b>Capítulo 1. Memoria Descriptiva .....</b>	<b>6</b>
1.1 Objetivo del proyecto .....	6
1.2 Objetivos de desarrollo sostenible.....	6
1.3 Descripción del edificio.....	6
1.4 Datos de partida y criterios de diseño.....	7
1.4.1 Condiciones climáticas interiores .....	7
1.4.2 Condiciones climáticas exteriores.....	9
1.4.3 Características estructurales.....	10
1.4.4 Otras características de edificio.....	10
1.4.5 Ocupación .....	11
1.4.6 Iluminación y equipos.....	12
1.5 Cálculo de cargas térmicas .....	12
1.5.1 Cálculo de cargas de verano .....	13
1.5.2 Cálculo de cargas de invierno.....	13
1.6 Diseño de equipos y elementos de la instalación .....	14
1.6.1 Fan-coils.....	15
1.6.2 Climatizadores.....	15
1.6.3 Red de tuberías .....	15
1.6.4 Bombas .....	16
1.6.5 Red de conductos.....	17
1.6.6 Ventiladores.....	18
1.6.7 Difusores .....	18
1.6.8 Rejillas.....	19
1.6.9 Caldera.....	19
1.6.10 Equipo frigorífico .....	19
<b>Capítulo 2. Cálculos .....</b>	<b>21</b>
2.1 Cálculo de cargas térmicas .....	21
2.1.1 Cálculo de cargas de verano .....	22
2.1.2 Cálculo de cargas de invierno.....	27
2.2 Resultados cargas de invierno y verano .....	29

2.3	Cálculo de caudales .....	30
2.4	Cálculo de la red de tuberías de agua .....	35
2.5	Cálculo de la red de conductos de aire .....	38
2.6	Selección de los equipos.....	41
2.6.1	Selección de Fan-coils.....	41
2.6.2	Selección de climatizadores .....	43
2.6.3	Selección de bombas.....	48
2.6.4	Selección de difusores .....	49
2.6.5	Selección de rejillas de retorno.....	50
2.6.6	Selección de ventiladores .....	51
2.6.7	Selección del equipo frigorífico.....	52
2.6.8	Selección de la caldera.....	53
<b>Capítulo 3.</b>	<b>Pliego de condiciones .....</b>	<b>54</b>
3.1	Normativa.....	54
3.2	Condiciones técnicas .....	58
3.2.1	Tuberías.....	58
3.2.2	Aislamiento de tuberías .....	58
3.2.3	Vaciado y purga .....	59
3.2.4	Conductos.....	59
3.3	Eficiencia energética .....	60
3.4	Montaje.....	62
3.5	Mantenimiento y uso .....	64
3.6	Inspección.....	66
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Presupuesto.....</b>	<b>68</b>
4.1	Fancoils .....	68
4.2	Unidad de Aire Primario .....	68
4.3	Climatizadores.....	68
4.4	Bombas.....	69
4.5	Caldera .....	69
4.6	Equipo frigorífico .....	70
4.7	Tuberías de agua y aislamiento .....	70
4.8	Conductos.....	71

4.9 Difusores .....	71
4.10 Rejillas de retorno .....	71
4.11 Presupuesto total.....	72
<b>Capítulo 5. Planos.....</b>	<b>73</b>
<b>Capítulo 6. Anexos.....</b>	<b>80</b>
6.1 Cálculos de cargas de verano .....	80
6.2 Cálculos de carga de invierno .....	85
6.3 Cálculo conductos de impulsión, retorno y ventilación .....	90
6.4 Cálculos red de tuberías de agua caliente y fría .....	98
6.5 Catálogo fancoil. ....	101
6.6 Catálogo unidad de aire primario .....	102
6.7 Catálogo climatizadores .....	104
6.8 Catálogo bombas .....	105
<b>106</b>	
<b>107</b>	
6.9 Catálogo de ventilador.....	109
6.10 Catálogo de difusores .....	110
6.11 Catálogo de rejillas de retorno.....	111
6.12 Catálogo caldera .....	111
6.13 Catálogo equipo frigorífico .....	112
<b>Capítulo 7. Bibliografía.....</b>	<b>113</b>

## *Índice de tablas*

Tabla 1. Superficie de zonas a climatizar. ....	7
Tabla 2. Condiciones climáticas en el interior del aeropuerto. ....	8
Tabla 3. Calidad mínima de aire por persona (RITE). ....	8
Tabla 4. Horas más desfavorables para el cálculo de cargas de verano. ....	9
Tabla 5. Valores del coeficiente de transmisión dependiendo del tipo de cerramiento. ....	10
Tabla 6. Niveles de ocupación por zonas. ....	12
Tabla 7. Superficie de las paredes exteriores por orientación . ....	21
Tabla 8. Resultados finales de cargas de verano. ....	26
Tabla 9. Ejemplo de cálculo de cargas de verano en el vestíbulo de facturación.. ....	26
Tabla 10. Valores de $f_v$ en función del tipo de material. ....	28
Tabla 11. Resultados finales de cargas de invierno por local.....	29
Tabla 12. Resultados finales de cargas totales de invierno y verano. ....	30
Tabla 13. Caudales de impulsión, ventilación y retorno por locales . ....	33
Tabla 14. Caudales de agua fría y caliente por local.....	35
Tabla 15. Pérdidas de carga y dimensionamiento de tuberías de agua fría circuito secundario. .....	36
Tabla 16. Pérdidas de carga y dimensionamiento de tuberías de agua fría circuito primario. .....	37
Tabla 17. Pérdidas de carga y dimensionamiento de tuberías de agua caliente circuito secundario.....	37
Tabla 18. Pérdidas de carga y dimensionamiento de tuberías de agua caliente circuito primario.. ....	38
Tabla 19. Pérdida de carga y dimensionamiento impulsión climatizador de facturación 1/1. .....	40

Tabla 20. Pérdida de carga y dimensionamiento retorno climatizador de facturación 1/1.	40
Tabla 21. Pérdida de carga y dimensionamiento aire exterior fancoils .....	41
Tabla 22. Requerimientos de las oficinas y elección del fancoil.....	42
Tabla 23. Numero de climatizadores a instalar. ....	43
Tabla 24. Características climatizador zona de facturación. ....	44
Tabla 25. Características climatizador vestíbulo de llegadas (1/2). ....	44
Tabla 26. Características climatizador vestíbulo de llegadas (2/2). ....	45
Tabla 27. Características climatizador zona de espera pre embarque (1/2). ....	46
Tabla 28. Características climatizador zona de espera pre embarque (2/2). ....	46
Tabla 29. Características climatizador zona de recogida de equipajes (1/2).....	47
Tabla 30. Características climatizador zona de recogida de equipajes (2/2).....	47
Tabla 31. Características de la unidad de aire primario que alimenta a los fancoils.....	47
Tabla 32. Selección de bombas. ....	48
Tabla 33. Selección de difusores. ....	50
Tabla 34. Selección de rejillas.....	51
Tabla 35. Selección de ventilador.....	52
Tabla 36. Selección de equipo frigorífico. ....	52
Tabla 37. Selección de caldera. ....	53
Tabla 38. Coste de instalamento de la red de tuberías. ....	70
Tabla 39. Presupuesto total desglosado.....	72



## **Capítulo 1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

### ***1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO***

El objetivo de este proyecto consiste en llevar a cabo la climatización de la terminal de un aeropuerto en Granada. Para ello se tendrán en cuenta tanto las consideraciones técnicas como legales.

En este proyecto se desarrollarán las instalaciones necesarias tanto en verano como en invierno, englobando no solo los equipos de calefacción y refrigeración, sino todos los elementos indispensables para una correcta climatización.

A través de este proyecto se busca ahondar en los conocimientos y diversas técnicas de climatización además de ser capaz de resolver un problema ingenieril real.

### ***1.2 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE***

La agenda 2030 marca una serie de objetivos que se deben de tener en cuenta cuando se realizan la mayoría de los proyectos. Estos objetivos marcan el camino a un desarrollo más sostenible. Este proyecto se alinea principalmente con el Objetivo 3: Salud y bienestar, ya que el principal objetivo de este proyecto es garantizar los niveles de confort dentro del edificio.

### ***1.3 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO***

La terminal que se va a climatizar se encuentra en Granada. La altura respecto al mar es de 738 m.

El edificio consta de dos plantas principales más una intermedia. Será en la cubierta del edificio donde se instalarán los equipos de climatización.

En este proyecto, se procederá a la climatización del vestíbulo de salidas, la sala de recogida de equipajes, la zona de facturación, la sala de espera preembarque y 7 oficinas más pequeñas. Todos los establecimientos se encuentran en la planta baja con la excepción de la sala de espera preembarque. Este último se encuentra en la primera planta.

En la siguiente tabla se recogen los diferentes locales en los que se producirá la climatización:

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )
Zona de facturación	934,54
Vestíbulo de salidas/llegadas	1753,96
Zona de espera preembarque	1928
Recogida de equipajes	2404,57
Oficinas de planta baja	156,29

*Tabla 1. Superficie de zonas a climatizar*

## **1.4 DATOS DE PARTIDA Y CRITERIOS DE DISEÑO**

### **1.4.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS INTERIORES**

De acuerdo con la normativa más vigente establecida en el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios) que tiene como objetivo garantizar el bienestar y confort en el interior, estas son las exigencias de temperatura y humedad que han de cumplirse dependiendo de la estación.

Estación	Temperatura interior (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	24 °	50%

<b>Invierno</b>	22 °	50%
-----------------	------	-----

*Tabla 2. Condiciones climáticas en el interior del aeropuerto.*

El RITE también establece una serie de niveles en cuanto a unas cantidades de aire interior mínimos (IDA) dependiendo del local que se deben garantizar:

<b>Calidad del aire interior</b>	<b>Tipo de local</b>	<b>Tasa de ventilación por persona (m<sup>3</sup>/h/persona)</b>
IDA 1 (óptima)	hospitales, clínicas, laboratorios, guarderías...	72
IDA 2 (buena)	oficinas, residencias, salas de lectura, museos...	45
IDA 3 (media)	edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, restaurantes, cafeterías...	28,8
IDA 4 (baja)	Casos justificados	18

*Tabla 3. Calidad mínima de aire por persona (RITE).*

Así, teniendo en cuenta las tasas de calidad de aire mínima, se implementará un nivel de IDA 3 (calidad media) para el vestíbulo de salidas/llegadas, la zona de preembarque, la sala de recogida de equipajes y la zona de facturación. Un nivel mayor, IDA 2 (calidad buena), es el que se empleará para las oficinas de la planta baja.

## 1.4.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS EXTERIORES

Los datos de las condiciones climáticas exteriores se extraen de *la Guía Técnica de condiciones climáticas exteriores*. La altitud con respecto al mar del aeropuerto es, como se ha comentado anteriormente, de 775 metros.

Las condiciones climáticas en cuanto a temperatura seca y humedad relativa que se han empleado para la elaboración del proyecto dependiendo de las estaciones más extremas son las siguientes:

### Verano:

- Temperatura seca: 36°C
- Temperatura húmeda: 26,8°C
- Humedad relativa: 49%

### Invierno:

- Temperatura seca: -2°C

A continuación, se pueden observar las horas y los meses más desfavorables dependiendo de la orientación:

Orientación	Hora	Mes
Norte	16 h	Julio
Sur	12 h	Julio
Este	8 h	Julio
Oeste	16 h	Julio

Tabla 4. Horas más desfavorables para el cálculo de cargas de verano.

La orientación del proyecto es mayoritariamente noroeste por lo que las condiciones más desfavorables se dan en el mes de julio a las 16 horas.

### 1.4.3 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Un parámetro importante a la hora de proceder al cálculo de cargas es el coeficiente de transmisión térmica (K) que variará dependiendo del material al que nos refiramos. Este coeficiente nos indica la cantidad de calor por unidad de tiempo que atraviesa superficies de caras paralelas. Dependiendo del valor de K, favorecerá más o menos el objetivo de bienestar térmico de los recintos a climatizar

En la siguiente tabla se recogen los valores del coeficiente de transmisión térmica de los cerramientos que se utilizan en el proyecto:

Tipo de cerramiento	Coficiente de transmisión (kcal/h*m2*k)
Cristales	2,6
Muros exteriores	0,65
Tabiques	1,2
Tejados	0,455
Suelos interiores	1,1
Suelos exteriores	1,1
Techos	2,02
Puertas	2

Tabla 5. Valores del coeficiente de transmisión dependiendo del tipo de cerramiento.

Otro importante parámetro es el factor de ganancia solar. Este coeficiente se refiere al aumento de energía de una superficie al estar expuesta a la radiación solar. El Factor de ganancia que se va a considerar en este proyecto es el del vidrio y tiene un valor de 0,48.

### 1.4.4 OTRAS CARACTERÍSTICAS DE EDIFICIO

Las fachadas del edificio a climatizar son 50% cristal y 50% muro.

La altura de cada piso es de 3 metros. La única entrada al aeropuerto se encuentra en la planta baja. Para acceder a otras plantas se hace a través de escaleras mecánicas situadas en el interior de la terminal

### **1.4.5 OCUPACIÓN**

Es muy importante tener en cuenta el nivel de ocupación de cada recinto a la hora de climatizar. Esto es porque las personas, por el mero hecho de existir y estar en un recinto, originan carga sensible y carga latente.

La carga sensible se produce por la diferencia de temperaturas entre el cuerpo humano, que es de unos 37°C y el ambiente en el que se encuentra, en este caso 22°C o 24 °C dependiendo si es verano o invierno.

Por otro lado, el calor latente tiene que ver con el vapor expulsado por el ser humano en el proceso de respiración. Esto afecta a la humedad relativa del aire del recinto.

Respecto a los niveles de ocupación, se ha estimado 1 persona cada 10m<sup>2</sup> en las oficinas, zona de recogida de equipajes y zona de facturación; 1 persona por cada 20 m en el vestíbulo de salidas y llegadas ya que se considera un pasillo y las personas no tienden a aglomerarse en este tipo de recintos; y 1 persona por cada 8 m en la zona de preembarque ya que es un lugar donde es más probable que los pasajeros se acumulen.

En la siguiente tabla se pueden observar las ocupaciones estimadas en cada local:

<b>Sala</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ocupación</b>
<b>Zona de facturación</b>	934,54	93
<b>Vestíbulo de salidas/llegadas</b>	1753,96	88
<b>Zona de espera preembarque</b>	1928	241
<b>Recogida de equipajes</b>	2404,57	240
<b>Oficinas planta baja</b>	156,29	16

*Tabla 6. Niveles de ocupación por zonas.*

### **1.4.6 ILUMINACIÓN Y EQUIPOS**

En cálculo de las cargas térmicas de verano, hay que tener en cuenta otros elementos que también desprenden calor a la sala como son la iluminación y equipos como las cintas de recogidas de equipajes. No se tendrán estos valores en cuenta en el cálculo de cargas de invierno ya que, en este caso, estos equipos aportan un calor positivo que es precisamente lo el objetivo en esta época del año.

Los diferentes equipos aportarán las siguientes cargas:

- Equipos de iluminación: 20W/m<sup>2</sup>
- 250W por puesto de trabajo en las oficinas
- 10.000 W en la zona de recogida de equipajes por cada cinta.

## **1.5 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS**

Un aeropuerto como es el de este proyecto es un tipo de edificio que tiene que estar operativo durante las 24 horas de los 365 días del año. Para el cálculo de cargas, se tomarán por separado las dos épocas del año cuyas condiciones en cuanto a climatización son las más desfavorables: invierno y verano. Una vez diseñada la instalación para combatir la carga térmica durante este periodo, el resto de los meses quedarán también cubiertos, ya que sus exigencias térmicas son menos demandantes.

Se considerarán dos tipos de cargas:

- **Cargas externas:** son aquellas que contemplan la variación de temperatura entre el interior del recinto y el exterior. En verano, será el aporte de calor y en invierno, el aporte de frío.

- **Cargas internas:** son aquellas que se generan en el interior del edificio. Todas ellas aportan calor así que no se tendrán en cuenta a la hora de estimar las cargas en invierno. Éstas incluyen los niveles de ocupación, la presencia de equipos como la cinta de recogida de equipajes y la iluminación.

### **1.5.1 CÁLCULO DE CARGAS DE VERANO**

Como se ha mencionado antes, a la hora de realizar el cálculo de cargas de verano, se tendrá en cuenta la orientación de cada sala y la situación más desfavorable en cuanto a hora y mes del año se refiere.

Se valorarán tanto las cargas externas como las internas.

Las cargas externas incluyen tanto la transmisión como la radiación.

La carga por transmisión sucede a través de los cerramientos. Depende del coeficiente K de transmisión, que será único y diferente para cada material. También depende de la diferencia de temperaturas entre el exterior y el recinto que se quiere climatizar.

La carga por radiación tiene que ver con los rayos solares que inciden en los cristales del edificio. Depende de la orientación de dichos cristales y su aporte de calor será siempre positivo, independientemente del mes.

Las cargas internas incluyen los niveles de ocupación y la actividad que se esté desempeñando, los equipos que existan en el interior de cada recinto y la iluminación y otras cargas eléctricas.

### **1.5.2 CÁLCULO DE CARGAS DE INVIERNO**

El cálculo de cargas de invierno se llevará a cabo en el escenario más desfavorable: a las 8 de la mañana durante el mes de enero y con la terminal vacía, para no considerar ninguna carga interna que pueda favorecer el calentamiento del edificio.



Solo se tendrá en cuenta las cargas por transmisión a través de los diferentes cerramientos influenciadas por el salto de temperatura ya que como se ha explicado antes, el resto de los aportes (cargas internas y carga por radiación), ayudarían a elevar la temperatura del recinto.

## ***1.6 DISEÑO DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN***

Una vez se haya finalizado el cálculo de cargas de verano y de invierno y obtenido las cargas que haya que combatir por salas, el siguiente paso es diseñar una instalación dotada de diferentes equipos y elementos capaz de alcanzar dichos requerimientos.

Se utilizarán dos sistemas de climatización diferentes. Para aquellos locales con una menor extensión; en el caso de este proyecto, las 7 oficinas de la planta baja, se instalará un sistema aire-agua. En cada local se instalarán fancoils que permiten controlar la temperatura de forma independiente.

El sistema de todo aire se utilizará en locales más grandes con cargas mayores. Estos son el vestíbulo de salidas/llegadas, la zona de facturación, la zona de recogida de equipajes y la sala de espera preembarque. Se instalará un climatizador por cada 25000/30000 m<sup>3</sup>/h de aire impulsado.

Para suministrar agua fría y caliente, la instalación cuenta con una caldera y un equipo frigorífico. Esta agua se distribuirá a través de la red de tuberías. Dicha red constará de circuitos primarios y secundarios. Los circuitos primarios alimentarán a los climatizadores que se encuentran en la cubierta mientras que los secundarios llevarán el agua hasta los fancoils situados en cada local. Habrá 4 tipos de tuberías diferentes. Las de agua fría y caliente con su correspondiente impulsión y retorno.

También se instalarán conductos de aire. Estos son de impulsión, retorno y aire exterior dependiendo del sistema de climatización que abastezcan.

Además, habrá que instalar una serie de elementos que hagan posible el funcionamiento de la instalación. Todo esto será detallado en los siguientes apartados.

### **1.6.1 FAN-COILS**

Los fancoils son aparatos aire-agua que se utilizan para climatizar locales de menor medida. Se utiliza un fancoil por cada 15 KW de carga a combatir. En este proyecto se instalarán 7 fancoils, uno en cada una de las oficinas de la planta baja. Se ubicarán en el falso techo de cada sala.

Su utilización es sencilla ya que permite ajustar la temperatura manual e independientemente en cada uno de los lugares donde esté instalado.

Los fancoils serán de 4 tubos. La impulsión y el retorno tendrán lugar en el interior de cada uno de ellos por lo que no se necesitan conductos de impulsión y de retorno de aire. Sí se necesitarán conductos de aire exterior que impulsarán el aire desde las unidades de aire primario hasta los aparatos.

### **1.6.2 CLIMATIZADORES**

Existen dos tipos de climatizadores. Los primeros, las unidades de aire primario se encargan de hacerles llegar el aire exterior a los fancoils. Se instalará uno de este tipo. El otro tipo de climatizadores será para el sistema todo aire. Como se ha mencionado anteriormente, se instala uno por cada 25000/30000 m<sup>3</sup>/h de aire impulsado. Se instalarán 7 de este tipo que combatirán las cargas en los 4 recintos más grandes.

Los 8 climatizadores se instalarán en la cubierta del edificio. Desde ahí, se montará la red de conductos para satisfacer las necesidades de los diferentes locales. Desde las unidades de aire primario, se impulsarán aire exterior impulsado por los ventiladores hasta los fancoils. Desde el resto de unidades de tratamiento de aire, se llevará el aire hasta cada local por medio de los conductos de impulsión y regresará mediante los impulsos de retorno.

### **1.6.3 RED DE TUBERÍAS**

Mediante la red de tuberías, se movilizará el agua caliente y fría por la instalación a través de los circuitos primarios y secundarios.

Los circuitos primarios se sitúan en la cubierta del edificio y llevan el agua desde la caldera o equipo frigorífico hasta la batería de los climatizadores y bombas que alimentarán los fancoils.

Los circuitos secundarios llevarán el agua caliente y fría desde las bombas secundarias hasta cada uno de los fancoils situado en el propio local.

El total de circuitos de agua serán 4. Dos de agua fría (impulsó y retorno) y dos de agua caliente (impulsión y retorno).

Para el dimensionamiento de las tuberías se dividirá el circuito en tramos. A cada tramo le corresponde un caudal de agua. Una vez conocidos todos los caudales habrá que respetar unas restricciones en cuanto a velocidad y pérdida de carga. La velocidad máxima no debe superar en ningún caso los 2m/s y la pérdida de carga máxima por metro lineal deberá ser inferior a 20 mm.c.a.

Se utilizarán los diagramas de Moody para tuberías de agua fría a 10°C y de agua caliente a 50°C de acero DIN 2440 y 2448. Con ello se calculará el diámetro nominal por tramos del circuito.

Los circuitos de impulsión y retorno son de misma dimensión tanto en sección como en longitud del tramo.

#### **1.6.4 BOMBAS**

Las bombas juegan un papel imprescindible en el reparto de agua por todo el sistema ya que son las responsables de garantizar el caudal de agua requerido por las tuberías de una manera eficiente.

Hay que diferenciar entre las bombas que pertenecen al circuito primario y las que impulsarán el agua en el circuito secundario. Hará falta una bomba por circuito tanto de agua caliente como de agua fría.

El dimensionamiento de las bombas se hace teniendo en cuenta la pérdida de carga del tramo más desfavorable, así como la capacidad de impulsar el caudal de agua que requiera cada circuito.

Por cada bomba se instalará una en paralelo que entrará a funcionar en caso de avería de la primera.

### **1.6.5 RED DE CONDUCTOS**

La red de conductos es la responsable de llevar el aire a los diferentes locales a climatizar. El aire será impulsado desde el climatizador y transportado hasta cada uno de los difusores que están ubicados en el local. Después, a través de las rejillas de retorno, el aire volverá al climatizador.

Los conductos serán de sección rectangular. Para su dimensionamiento se han tenido en cuenta restricciones tanto de velocidad como de pérdida de carga. La velocidad máxima por el conducto será de 10 m/s mientras que la pérdida de carga no deberá superar los 0,12 mm.c.a. por metro lineal.

Se procederá a diseñar los circuitos de cada climatizador. Después, se divide cada circuito en tramos y se calcula el caudal de aire que pasa por cada tramo. Para los sistemas todo aire, serán necesarios los conductos de impulsión y retorno. Para los fancoils, será necesario instalar conductos de impulsión de aire exterior que lleven a cada uno de los aparatos.

El conducto que se utilizará es el CLIMAVER PLUS R. *Está compuesto por panel rígido de alta densidad de lana de vidrio ISOVER, revestido por la cara exterior con una lámina de aluminio reforzada con papel kraft y malla de vidrio, que actúa como barrera de vapor, y por su cara interior, con una lámina de aluminio reforzada con papel kraft. El canto macho está rebordeado por el complejo interior de aluminio. Incorpora un velo de vidrio en cada cara del panel para otorgar mayor rigidez.*

Con la pérdida de carga de los conductos se dimensionará el ventilador necesario para impulsar el caudal de aire en cada caso.

Se tratará de evitar cambios bruscos en la sección de los conductos para mejorar la eficacia de la red.

### **1.6.6 VENTILADORES**

Los ventiladores se instalarán en el sistema agua aire e impulsarán el aire exterior hasta los fancoils. El ventilador elegido para este sistema es de la marca SODECA y el modelo es el CBX. Es un ventilador centrífugo de doble aspiración a transmisión, con salida de ejes a ambos lados y con turbina a acción.

En el caso del sistema todo aire, el ventilador viene directamente incorporado en el climatizador. Este ventilador se dimensionará con la pérdida de carga máxima del tramo más desfavorable.

### **1.6.7 DIFUSORES**

Los difusores juegan un papel muy importante a la hora de la climatización de un recinto con el sistema todo aire. Éstos serán los encargados de distribuir el aire uniformemente en cada local para asegurar las condiciones de confort y bienestar.

Para la colocación de los difusores se han tenido en cuenta una serie de consideraciones que establece la norma vigente. La distancia entre cada difusor debe ser de al menos 2.5 metros para que no se solapen sus radios de acción. Además, habrá que colocarlos a una distancia mínima de 1.25 metros de cualquier pared.

Se han colocado de manera simétrica en el techo de cada zona para optimizar su uso. Se ha calculado que por cada difusor se impulse entre 500 y 800 m<sup>3</sup>/h de caudal. Se ha instalado un difusor por cada 30/40 m<sup>2</sup>. Con todo esto, el número de difusores que hay que instalar en las cuatro zonas climatizadas con la instalación todo aire es de 205.

El modelo elegido es el TROX VDW 600 x 48. Este difusor garantiza niveles de ruido adecuados y es capaz de transportar el caudal requerido en todos los casos.

### **1.6.8 REJILLAS**

Las rejillas son otro de los elementos que se instalan en los sistemas todo aire. Se encargan de extraer el aire de estos recintos y hacerlos retornar hasta las unidades de tratamiento de aire a través de los conductos de retorno.

La normatiza respecto a su ubicación no es tan estricta como la de los difusores, pero aun así se buscará un diseño simétrico y uniformemente distribuido. Se instalará aproximadamente una rejilla por cada cuatro difusores.

Se instalarán un total de 55 rejillas del modelo TROX 525 x 225. Estas rejillas satisfacen las condiciones de caudal y ruido.

### **1.6.9 CALDERA**

La caldera es el equipo encargado de calentar el agua que se utilizará para la climatización de los locales tanto de todo aire como de agua-aire en los meses más fríos.

El agua entrará a 45 °C y saldrá a 50 °C, suponiendo un salto térmico de 5°C. La normativa más vigente establece que debe de haber una caldera por cada 400 kW de potencia requerida. En este caso, las cargas a combatir en invierno son de 365 kW por lo que se dispondrá de una caldera.

La caldera elegida es la YGNIS FBJ 405. Su potencia nominal es 405 kW. Se situará en la cubierta acondicionada en un cobertizo junto a las bombas.

### **1.6.10 EQUIPO FRIGORÍFICO**

El equipo frigorífico será el encargado de enfriar el agua que se utilizará para la climatización tanto en las baterías de los climatizadores como en los fancoils.

El agua entrará a 12 °C y saldrá a 7°C, suponiendo un salto térmico de 5°C. La elección de la caldera tiene que ser capaz de satisfacer las potencias requeridas en los meses de verano y suministrar la cantidad de agua fría.

La potencia a combatir es de 666,7 kW. El equipo elegido es el modelo AQUAFORCE 30 XBE-700. Su ubicación será la misma que la de la caldera: en el cobertizo situado en la cubierta.

## Capítulo 2. CÁLCULOS

En esta parte del proyecto se procederá a la explicación de todos los cálculos requeridos para la consecución del proyecto.

### 2.1 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

En este apartado se llevará a cabo el cálculo de cargas de verano y de invierno. Para ello se ha estudiado la arquitectura y los planos del edificio y separado en salas a climatizar. El alcance de este proyecto se limita tan solo a la climatización de 7 oficinas y 4 zonas de mayor dimensión. Cada grupo será climatizado de una manera diferente. Se instalarán equipos agua-aire en las oficinas mientras se hará uso de climatizadores todo aire en los recintos de mayor tamaño.

Para el cálculo de cargas, se han de definir la superficie de las paredes que dan con el exterior, así como su orientación. Otro factor importante es el nivel de ocupación que se estima en cada uno de los recintos. En la tabla siguiente vienen especificados ambos parámetros.

En todo el edificio se asumen una altura de pared igual a 3 metros y una composición de las paredes de 50% Cristal y 50% Muro.

Sala	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ocupación	Sup. Norte(m <sup>2</sup> )		Sup. Sur(m <sup>2</sup> )		Sup. Este(m <sup>2</sup> )		Sup. Oeste(m <sup>2</sup> )	
			Cristal	Muro	Cristal	Muro	Cristal	Muro	Cristal	Muro
Zona de facturación	934,54	93	0,00	0,00	0,00	0,00	22,53	22,53	0,00	0,00
Vestíbulo de salidas/llegadas	1753,96	88	0,00	0,00	0,00	0,00	20,94	20,94	20,94	20,94
Zona de espera pre	1928	241	300,00	300,00	0,00	0,00	14,46	14,46	14,46	14,46
Recogida de equipajes	2404,57	240	93,05	93,05	0,00	0,00	0,00	0,00	22,53	22,53
Oficinas planta baja	156,29	16	0,00	0,00	33,78	33,78	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 7. Superficie de las paredes exteriores por orientación .



## 2.1.1 CÁLCULO DE CARGAS DE VERANO

Las siguientes fuentes de cargas se tendrán en cuenta a la hora del cálculo de las cargas de verano: las cargas externas y las cargas internas. Las cargas externas las componen las cargas por radiación y transmisión mientras que las internas son las cargas por ocupación, iluminación y presencia de equipos.

### 2.1.1.1 Cargas por radiación

Las cargas por radiación solar son las producidas por la incidencia de los rayos solares en algunos materiales, proyectándose en el interior del recinto y elevando la temperatura del edificio. Es un tipo de carga que hay que tener en cuenta especialmente en los meses más calurosos del año.

Influye el mes y la hora en la que se calcula. Se han escogido las condiciones más desfavorables. Para las cargas por radiación, se asumirá que los rayos de sol inciden solamente en las paredes exteriores compuestas por cristal.

Así, la fórmula generalizada para el cálculo de radiación a través del cristal es:

$$Q_{rad} = S_{cristal} * FGS * q$$

Donde

- Rad: es la carga debida a la radiación
- S: es la superficie de pared de cristal donde la radiación repercute
- FGS: es el factor de ganancia solar que cambia dependiendo del material. En el caso del cristal se considera el valor de 0,48.
- q: es la ganancia solar

### 2.1.1.2 Cargas por transmisión

Las cargas por transmisión se producen cuando existe una diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior. De esta manera, existirá un flujo de calor desde la zona más caliente

hacia la zona más fría. El flujo de calor variará dependiendo del tipo de material que separe el interior del exterior.

En el presente proyecto se considerarán las cargas por transmisión a través de ventanas, particiones y muros exteriores.

La fórmula generalizada que rige la potencia transferida por transmisión es la siguiente:

$$Q_{transmisión} = K * S * \Delta T$$

Siendo:

- Q: potencia transferida por la transmisión
- K: coeficiente de transmisión
- S: superficie de transmisión
- $\Delta T$ : salto térmico entre el interior y el exterior

El  $\Delta T$  se calculará de una manera diferente dependiendo del tipo de cerramiento.

- Ventanas (cristal):

El salto térmico aplicado es simplemente la diferencia entre la temperatura exterior y la temperatura interior.

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

- Particiones:

El salto térmico en este caso es la mitad de la diferencia de temperaturas entre el exterior y el lugar no climatizado.

$$\Delta T = \frac{T_{ext} - T_{LNC}}{2}$$

- Muros exteriores

El salto térmico equivalente en este caso es una forma más compleja:

$$\Delta T_{eq} = \alpha + \Delta T + b * \frac{R_s}{R_m} * (\Delta T_{es} - \Delta T_{sombra})$$

Donde:

- $\alpha$ : es un factor de corrección de transmisión cuando hay un incremento distinto a 8°C.
- $\Delta T_{sombra}$ : es la diferencia equivalente de temperatura de la pared a la sombra.
- $b$ : es un parámetro que varía según el color de la pared.
- $R_s$ : es la máxima insolación en el mes de estudio.
- $R_m$ : máxima insolación en el mes de julio en la ubicación correspondiente.
- $\Delta T_{em}$ : es la diferencia equivalente de temperatura de la pared al sol.

### 2.1.1.3 Cargas internas

Las cargas internas que se tendrán en cuenta para el cálculo de cargas de verano son las producidas por la ocupación, la iluminación y la presencia de equipos que desprendan calor.

#### 2.1.1.3.1 Carga por ocupación

Los niveles de ocupación durante los meses más calurosos son un factor que hay que tener muy en cuenta para la climatización de un edificio. La razón es que los seres humanos, por el simple hecho de existir, elevan la temperatura de un recinto mediante el calor sensible y latente.

El calor sensible producido por una persona se debe al salto térmico entre la persona, que suele estar a unos 36°C, y el recinto en el que se encuentre.

El calor latente es aquel disipado por un cuerpo en forma de vapor por los procesos respiratorios del ser humano. Se producirá una elevación en la humedad del ambiente.

En un aeropuerto se han asumido que las actividades usuales son las de estar sentado o de pie, pero sin hacer ninguna actividad que exija demasiado movimiento. Los coeficientes de carga sensible y latente por persona son los siguientes:

$$q_{sens} = 57 \text{ W/persona}$$

$$q_{lat} = 55 \text{ W/persona}$$

De esta manera, basta con multiplicar cada coeficiente por el nivel de ocupación en cada recinto para obtener los calores sensibles y latentes totales.

### 2.1.1.3.2 Cargas por iluminación y equipos

Las cargas por iluminación son sensibles y se supondrá 20 W por cada m<sup>2</sup>. De esta forma, para calcular la potencia total por iluminación en un recinto dado, habrá que multiplicar este coeficiente por la superficie total.

Respecto a los equipos, hay aparatos de gran tamaño que debido al calor que liberan por su funcionamiento hay que tener en cuenta. Se establecerá 10 kW por cada cinta de equipaje y 250 W por cada puesto de trabajo en oficinas y locales del estilo.

### 2.1.1.4 Resultados de cargas de verano

Con la ayuda de una tabla Excel que se encuentra en la documentación del proyecto, se han llevado a cabo los cálculos de las cargas de verano de una manera más sencilla. En la tabla a continuación se pueden observar los resultados finales por recinto.

Zona	Superficie	Ocupación	Calor aire exterior (kcal/h)	Calor sensible (kcal/h)	Calor latente (kcal/h)	Total calor (kcal/h)
Zona de facturación	934,5	93	7.602	61.288	4.862	73.753
Vestíbulo de salidas/llegadas	1754,0	88	7.134	103.774	4.563	115.471
Zona de espera pre embarque	1928,0	241	19.604	124.785	12.539	156.929
Recogida de equipajes	2404,6	240	19.560	177.490	12.511	209.561
Oficinas planta baja	156,3	16	1.271	15.359	813	17.443

Tabla 8. Resultados finales de cargas de verano.

Ejemplo de cálculo de cargas en el vestíbulo de facturación:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto: Climatización aeropuerto de Granada										26 de junio de 2023	
Planta: Baja			Zona:		Zona de facturación						
DIMENSIONES:					HORA SOLAR: 16		GRANADA				
					MES: JULIO						
CONCEPTO	SUPERFICIE	GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	CONDICIONES	BS	BH	%HR	TR	Gr /Kgr	
<b>GANANCIA SOLAR-CRISTAL</b>					<b>TOTALES</b>						
NORTE	Cristal	m2 x 38	x 0,48		Exteriores	36,0	26,8	57		18,7	
NE	Cristal	m2 x 38	x 0,48		Interiores	25,0	18,0	50		10,0	
ESTE	Cristal	22,53 m2 x 38	x 0,48	411	DIFERENCIA	11,0				8,7	
SE	Cristal	m2 x 38	x 0,48		<b>CALOR LATENTE</b>					<b>TOTALES</b>	
SUR	Cristal	m2 x 42	x 0,48		Infiltración	m3/h x 8,7	x	0,72			
SO	Cristal	m2 x 385	x 0,48		Personas	93	Personas	x	55	4.420	
OESTE	Cristal	m2 x 530	x 0,48		Aplicaciones						
NO	Cristal	m2 x 339	x 0,48		<b>SUBTOTAL</b>					<b>4.420</b>	
Claraboya	m2 x 407	x 0,48			<b>COEFICIENTE DE SEGURIDAD</b>				<b>10 %</b>	<b>442</b>	
<b>GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS</b>					<b>TOTALES</b>						
					<b>CALOR LATENTE DEL LOCAL</b>						<b>4.862</b>
NORTE	Pared	m2 x 5,0	x 0,65		Aire Ext.	m3/h x 8,7	x 0,15	BF x 0,72			
NE	Pared	m2 x 6,2	x 0,65		<b>CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL</b>					<b>4.862</b>	
ESTE	Pared	22,53 m2 x 6,2	x 0,65	91	<b>CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL</b>					<b>66.151</b>	
SE	Pared	m2 x 9,5	x 0,65		<b>CALOR AIRE EXTERIOR</b>					<b>TOTALES</b>	
SUR	Pared	m2 x 13,9	x 0,65		Sensible	2.710,17	m3/h x 11,0	x (1- 0,15 BF ) x 0,3		7.602	
SO	Pared	m2 x 17,3	x 0,65		Latente		m3/h x 8,7	x (1- 0,15 BF ) x 0,72			
OESTE	Pared	m2 x 13,9	x 0,65		<b>SUBTOTAL</b>					<b>7.602</b>	
NO	Pared	m2 x 6,2	x 0,65		<b>GRAN CALOR TOTAL</b>					<b>73.753</b>	
Tejado-Sol	m2 x 18,9	x 0,46			<b>A. D. P.</b>						
Tejado-Sombra	m2 x 3,9	x 0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE	61.288	Efec. Sens. Local	=		0,93	
<b>GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS</b>					<b>TOTALES</b>						
Total Cristal	22,53 m2 x 11,0	x 2,60		644		66.151	Efec. Total Local	=			
Tabiques LNC	211,47 m2 x 5,5	x 1,20		1.396	ADP Indicado= °C						
Techo LNC	934,54 m2 x 5,5	x 2,02		10.383	ADP Seleccionado= °C						
Suelo	m2 x 5,5	x 1,10			<b>CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO (Q impulsión)</b>						
Suelo exterior	934,54 m2 x 11,0	x 1,10		11.308	$\Delta T = (1-0,15 BF) \times (T_{Loc} - T_{Ext})$					11,05	
Puertas	m2 x 11,0	x 2,00			CAUDAL DE AIRE M3/H	61.288	Sensible Local	=		18.488	
Infiltración	m3/h x 11,0	x 0,30				0,3 X	11,05	$\Delta T$	=		
<b>CALOR INTERNO</b>					<b>TOTALES</b>						
Personas	93	Personas	x 57	4.581	<b>Observaciones:</b>						
Alumbrado	18.691	Wattios x 0,86	x 1,25	20.093							
Aplicaciones, etc.			x 0,86								
Potencia		6500	x 0,86	5.590							
Ganancias Adicionales			x								
<b>SUBTOTAL</b>					<b>54.497</b>						
<b>COEFICIENTE DE SEGURIDAD</b>					<b>10 %</b>						<b>5.450</b>
<b>CALOR SENSIBLE DEL LOCAL</b>					<b>59.947</b>						
Aire Exterior	2.710,17	m3/h x 11,0	x 0,15	BF x 0,3						1.342	
<b>CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL</b>					<b>61.288</b>						

Tabla 9. Ejemplo de cálculo de cargas de verano en el vestíbulo de facturación..

## 2.1.2 CÁLCULO DE CARGAS DE INVIERNO

Como se ha explicado en numerosas ocasiones en la Memoria descriptiva, para el cálculo de de cargas de invierno solo se tendrán en cuenta las pérdidas de carga por transmisión a través de los cerramientos del edificio. El resto de aportes no serán considerados ya que las cargas por radiación, iluminación, nivel de ocupación, y equipos computarían elevando la temperatura del recinto.

Se considerará la situación más desfavorable, es decir, las 8 de la mañana del mes de enero, cuando la temperatura exterior es de  $-2^{\circ}\text{C}$ . Además a esta hora se consideran los niveles de radiación solar nulos, al igual que la iluminación y el funcionamiento de equipos que puedan disipar calor.

### 2.1.2.1 Cargas por transmisión

Tal y como ocurría en las cargas por transmisión de verano, estas ocurren por una diferencia de temperatura entre el exterior y la superficie interior. La diferencia es que en este caso, el flujo de calor fluye desde el interior, que ahora se encuentra a una temperatura, hacia el exterior.

Además, las cargas por transmisión en invierno se ven afectadas por un nuevo parámetro  $f_v$ , que tiene en consideración el viento. Dicho parámetro depende de la orientación de la pared así como del material en el que el viento impacte. En la tabla a continuación se muestran los diferentes valores del factor e viento que se emplearán en este proyecto:

Material	Orientación	$f_v$
Cristal	N	1,35
Cristal	S	1,00
Cristal	E	1,25
Cristal	O	1,20
Muro ext.	N	1,20
Muro ext.	S	1,00
Muro ext.	E	1,15

Muro ext.	0	1,10
Cubierta	-	1,00
Suelo	-	1,00
LNC	-	1,00

Tabla 10. Valores de  $f_v$  en función del tipo de material.

La fórmula generalizada de la pérdida de carga en invierno por la transmisión es:

$$Q_{\text{invierno,transmisión}} = S * K * f_v * \Delta T$$

Siendo:

- S: superficie donde ocurre la transmisión.
- K: factor de transmisión que depende del tipo de material.
- $f_v$ : factor de viento que varía en función de la orientación y el tipo de material.
- $\Delta T$ : salto térmico entre el recinto interior y el exterior.

El salto térmico, como ocurría en las cargas de verano, será diferente dependiendo del tipo de cerramiento:

1. Ventanas (cristal)

El salto térmico es el mismo que en verano, y es la diferencia entre las temperaturas exterior e interior.

$$\Delta T = T_{\text{ext}} - T_{\text{int}}$$

2. Particiones

También en este caso, el salto térmico es el mismo que el utilizado en verano, y es la mitad de la diferencia entre las temperaturas.

$$\Delta T = \frac{T_{\text{ext}} - T_{\text{int}}}{2}$$

### 3. Muros exteriores

A diferencia del verano, la ecuación del salto térmico en muros exteriores se simplifica notablemente y se utiliza la misma que la empleada para las particiones.

$$\Delta T = \frac{T_{ext} - T_{int}}{2}$$

#### 2.1.2.2 Resultado de cargas de invierno

En la tabla a continuación, vienen recogidos los cálculos de cargas de invierno separados por los recintos a climatizar.

Zona	Superficie	Ocupación	Pérdidas de invierno (Kcal/h)	Carga de aire (Kcal/h)	Carga total de invierno (Kcal/h)
Zona de facturación	934,5	93	15403,2	20651,5	36054,6
Vestíbulo de salidas/llegadas	1754,0	88	28843,5	19379,5	48223,0
Zona de espera pre embarque	1928,0	241	67094,6	53256,2	120350,7
Recogida de equipajes	2404,6	240	47231,5	53136,2	100367,7
Oficinas planta baja	156,3	16	5140,3	3453,7	8593,9

Tabla 11. Resultados finales de cargas de invierno por local..

## 2.2 RESULTADOS CARGAS DE INVIERNO Y VERANO

A continuación, se muestra una tabla a modo resumen con el resultado final de las cargas totales tanto en invierno como en verano.



Zona	Carga verano (kcal/h)	Carga invierno (kcal/h)	Carga verano (kW)	Carga invierno (kW)
Zona de facturación	73.753	36054,6	85,8	41,9
Vestíbulo de salidas/llegadas	115.471	48223,0	134,3	56,1
Zona de espera pre embarque	156.929	120350,7	182,5	139,9
Recogida de equipajes	209.561	100367,7	243,7	116,7
Oficinas planta baja	17.443	8593,9	20,3	9,9

Tabla 12. Resultados finales de cargas totales de invierno y verano.

Como se puede ver en esta simple comparativa, las cargas de verano a combatir son siempre mayores, debido a que se tienen en cuenta las cargas de radiación, iluminación, niveles de ocupación y disipación de calor por parte de los equipos.

La instalación a diseñar tiene que ser capaz de combatir un total de 666,5 kW en verano y 364,6 kW en invierno.

## 2.3 CÁLCULO DE CAUDALES

Para proceder al dimensionamiento de las redes de tuberías y conductos que alimentarán los aparatos de climatización es indispensable el cálculo de caudales de agua y de aire. Para la obtención de estos valores se usará la carta psicométrica.

### 2.3.1.1 Cálculo de caudales de aire

Como se ha comentado en el apartado anterior, se usará la carta psicométrica para obtener los valores exigidos. En este proceso se hallarán los resultados por salas del caudal de aire exterior, el caudal de impulsión, el caudal de retorno, la potencia de la batería de invierno y la potencia de la batería de verano.

A continuación, se detalla paso a paso el proceso seguido:

1. En primer lugar, hay que calcular el factor de carga sensible (FCS). Este valor es proporcionado automáticamente por la hoja de cálculos de Excel, pero su fórmula es la siguiente:

$$FCS = \frac{C_{sensible}}{C_{sensible} + C_{latente}}$$

Una vez obtenido ese valor, la carta psicrométrica dispone a la derecha de un segmento en el que están tabulados los valores de FCS. Hay que trazar una recta que pase por el valor de FCS calculado y por el punto de temperatura  $T_a = 24^\circ\text{C}$  y humedad relativa  $H_a = 50\%$ .

2. Se trazará una recta vertical desde  $T_i = 14^\circ\text{C}$  que cortará con la recta anterior en un punto. Uniendo estos dos puntos se obtiene la recta de carga del local. Esta recta cortará con la curva de saturación en un punto. La temperatura de saturación la llamaremos  $T_{adp}$ .
3. Con los valores de  $T_i$  y  $T_a$  se procede a calcular los caudales de la siguiente manera:

$$Q_{impulsión} = \frac{Carga_{sensible}}{0,3 * (T_a - T_i)}$$

Para el caudal de ventilación se tienen en cuenta las reglas establecidas en el RITE que tienen en cuenta el tipo de recinto y la actividad que se esté realizando. En caso de un aeropuerto para actividades relajadas, el coeficiente es de  $29 \text{ m}^3/\text{hora}/\text{persona}$ . De esta manera, el caudal de ventilación o de aire exterior se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{ventilación} = \text{Personas} * \text{Coef}_{RITE}$$

Con los valores de caudal de impulsión y ventilación, se puede obtener el caudal de retorno:

$$Q_{retorno} = Q_{impulsión} - Q_{ventilación}$$

4. Se marcan las condiciones exteriores. En este caso,  $T_{ext} = 36^{\circ}\text{C}$  y  $H_{ext} = 50\%$ . Desde los puntos de  $T_{ext}$  y  $T_a$  se traza una recta. En esta recta está contenido el punto de mezcla que se calcula de la siguiente manera:

$$T_{mezcla} = \frac{Q_{ventilación} * T_{exterior} + Q_{retorno} * T_a}{Q_{impulsión}}$$

$$H_{mezcla} = \frac{Q_{ventilación} * H_{exterior} + Q_{retorno} * H_a}{Q_{impulsión}}$$

5. Se traza la recta de la batería que es pasante por el punto de mezcla y el punto interior.
6. Para comprobar que el punto inicial de impulsión es correcto, debemos de verificar que el factor de bypass (FB) está en un rango entre 0,02 y 0,1:

$$FB = \frac{T_i - T_{adp}}{T_i - T_{adp}}$$

Si el FB no se encuentra entre el intervalo mencionado, la hipótesis de  $T_i = 14^{\circ}\text{C}$  será errónea y se deberá iniciar otra vez el proceso de iteración con un valor inicial diferente.

7. Una vez obtenido unos valores correctos de FB, procedemos a calcular la potencia de la batería de frío de esta manera:

$$P_{sensible} = Q_{impulsión} * 0,3 * (T_{mezcla} - T_i)$$

$$P_{latente} = Q_{impulsión} * 0,7 * (H_{mezcla} - H_i)$$

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

8. Para obtener la potencia de la batería de calor de invierno hay que volver al diagrama psicrométrico. El punto  $T_a$  vuelve a ser el que queremos alcanzar, con temperatura  $24^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa  $H_a = 50\%$ . El punto exterior se refiere a las condiciones más desfavorables pero esta vez en invierno. Los puntos de impulsión y de mezcla se obtienen de la siguiente manera:

$$T_i = T_a + \frac{C_{sensible, invierno}}{0,3 * Q_{impulsión}}$$

$$T_{mezcla} = \frac{Q_{ventilación} * T_{ext, invierno} + Q_{retorno} * T_a}{Q_{impulsión}}$$

Con los datos de temperatura de mezcla y de impulsión procedemos a calcular la potencia de la batería de invierno:

$$P_{batería, invierno} = Q_{impulsión} * 0,3 * (T_i - T_{mezcla})$$

A continuación, se muestran los caudales de aire de impulsión retorno y ventilación calculados por recintos:

Zona	Qv(m3/h)	Qi(m3/h)	Qr(m3/h)
Zona de facturación	2710	19982,3	17272
Vestíbulo de salidas/llegadas	2543	34171,7	31628
Zona de espera pre embarque	6989	36765,5	29777
Recogida de equipajes	6973	52738,8	45766
Oficinas planta baja 1	64,7	655,2	590,4
Oficinas planta baja 2	64,7	655,2	590,4
Oficinas planta baja 3	64,7	655,2	590,4
Oficinas planta baja 4	64,7	655,2	590,4
Oficinas planta baja 5	64,7	655,2	590,4
Oficinas planta baja 6	64,7	655,2	590,4
Oficinas planta baja 7	64,7	655,2	590,4

Tabla 13. Caudales de impulsión, ventilación y retorno por locales .

### 2.3.1.2 Cálculo de caudales de agua

Los caudales de agua fría y caliente serán los encargados de alimentar las baterías de los climatizadores y fancoils. Para ello, habrá que diseñar dos circuitos independientes, uno de agua fría que alimente a los aparatos en los meses de calor cuando se quiera disminuir la temperatura de los locales, y otro de agua caliente que se utilizará en los meses más fríos.

Una vez conocidos los valores de potencia necesarios por la batería en invierno y en verano, se necesitará saber el salto térmico que se produzca en ellas. En ambos casos, el salto térmico será de 5°C. En invierno, se producirá en las baterías un 45°C a 50 °C mientras que en verano, una disminución de 12°C a 7°C. De esta forma, el caudal de agua será el siguiente:

$$Q_{agua\ fría} = \frac{Potencia_{fría}}{\Delta T}$$

$$Q_{agua\ caliente} = \frac{Potencia_{caliente}}{\Delta T}$$

El caudal de agua fría y caliente organizado por recintos será el siguiente:

Zona	Potencia batería de invierno (kcal/h)	Potencia batería de verano (kcal/h)	Caudal Agua caliente (l/h)	Caudal Agua Frio (l/h)
Zona de facturación	35098,1	88541,6	7019,6	17708,3
Vestíbulo de salidas/llegadas	47116,3	120967,8	9423,3	24193,6
Zona de espera pre embarque	117601,9	195371,7	23520,4	39074,3
Recogida de equipajes	97354,1	233369,2	19470,8	46673,8
Oficinas planta baja 1	1201,0	2852,6	240,2	570,5
Oficinas planta baja 2	1201,0	2852,6	240,2	570,5
Oficinas planta baja 3	1201,0	2852,6	240,2	570,5
Oficinas planta baja 4	1201,0	2852,6	240,2	570,5

<b>Oficinas planta baja 5</b>	1201,0	2852,6	240,2	570,5
<b>Oficinas planta baja 6</b>	1201,0	2852,6	240,2	570,5
<b>Oficinas planta baja 7</b>	1201,0	2852,6	240,2	570,5

Tabla 14. Caudales de agua fría y caliente por local..

## 2.4 CÁLCULO DE LA RED DE TUBERÍAS DE AGUA

Mediante la red de tuberías se movilizará tanto el agua caliente como fría que se encarga de alimentar las baterías de los climatizadores y fancoils. El circuito primario se encuentra en la cubierta e impulsa el agua hasta las bombas primarias y baterías de los climatizadores. El circuito secundario, lleva el agua desde las bombas secundarias hasta los fancoils ubicados en cada una de las salas.

Se instalarán cuatro circuitos, dos de agua fría (impulsión y retorno), y dos de agua caliente.

El primer paso es dividir cada circuito en tramos y asignarle a cada tramo el caudal de agua correspondiente. Una vez se haya dividido cada circuito, se procede al dimensionamiento de cada tramo. Es importante cumplir las restricciones en cuanto a pérdida de carga y velocidades máximas. En ningún caso se puede sobrepasar una velocidad de 2m/s ni una pérdida de carga mayor de 20 mmca/ml.

Para el dimensionamiento de cada tramo, se utilizará el diagrama de Moody para tuberías de agua fría a 10°C y de agua caliente a 50°C de acero DIN 2440 y 2448. Con ello se calculará el diámetro nominal por tramos del circuito.

Los circuitos de impulsión y retorno son de misma dimensión tanto en sección como en longitud del tramo.

A continuación, se muestra el cálculo de tuberías de la instalación.

TRAMO	Q (l/h)	DN		V (m/s)	L (ml)		
-------	---------	----	--	---------	--------	--	--

			Perd. mm.c.a. / ml			Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a. )
0-1	3993,6	50	8	0,52	12	96,00	96,00
1-2	3423,1	40	19	0,7	3,5	66,50	162,50
2-3	2852,6	40	13	0,58	3,5	45,50	208,00
3-4	2282,1	32	19	0,64	3,5	66,50	274,50
4-5	1711,6	32	11	0,47	3,5	38,50	313,00
5-6	1141,1	32	6	0,34	3,5	21,00	334,00
6-7	570,5	25	6	0,28	3,5	21,00	355,00

Subtotal	355,00
bateria (mm.c.a.)	2.000,00
valv control	2.000,00
total	4.355,00
% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	4,79

Tabla 15. Pérdidas de carga y dimensionamiento de tuberías de agua fría circuito secundario.

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a. )
0-1	127650,1	200	6	1,1	15	90,00	90,00
1-2	109941,7	150	18	1,62	58	1.044,00	1.134,00
2-3	85748,2	150	11	1,26	57	627,00	1.761,00
3-4	39074,3	100	19	1,31	30	570,00	2.331,00

Subtotal	2.331,00
bateria (mm.c.a.)	3.000,00
valv control	3.000,00
total	8.331,00
% segur.	10,00%
	9,16

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

Tabla 16. Pérdidas de carga y dimensionamiento de tuberías de agua fría circuito primario.

Tuberías de agua caliente:

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
0-1	1681,4	32	10	0,47	12	120,00	120,00
1-2	1441,2	32	8	0,42	3,5	28,00	148,00
2-3	1201	32	5	0,33	3,5	17,50	165,50
3-4	960,8	25	14	0,47	3,5	49,00	214,50
4-5	720,6	25	8	0,35	3,5	28,00	242,50
5-6	480,4	20	12	0,37	3,5	42,00	284,50
6-7	240,2	15	16	0,33	3,5	56,00	340,50

Subtotal	340,50
bateria (mm.c.a.)	1.500,00
valv control	1.500,00
total	3.340,50
% segur.	10,00%
<b>ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)</b>	<b>3,67</b>

Tabla 17. Pérdidas de carga y dimensionamiento de tuberías de agua caliente circuito secundario..

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
1-2	59434,1	125	13	1,26	15	195,00	195,00
2-3	52414,5	125	10	1,1	58	580,00	775,00
3-4	42991,2	100	20	1,37	57	1.140,00	1.915,00
4-5	23520,4	100	7	0,69	30	210,00	2.125,00



Subtotal		2.125,00
bateria (mm.c.a.)		2.000,00
valv control		2.000,00
	total	6.125,00
	% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)		6,74

*Tabla 18. Pérdidas de carga y dimensionamiento de tuberías de agua caliente circuito primario..*

## **2.5 CÁLCULO DE LA RED DE CONDUCTOS DE AIRE**

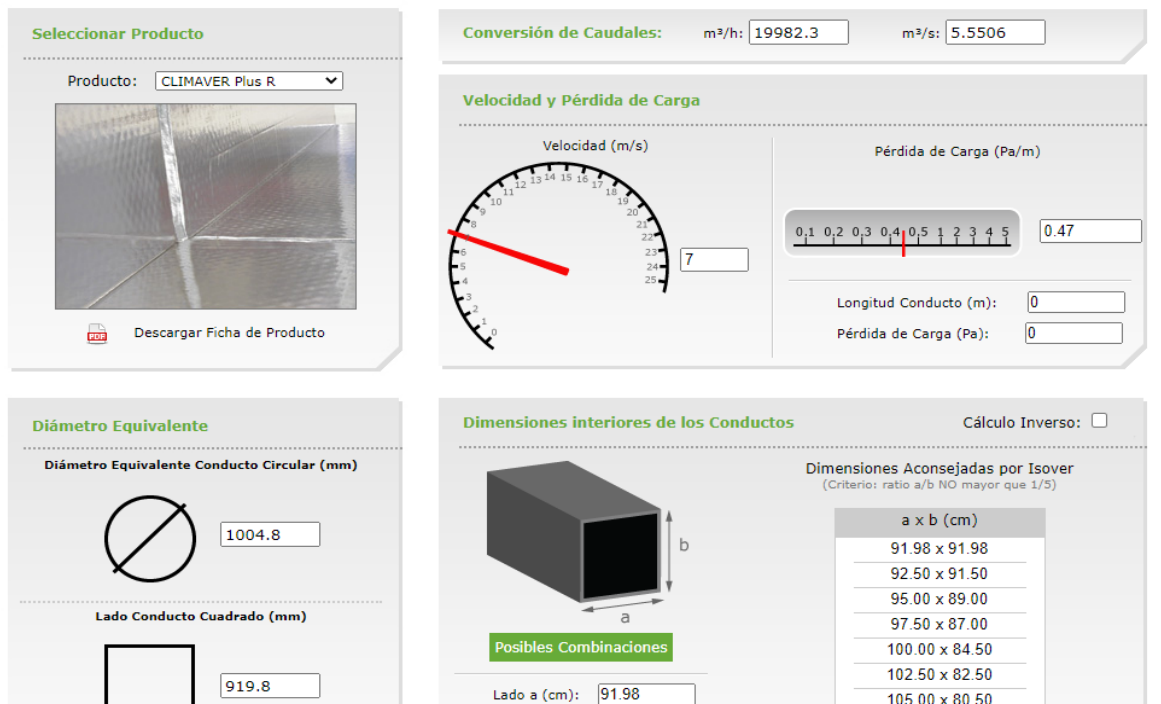
Los conductos de aire son los responsables de hacer llegar el aire a los diferentes recintos. Su dimensión tiene que ver con las necesidades de caudal de cada una de las salas. Como en el dimensionamiento de tuberías, se dividirá cada uno de los circuitos en tramos.

Será necesario dimensionar tanto los circuitos de impulsión como los de retorno de cada climatizador, así como el circuito de aire exterior que alimenta los fancoils. Es interesante el detalle que, en los circuitos de impulsión, el aire irá disminuyendo a través de los tramos (y con ello el tamaño de los conductos) a medida que se vaya suministrando a cada una de las salas mientras que en los circuitos de retorno ocurrirá lo contrario.

También hay que respetar una serie de restricciones en cuanto a velocidad y pérdida de carga por metro lineal. En caso de alta velocidad, siempre tendrá que ser menor que 12 m/s. Si consideramos baja velocidad, ésta tendrá que ser menor que 7 m/s y la pérdida de carga menor que 0,12 mmca/ml.

Para el cálculo del dimensionamiento por tramos se puede utilizar el manual de Carrier proporcionado en la documentación, pero en este proyecto se ha hecho uso del programa de Cálculo de Conductos Climaver. De esta manera, el cálculo es mucho más sencillo ya que basta con introducir el caudal por cada tramo y las restricciones mencionadas anteriormente.

A continuación, se adjunta una imagen del programa para apreciar la facilidad de su uso:



De esta manera se han calculado las dimensiones de cada tramo de cada circuito. Después, mediante las hojas Excel que se adjuntan a continuación, se ha procedido al cálculo de la pérdida de carga total por tramos para el dimensionamiento de los ventiladores.

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	19982,3	7	1004,8	95,00 x 95,00	20	20	0,048	0,96
1-2	15985,8	7	898,71	90,00 x 75,00	12,4	12,4	0,055	0,682
2-3	11989,3	7	778,31	80,00 x 65,00	12,4	12,4	0,066	0,8184
3-4	7992,8	6,4	643,58	65,00x 55,00	12,4	12,4	0,08	0,992
4-5	3996,3	5,38	496,44	55,00 x 40,00	12,4	12,4	0,08	0,992

Subtotal	4,4444
Pérdida en difusión	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>8,41</b>

Tabla 19. Pérdida de carga y dimensionamiento impulsión climatizador de facturación 1/1.

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
3-4	2467,6	4,81	420,65	45,00 x 30,00	23	23	0,08	1,84
2-3	7402,4	6,27	625,35	65,00 x 50,00	15,6	15,6	0,08	1,248
1-2	12337,2	7,13	757,18	80,00 x 60,00	15,6	15,6	0,08	1,248
0-1	17272	7,76	858,86	90,00 x 70,00	15,6	15,6	0,08	1,248

Subtotal	5,584
Pérdida en difusión	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>9,66</b>

Tabla 20. Pérdida de carga y dimensionamiento retorno climatizador de facturación 1/1.

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	453	3,11	219,67	25,00 x 15,00	12	12	0,08	0,96
1-2	388,3	2,99	207,35	25,00 x 15,00	3,5	3,5	0,08	0,28
2-3	323,6	2,86	193,67	20,00 x 15,00	3,5	3,5	0,08	0,28
3-4	258,9	2,7	178,15	20,00 x 15,00	3,5	3,5	0,08	0,28
4-5	194,2	2,52	159,96	20,00 x 10,00	3,5	3,5	0,08	0,28
5-6	129,5	2,27	137,44	20,00 x 10,00	3,5	3,5	0,08	0,28
6-7	64,8	1,91	106,05	15,00 x 10,00	3,5	3,5	0,08	0,28

Subtotal	2,64
Pérdida en difusión	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>6,42</b>

Tabla 21. Pérdida de carga y dimensionamiento aire exterior fancoils .

## 2.6 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

A continuación, se procede al diseño de los aparatos de climatización de cada una de las salas del edificio. Como ya se explicó en la *Memoria descriptiva*, se utilizarán equipos agua-aire para aquellos recintos más pequeños, mientras que para locales más grandes se utilizarán equipos climatizadores.

Los fancoils irán ubicados en cada sala. Además, para el suministro de aire exterior de dichos aparatos, contarán con la instalación de un equipo de aire exterior. Impulsará el aire exterior a través de los conductos dimensionados anteriormente directamente hasta el fancoil. En cada aparato se mezclará el aire exterior junto con el aire de retorno e intercambiará calor con las tuberías. Después de este proceso, calentará o enfriará la sala según las necesidades.

El equipo de aire exterior, junto con el resto de los climatizadores, está ubicado en la cubierta. Se instalará un climatizador por cada 25000/30000 m<sup>3</sup>/h de caudal de impulsión. En estas unidades de aire entra el aire exterior y se mezcla con el de retorno, que se calentará o enfriará gracias a la batería, dando lugar al aire de impulsión que llegará a cada recinto a través de los difusores por los conductos de impulsión.

### 2.6.1 SELECCIÓN DE FAN-COILS

El fancoil es el equipo utilizado de sistema agua aire que se instalará en los locales más pequeños. Se utiliza un fancoil por cada 15 KW de carga a combatir. En este proyecto se instalarán 7 fancoils, uno en cada una de las oficinas de la planta baja. Se ubicarán en el falso techo de cada sala.

Su utilización es sencilla ya que permite ajustar la temperatura manual e independientemente en cada uno de los lugares donde esté instalado.

Los fancoils serán de 4 tubos. La impulsión y el retorno tendrán lugar en el interior de cada uno de ellos por lo que no se necesitan conductos de impulsión y de retorno de aire. Sí se necesitarán conductos de aire exterior que impulsarán el aire desde las unidades de aire primario hasta los aparatos.

Para elegir el aparato correcto hay que mirar en los catálogos valores correctos de potencia requerida, caudal de aire y caudal de agua. El fancoil elegido es de la marca CARRIER y el modelo es el 42 CET 004. En esta tabla se pueden ver los requerimientos de cada sala con la que se han elegido los fancoils.

Zona	Potencia requerida verano (kW)	Potencia requerida invierno (kW)	Qagua fría (l/h)	Qagua caliente (l/h)	Modelo
Oficina 1	2,9	1,4	570,5	240,2	CARRIER 42 CET 004
Oficina 2	2,9	1,4	570,5	240,2	CARRIER 42 CET 005
Oficina 3	2,9	1,4	570,5	240,2	CARRIER 42 CET 006
Oficina 4	2,9	1,4	570,5	240,2	CARRIER 42 CET 007
Oficina 5	2,9	1,4	570,5	240,2	CARRIER 42 CET 008
Oficina 6	2,9	1,4	570,5	240,2	CARRIER 42 CET 009
Oficina 7	2,9	1,4	570,5	240,2	CARRIER 42 CET 010

Tabla 22. Requerimientos de las oficinas y elección del fancoil.

## 2.6.2 SELECCIÓN DE CLIMATIZADORES

En la elección de climatizadores hay que diferenciar entre el tipo de climatizador de aire exterior que alimentarán a los fancoils, y los climatizadores de tratamiento de aire que climatizarán el resto de los recintos. Es importante destacar que se trabajará con climatizadores con capacidad de caudal de aire de unos 25000/ 30000 m<sup>3</sup>/h. Por esta restricción, habrá casos en los que más de un climatizador por recinto sea necesario. A continuación, se muestra el número de aparatos que se instalarán.

Zona	Qext (m <sup>3</sup> /h)	Qimp (m <sup>3</sup> /h)	Qret (m <sup>3</sup> /h)	Caudal Agua caliente (l/h)	Caudal Agua Frio (l/h)	Nº de climatizadores
Zona de facturación	2710	19982,3	17272	7019,6	17708,3	1
Vestíbulo de salidas/llegadas	2543	34171,7	31628	9423,3	24193,6	2
Zona de espera preembarque	6989	36765,5	29777	23520,4	39074,3	2
Recogida de equipajes	6973	52738,8	45766	19470,8	46673,8	2
Oficinas de planta baja	453	4586,1	4133	1681,4	3993,6	1

Tabla 23. Numero de climatizadores a instalar.

Una vez calculado el número de climatizadores requeridos, hace falta seleccionar el mejor para cada caso. A continuación, se resumen las características principales que tiene que satisfacer cada climatizador:

<b>Climatizador 1: Zona de facturación</b>	Caudal de impulsión (m <sup>3</sup> /h)	19982,3
--	---	---------

	Caudal de retorno (m <sup>3</sup> /h)	17272,1
	Pérdida de carga de impulsión (mmca)	8,4
	Pérdida de carga de retorno (mmca)	9,7
	Caudal de agua fría (l/h)	17708,3
	Caudal de agua caliente (l/h)	7019,6
	Potencia batería frío (Kw)	103,0
	Potencia batería caliente (Kw)	40,8

Tabla 24. Características climatizador zona de facturación.

<b>Climatizador 2: Vestíbulo de salidas/llegadas (1)</b>	Caudal de impulsión (m <sup>3</sup> /h)	17085,9
	Caudal de retorno (m <sup>3</sup> /h)	15814,2
	Pérdida de carga de impulsión (mmca)	8,3
	Pérdida de carga de retorno (mmca)	9,1
	Caudal de agua fría (l/h)	24193,6
	Caudal de agua caliente (l/h)	9423,3
	Potencia batería frío (Kw)	140,7
	Potencia batería caliente (Kw)	54,8

Tabla 25. Características climatizador vestíbulo de llegadas (1/2).

<b>Climatizador 3: Vestíbulo se salidas/llegadas (2)</b>	Caudal de impulsión (m3/h)	17085,9
	Caudal de retorno (m3/h)	15814,2
	Pérdida de carga de impulsión (mmca)	8,3
	Pérdida de carga de retorno (mmca)	9,1
	Caudal de agua fría (l/h)	24193,6
	Caudal de agua caliente (l/h)	9423,3
	Potencia batería frío (Kw)	140,7
	Potencia batería caliente (Kw)	54,8

Tabla 26. Características climatizador vestíbulo de llegadas (2/2).

<b>Climatizador 4: Zona de espera pre embarque (1)</b>	Caudal de impulsión (m3/h)	18382,8
	Caudal de retorno (m3/h)	15814,2
	Pérdida de carga de impulsión (mmca)	11,5
	Pérdida de carga de retorno (mmca)	12,6
	Caudal de agua fría (l/h)	39074,3
	Caudal de agua caliente (l/h)	23520,4
	Potencia batería frío (Kw)	227,2
	Potencia batería caliente (Kw)	136,7



Tabla 27. Características climatizador zona de espera pre embarque (1/2).

<b>Climatizador 5: Zona de espera pre embarque (2)</b>	Caudal de impulsión (m <sup>3</sup> /h)	18382,8
	Caudal de retorno (m <sup>3</sup> /h)	15814,2
	Pérdida de carga de impulsión (mmca)	11,5
	Pérdida de carga de retorno (mmca)	12,6
	Caudal de agua fría (l/h)	39074,3
	Caudal de agua caliente (l/h)	23520,4
	Potencia batería frío (Kw)	227,2
	Potencia batería caliente (Kw)	136,7

Tabla 28. Características climatizador zona de espera pre embarque (2/2).

<b>Climatizador 6 Zona Recogida de equipajes (1)</b>	Caudal de impulsión (m <sup>3</sup> /h)	26369,4
	Caudal de retorno (m <sup>3</sup> /h)	22882,8
	Pérdida de carga de impulsión (mmca)	6,0
	Pérdida de carga de retorno (mmca)	6,8
	Caudal de agua fría (l/h)	46673,8
	Caudal de agua caliente (l/h)	19470,8
	Potencia batería frío (Kw)	271,4
	Potencia batería caliente (Kw)	113,2

Tabla 29. Características climatizador zona de recogida de equipajes (1/2).

<b>Climatizador 7: Zona Recogida de equipajes (2)</b>	Caudal de impulsión (m <sup>3</sup> /h)	26369,4
	Caudal de retorno (m <sup>3</sup> /h)	22882,8
	Pérdida de carga de impulsión (mmca)	6,0
	Pérdida de carga de retorno (mmca)	6,8
	Caudal de agua fría (l/h)	46673,8
	Caudal de agua caliente (l/h)	19470,8
	Potencia batería frío (Kw)	271,4
	Potencia batería caliente (Kw)	113,2

Tabla 30. Características climatizador zona de recogida de equipajes (2/2).

<b>Unidad de aire primario circuito Fancoil</b>	Caudal de aire exterior (m <sup>3</sup> /h)	453
	Pérdida de carga (mmca)	6,42
	Caudal de agua fría (l/h)	3993,58
	Caudal de agua caliente (l/h)	1681,44

Tabla 31. Características de la unidad de aire primario que alimenta a los fancoils..

Los climatizadores elegidos para los sistemas todo aire son de la marca CARRIER. El modelo es el 39 HQ y se instalarán un total de 7 de ellos, todos en la cubierta.

La unidad de aire primario será también de la marca TROX. Será el modelo TBS-EC y se instalará uno solo, también en la cubierta.

Los catálogos de ambos se pueden encontrar en el apartado de anexos.

### 2.6.3 SELECCIÓN DE BOMBAS

Como se ha descrito en anteriores apartados, las bombas son los aparatos necesarios para impulsar el agua y hacerlas llegar a los distintos recintos. Para llevar a cabo la selección de bombas, se tendrá en cuenta la mayor pérdida de carga posible en cada circuito y el caudal de agua que hay que impulsar.

A continuación, se muestran los circuitos de agua fría y caliente con la pérdida calculada en el diseño de tuberías y el caudal que impulsarán. Cabe destacar que se instalará siempre una bomba extra en paralelo para que entre en funcionamiento en caso de avería de la primera.

También se seleccionan las bombas primarias tanto de agua caliente como de fría. El caudal que han de combatir es la suma del de los circuitos secundarios en cada caso.

Circuito	Caudal (l/h)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Altura efectiva de la bomba (m.c.a)	Modelo bomba	Precio
Fancoil agua caliente	1681,4	1,7	4,8	MAGNA1 25-80	1.461 €
Fancoils agua fría	3993,6	4,0	3,7	MAGNA1 25-80	1.461 €
Climatizadores agua caliente	59434,1	59,4	8,6	NKE 65/160	8.715 €
Climatizadores agua fría	127650,1	127,7	11,8	NKE 100/250	8.800 €
Bomba primaria caliente	61115,5	61,1	13,4	NKE 65/200	8.795 €
Bomba primaria fría	131643,7	131,6	15,4	NKE 100/250	8.800 €

Tabla 32. Selección de bombas.

Nótese que para el circuito secundario en el que el agua se impulsa a los fancoils, las bombas seleccionadas son de menor tamaño y por tanto más baratas debido al hecho de que tienen que impulsar una menor cantidad de caudales y satisfacer valores más bajos de cargas.

Las soluciones elegidas son de la marca GRUNDFOS. Para los circuitos secundarios se escoge el modelo MAGNA 1. *La bomba circuladora Grundfos MAGNA1 es ideal para las necesidades básicas de rendimiento en aplicaciones de calefacción y refrigeración. La bomba ofrece control y monitoreo básicos del sistema y puede comunicarse a través de un relé de falla y arranque/parada digital. Para las necesidades más exigentes, se escogerá el modelo NKE. Las bombas Grundfos NKE de succión axial de acoplamiento largo son bombas centrífugas de voluta, de una sola etapa, no autocebantes, con puerto de succión axial, puerto de descarga radial y eje horizontal.*

Los catálogos de todas las bombas elegidas son adjuntados en la sección de anexos.

#### **2.6.4 SELECCIÓN DE DIFUSORES**

Los difusores son los elementos que se encuentran al final de los conductos de impulsión de aire y lo expulsan directamente a las salas. Es un elemento muy importante y para su selección se considera el caudal de aire que tiene que impulsar.

Todos los difusores instalados serán del mismo modelo. Se tratará de colocarlos de manera uniforme y simétrica a lo largo de los recintos para así lograr una climatización en todos los lugares.

Como imposiciones geométricas, se ha tenido en cuenta la norma vigente. La distancia entre cada difusor debe ser de al menos 2.5 metros para que no se solapen sus radios de acción. Además, habrá que colocarlos a una distancia mínima de 1.25 metros de cualquier pared.

Se estima un difusor por cada 30/40 m<sup>2</sup>. Cada difusor impulsará entre 500 y 800 m<sup>3</sup>/h. No se deberá superar niveles de ruido superiores a 35 dB.

A continuación, se adjunta los cálculos y el número de difusores elegidos por zona:

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Q <sub>imp</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Nº de difusores	Caudal(m <sup>3</sup> /h)/difusor	Modelo
Zona de facturación	934,54	19982,3	25	799,3	TROX VDW-600X48
Vestíbulo de salidas/llegadas	1753,96	34171,7	50	683,4	TROX VDW-600X48
Zona de espera pre embarque	1928	36765,5	60	612,8	TROX VDW-600X48
Recogida de equipajes	2404,57	52738,8	70	753,4	TROX VDW-600X48

Tabla 33. Selección de difusores.

Se instalarán un total de 205 difusores en las 4 salas a climatizar mediante el sistema todo aire. La marca escogida es TROX-TECHNIK, y el modelo el VDW-600x48 por los caudales requeridos. *Son idóneos para áreas de confort por su bajo nivel de potencia sonora, incluyen deflectores de aire regulables manualmente.* La ficha técnica se adjunta en los anexos.

### 2.6.5 SELECCIÓN DE REJILLAS DE RETORNO

Las rejillas de retorno son otro elemento que compone el sistema de climatización todo aire. Su misión es extraer el aire del recinto y llevarlo a través de los conductos de retorno a los climatizadores.

La normativa no es tan estricta ni clara sobre cómo se debe proceder a la instalación de las rejillas. Se instalará una rejilla por cada cuatro difusores. También se tratará de ubicarlas

simétricamente a lo largo de cada recinto. Es importante no superar los 35 dB de ruido por rejilla.

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	Qret (m <sup>3</sup> /h)	Nº de rejillas	Caudal (m <sup>3</sup> /h)/rejilla	Modelo
Zona de facturación	<b>934,54</b>	17272	7	2467,4	TROX TR-A 825 X 225
Vestíbulo de salidas/llegadas	<b>1753,96</b>	31628	14	2259,2	TROX TR-A 825 X 225
Zona de espera pre embarque	<b>1928</b>	29777	16	1861,0	TROX TR-A 825 X 225
Recogida de equipajes	<b>2404,57</b>	45766	18	2542,5	TROX TR-A 825 X 225

*Tabla 34. Selección de rejillas.*

Se instalarán un total de 55 rejillas en las cuatro salas a climatizar mediante el sistema todo aire. Se trabajará con la marca TROX TECHNIK y el modelo elegido asegura en todo caso los niveles de ruido y el caudal que debe de circular por ellas.

### **2.6.6 SELECCIÓN DE VENTILADORES**

Los ventiladores serán los encargados de impulsar el aire a lo largo de los conductos.

En los sistemas agua-aire, es decir, en aquellos locales que tengan fancoils, será necesario instalar ventiladores en el conducto de aire exterior.

En cuanto al resto de salas, los ventiladores se encuentran en el propio climatizador. A la hora de seleccionar estos climatizadores se ha tenido en cuenta la pérdida de carga a través de los conductos para una correcta elección.

El ventilador elegido para el conducto de aire exterior que alimenta los fancoils es de la marca SODECA. Es un tipo de ventilador centrífugo con doble aspiración a transmisión, con

salida de eje por ambos lados y con turbina a acción. Sus características vienen explicadas más detalladamente en los anexos.

Q aire ext (m <sup>3</sup> /h)	mca	Modelo	Precio
453	6,42	SODECA CBX 1919	121 €

Tabla 35. Selección de ventilador.

## 2.6.7 SELECCIÓN DEL EQUIPO FRIGORÍFICO

El equipo frigorífico es el encargado de enfriar el agua para abastecer a la instalación en los meses en los que sea necesario bajar la temperatura. El agua entra a 12°C y sale a 7°C, suponiendo un salto térmico de 5 °C.

A través de las tuberías de agua fría, esta agua es suministrada a los fancoils y a las baterías de los climatizadores.

El equipo frigorífico se encuentra en la cubierta y para una correcta elección, se tiene que escoger un equipo capaz de combatir la carga total de verano, La potencia necesaria para garantizar unas condiciones de confort es de 573157 kcal/h, lo que son 666,46 kW. El equipo frigorífico elegido ha de tener una potencia nominal mayor que la necesaria para asegurarnos las condiciones exigidas.

La marca elegida es AQUAFORCE y el modelo el 30 XBE-700.

Modelo	Potencia necesaria (kcal/h)	Potencia necesaria (Kw)	Potencia nominal (Kw)
AQUAFORCE 30 XBE-700	573157	666,46	676

Tabla 36. Selección de equipo frigorífico.

## 2.6.8 SELECCIÓN DE LA CALDERA

La caldera es el equipo encargado de calentar el agua en los meses en los que se necesite subir la temperatura del edificio. El agua entra a 45°C y sale a 50°C, suponiendo un salto térmico de 5 °C.

A través de las tuberías de agua caliente, esta agua es suministrada a los fancoils y a las baterías de los climatizadores.

La caldera se encuentra en la cubierta y para una correcta elección, se tiene que escoger un equipo capaz de combatir la carga total de invierno, La potencia necesaria para garantizar unas condiciones de confort es de 313556 kcal/h, lo que son 364,6 kW. La caldera elegida ha de tener una potencia nominal mayor que la necesaria para asegurarnos las condiciones exigidas.

La caldera elegida es de la marca YGNIS y el modelo FBG 405.

Modelo	Potencia necesaria (kcal/h)	Potencia necesaria (Kw)	Potencia nominal (Kw)
YGNIS FBG 405	313590	364,64	405

*Tabla 37. Selección de caldera.*



## **Capítulo 3. PLIEGO DE CONDICIONES**

En las siguientes hojas, se explicarán las condiciones a las que se deben atener los responsables de llevar a cabo el proyecto.

Se debe respetar la normativa impuesta respecto al uso de equipos, la eficiencia energética, el mantenimiento y las inspecciones periódicas de la instalación. La mayoría de reglas que se detallan en el siguiente capítulo forman parte del RITE. También se han extraído algunas condiciones de un pliego de un proyecto similar que se adjunta en la bibliografía.

### **3.1 *NORMATIVA***

La redacción y contenido de los diferentes documentos del proyecto se han realizado con estricta sujeción a la normativa legal vigente y a la normativa interna de Aena SME, SA, relacionadas a continuación, así como a las instrucciones e indicaciones que de la Dirección del Expediente que nombre Aena SME, SA, quien podrá facilitar al Adjudicatario copia de la documentación interna de Aena SME, SA.

Se aplicará siempre la última versión disponible y vigente de las Normas y Reglamentos a que se hace referencia a continuación, así como a la normativa que, en el momento de redacción del Proyecto, pueda haber sustituido a alguna de las normas indicadas o sea de nueva aplicación.

Normativa interna de Aena SME, SA

- Instrucciones Generales para la Elaboración de Proyectos.- Dirección de Infraestructuras (última edición disponible).
- Manual Normativo de Señalización de los Aeropuertos Españoles.- Dirección de Gestión de Operaciones y Servicios.

- Manual Técnico para la Accesibilidad en los Aeropuertos.- Dirección de Operaciones y Sistemas de Red.
- Manual de Seguridad para el Diseño de Aeropuertos.- Dirección de Seguridad Aeroportuaria.
- Manual de Imagen Corporativa.- Dirección de Comunicación.
- Manual Normativo para Edificios Terminales, de Aparcamiento y Centros de Trabajo.-Señalización de Seguridad, Evacuación y Emergencia. Dirección de Explotación Aeroportuaria.
- Normalización de los Sistemas Eléctricos, NSE.- Dirección de Infraestructuras. División Oficina de Sistemas Eléctricos y Normalización.
- Documento guía para la implantación de luminarias con lámpara led en el alumbrado de interiores y de viales.- División de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Dirección de Medioambiente.
- Instrucciones Técnicas Ahorro de Energía DB-HE. División de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Dirección de Medioambiente.
- Procesos de los expedientes de la Dirección de Infraestructuras en los que intervienen otros organismos. Dirección de Infraestructuras. División de Coordinación.
- Documentos de Explotación Aeroportuaria (Documentos EXA). Dirección de Operaciones y Sistemas de Red, entre los que se destacan:
- Manual Dotación y Reposición de Auto extintores (EXA 3.1.). • Manual Normativo de Señalización en Área de Movimiento (EXA 40).
- Requisitos para la Redacción de Proyectos y Recepción de Instalaciones en el Lado Aire de los Aeropuertos de Aena (EXA 41).
- Instrucción Operativa Trabajos en el Aeródromo (EXA 50).
- Política de Seguridad Operacional (EXA 51).
- Criterios de Aplicación en Relación con los Planes de Autoprotección de los Aeropuertos (EXA 59).

- Manual de ayuda para la elaboración de la Documentación de Garantía de Seguridad Operacional (DGSO) en Proyectos. Dirección de Infraestructuras. División de Proyectos.
- Guía para la elaboración del Plan de Seguridad Operacional de los trabajos. Dirección de Infraestructuras.
- Guía de Comprobación de Instalaciones Eléctricas en Aparcamientos. Dirección de Infraestructuras. División de Oficina de Sistemas Eléctricos y Normalización.
- Requerimientos técnicos para las Infraestructuras de la Red Multiservicio (RMS). Dirección Sistemas de Información. División de Comunicaciones.
- Normativa para la Actualización de la Información Gráfica de Aena. Documento Metodología de Organización y Explotación (M.O.E.).
- Manual de Requisitos Comerciales (MARCO). División de Explotación y Servicios Comerciales.

A título informativo, pero no exhaustivo, la Normativa mínima de carácter general a aplicar en los trabajos del presente Expediente será la siguiente:

#### Normativa Aeronáutica Específica

- Real Decreto 2591/1998, de 4 de diciembre, sobre la Ordenación de los Aeropuertos de Interés General y su zona de Servicio.
- Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, sobre las Normas Técnicas de diseño y Operación de aeródromos de uso público y regulación de la certificación de los aeropuertos competencia del Estado.
- Real Decreto 1167/1995, de 7 de julio, sobre el régimen de uso de los aeródromos utilizados conjuntamente por una base aérea y un aeropuerto y de las bases aéreas abiertas al tráfico civil.
- Manual de Proyectos de Aeródromos de OACI (DOC 9157-AN/901).

- Manual de Servicios de Aeropuertos de OACI (DOC 9137-AN/898).
- Anexo 14 “Aeródromos”.
- Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de Servidumbres Aeronáuticas y Real Decreto 1541/2003, de 5 de diciembre, por el que se modifica el anterior Decreto.
- Decreto 1844/1975, de 10 de julio, de Servidumbres Aeronáuticas correspondientes a los helipuertos y Real Decreto 1541/2003, de 5 de diciembre, por el que se modifica el anterior Decreto.
- Ley 21/2003, de 7 de julio, de Seguridad Aérea.
- Orden FOM 2086/2011, de 8 de julio, por la que se actualizan las normas técnicas contenidas en el Anexo al Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, por el que se aprueban las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y se regula la certificación de los aeropuertos de competencia del Estado.
- Real Decreto 1189/2011, de 19 de agosto, por el que se regula el procedimiento de emisión de los informes previos al planeamiento de infraestructuras aeronáuticas, establecimiento, modificación y apertura al tráfico de aeródromos autonómicos, y se modifica el Real Decreto 862/2009, de 14 de mayo, por el que se aprueban las normas técnicas de diseño y operación de aeródromos de uso público y se regula la certificación de los aeropuertos de competencia del Estado, el Decreto 584/1972, de 24 de febrero, de servidumbres aeronáuticas y el Real Decreto 2591/1998, de 4 de diciembre, sobre la ordenación de los aeropuertos de interés general y su zona de servicio, en ejecución de lo dispuesto por el artículo 166 de la Ley 13/1996, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.

## **3.2 CONDICIONES TÉCNICAS**

### **3.2.1 TUBERÍAS**

En general la ejecución de la tubería será soldada en todos los casos, pudiendo excepcionalmente, utilizar accesorios roscados en determinados puntos concretos de la instalación, como son maguitos para conectar manómetros u otros aparatos de medición.

Toda tubería de agua fría deberá quedar, por lo menos a 4 cm de otra que conduzca agua caliente y en recorridos horizontales la de agua fría irá por debajo de la caliente.

Las tuberías no estarán en contacto con ninguna conducción de energía eléctrica o de telecomunicación, con el fin de evitar los efectos de corrosión que una derivación pueda ocasionar, debiendo preverse siempre una distancia mínima de 30 cm a las conducciones eléctricas y de 3 cm a las tuberías de gas más cercanas desde el exterior de la tubería o del aislamiento si los hubiere.

Las tuberías no deberán instalarse en lugares propensos a ser dañados por carretillas elevadoras y otro equipo móvil; especialmente no deberán cruzar pasillos por los que circulen tales vehículos a menos que su gálibo sea superior a la altura de éstos. Donde esto no sea posible, las tuberías deberán ir protegidas adecuadamente.

### **3.2.2 AISLAMIENTO DE TUBERÍAS**

El aislamiento se efectuará a base de coquillas, soportadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Deberá cuidarse con particular esmero que el material aislante haga un asiento compacto y firme sobre la superficie de las tuberías, sin cámaras de aire, y que el espesor se mantenga uniforme.

Cuando para la obtención del espesor de aislamiento exigido se requiera la instalación de varias capas, se procurará que las juntas longitudinales y transversales de las capas no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.

Se cuidará con esmero el cierre de las juntas de la barrera antivapor, sea esta incorporada en el material aislante o no, disponiendo de amplios solapes.

El aislamiento se adherirá perfectamente a la tubería. Para Las curvas y codos se realizarán con trozos de coquilla cortados en forma de gajos. En ningún caso el aislamiento con coquillas presentará más de dos juntas longitudinales.

Todos los accesorios de la red de tuberías, como válvulas, bridas, dilatadores etc., deberán cubrirse con el mismo nivel de aislamiento que la tubería, incluida la eventual barrera antivapor; el aislamiento será fácilmente desmontable para las operaciones de mantenimiento, sin deterioro del material aislante.

En ningún caso el material aislante podrá impedir la actuación sobre los órganos de maniobra de las válvulas, ni la lectura de instrumentos de medida y control.

### **3.2.3 VACIADO Y PURGA**

Se diseñarán todas las tuberías para la posibilidad de llevar acabo el proceso de vacío tanto de forma parcial como total.

Los vaciados parciales se harán en puntos concretos del circuito, por medio de un elemento que tendrá un diámetro mínimo nominal de 20 mm.

El vaciado total se efectúa por una válvula con un diámetro mínimo es función de la potencia del circuito.

### **3.2.4 CONDUCTOS**

Se utilizan conductos para canalización del aire de impulsión, retorno y extracción en instalaciones de climatización con carácter general y también para el control de humos en instalaciones de protección contra incendios y para la presurización de escaleras para cumplir con el Código Técnico de la Edificación documento básico seguridad Contra incendios.

Los conductos estarán formados por materiales que no propaguen el fuego, ni desprendan gases tóxicos en caso de incendio, y que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire y a los propios de su manipulación y limpieza, como consecuencia del paso del aire que circula por ellos. Las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellos.

Los requisitos que deberán cumplir en materiales y fabricación los conductos metálicos están definidos en la Norma UNE-EN 12237 y en la Norma UNE-EN 13403 para conductos no metálicos.

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

Para el diseño de los soportes de los conductos se seguirán las instrucciones que dicte el fabricante, en función del material empleado, sus dimensiones y colocación, además de lo especificado en la Norma EN 12236. que especifica los requisitos de resistencia.

Los conductos se construirán respetando las dimensiones indicadas en los planos, que deberán corresponderse con las de las normas antes citadas. Se admiten excepciones cuando circunstancias absolutamente anormales, como, por ejemplo, el paso de conductos debajo de una viga, en un hueco estructural, etc., obliguen a recurrir a medidas no normalizadas.

### **3.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA**

El objeto de estas cláusulas es asegurar la máxima optimización de los recursos energéticos empleados por las actuaciones e instalaciones a proyectar objeto del expediente, siendo un objetivo del mismo conseguir una perfecta armonización entre lo puramente estético, funcional y eficiente.

Con el fin de conseguir lo expuesto, se considera fundamental la aplicación de las siguientes cláusulas, de obligado cumplimiento por parte del Adjudicatario, plenamente incluidas dentro del alcance del expediente y por tanto su coste está incluido en el precio ofertado:

1. El Adjudicatario estará obligado a colaborar con la Dirección del Expediente o con la persona, empresa o entidad que éste designe, para conseguir la optimización energética de lo proyectado. En este sentido, como consecuencia de la colaboración, podrán surgir modificaciones a las propuestas iniciales planteadas por el Adjudicatario en su oferta o en cualquier aspecto relacionado con lo proyectado hasta ese momento. Las posibles modificaciones deberán ser tenidas en cuenta e incorporadas al Proyecto, sin que por ello pueda realizar reclamación alguna.
2. El Adjudicatario estará obligado a obtener el certificado de eficiencia energética y exhibir la correspondiente etiqueta de eficiencia energética, según se establece en el RD 235/2013 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
3. El adjudicatario deberá cumplir con las indicaciones explicitadas en los 5 Documentos Básicos HE del CTE .

De forma particular, y sin atenerse estrictamente a ello, serán objeto de optimización y estudio sobre ahorro energético las siguientes obras e instalaciones:

#### Climatización

Por ser normalmente esta instalación la mayor consumidora de energía, se prestará una especial atención a su diseño, en especial se deberá tener en cuenta y realizar estudios sobre lo siguiente:

- Sistema de producción centralizado con amplio escalonamiento de potencia con la menor pérdida de eficiencia energética
- Sistema de acumulación térmica.



- Estratificaciones de aire.
- Recuperadores entálpicos.
- Unidades de tratamiento de aire y sistemas de calentamiento o enfriamiento gratuito.
- Parámetros para la gestión eficiente de la instalación.
- Evitar las Infiltraciones.
- Sistema de conductos y transporte de aire con regulación de velocidad
- Sistema de tuberías y transporte de agua con regulación de velocidad
- Flexibilidad para adecuarse a la demanda por zonas, horarios, tipo de actividad, etc.
- Evaluación de los niveles de confort deseados.

Lo anteriormente expuesto no pretende ser sólo una guía exhaustiva para conseguir un resultado de calidad desde el punto de vista energético, sino una declaración de intenciones en cuanto a que cualquier posibilidad de ahorro y eficiencia energética debe ser valorada y tenida en cuenta durante la fijación de los criterios básicos para la ejecución de las actuaciones de suministro e instalación proyectadas.

### **3.4 MONTAJE**

Será indispensable que toda la instalación tanto de los circuitos como de los equipos y elementos auxiliares sea realizada por una empresa debidamente especializada y registrada, atendiendo a la normatiza establecida en el ITE 11.

Según esta norma, las empresas que llevarán acabo el montaje deberán ser totalmente conocedoras de los siguientes conocimientos:

- Conocimientos técnicos: Generalidades sobre cálculo, equilibrado hidráulico y térmico, pruebas, funcionamiento y puesta en marcha de las instalaciones de

calefacción y producción de ACS (para la especialidad A) y de acondicionamiento de aire (para la especialidad B); tipos de uniones de tuberías, conductos, aparatos y accesorios, y su ejecución; generalidades sobre dilatación térmica. Sustentación y anclaje de equipos, aparatos y accesorios, y su ejecución; generalidades sobre corrosión y su tratamiento; generalidades sobre los sistemas de regulación y control; conocimientos básicos de electricidad; conocimientos básicos referentes a la alimentación de generadores con combustibles sólidos, líquidos y gaseosas.

- Conocimientos específicos: Conocimientos básicos de ahorro de energía y protección del medio ambiente; conocimientos del funcionamiento de las instalaciones y su mantenimiento; conocimientos del reglaje de los equipos de regulación y control; conocimientos de combustión (para la categoría CM, especialidad A; conocimientos sobre el reglaje y la regulación de los distintos tipos de quemadores (para la categoría CM, especialidad A); conocimientos básicos de tratamiento de agua; conocimientos básicos del funcionamiento y reparación de los equipos, elementos y sistemas de regulación automática; conocimientos del equipo del equilibrado hidráulico y térmica de las instalaciones; conocimientos básicos sobre lubricación; conocimientos sobre fluidos refrigerantes y su manipulación (para la categoría CM, especialidad 8); conocimientos sobre control, regulación y seguridad del conjunto caldera-quemador (para la categoría CM, especialidad A); conocimientos sobre control, regulación y seguridad de maquinaria frigorífica (para la categoría CM, especialidad B); conocimientos básicos sobre la instalación eléctrica de las instalaciones.

Además, la empresa encargada del proyecto será la responsable de llevar a cabo correctamente las siguientes actividades:

- Proyecto
- Planos de instalación
- Acopio de materiales
- Replanteo

- Colaboración con otros contratistas
- Medidas de protección
- Limpieza
- Ruidos y vibraciones
- Accesibilidad
- Señalización
- Identificación de los diferentes equipos.

### **3.5 MANTENIMIENTO Y USO**

Respecto al uso y mantenimiento de las instalaciones de climatización, el RITE proporciona una serie de reglas que se han de cumplir. Esta normativa se encuentra en el capítulo 6 y a continuación se detallan los puntos más importantes.

Artículo 25: Titular o usuario

- El titular o usuario de las instalaciones térmicas es responsable del cumplimiento del RITE desde el momento en que se realiza su recepción provisional, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 12.1.c) de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, en lo que se refiere a su uso y mantenimiento, y sin que este mantenimiento pueda ser sustituido por la garantía.
- Las instalaciones térmicas se utilizarán adecuadamente, de conformidad con las instrucciones de uso contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica, absteniéndose de hacer un uso incompatible con el previsto.
- Se pondrá en conocimiento del responsable de mantenimiento cualquier anomalía que se observe en el funcionamiento normal de las instalaciones térmicas.

- Las instalaciones mantendrán sus características originales. Si son necesarias reformas, éstas deben ser efectuadas por empresas habilitadas para ello de acuerdo a lo prescrito por este RITE.

Artículo 26. Mantenimiento de las instalaciones.

- Las operaciones de mantenimiento de las instalaciones sujetas al RITE se realizarán por empresas mantenedoras habilitadas.
- Al hacerse cargo del mantenimiento, el titular de la instalación entregará al representante de la empresa mantenedora una copia del «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica, contenido en el Libro del Edificio.
- La empresa mantenedora será responsable de que el mantenimiento de la instalación térmica sea realizado correctamente de acuerdo con las instrucciones del «Manual de Uso y Mantenimiento» y con las exigencias de este RITE.
- El «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica debe contener las instrucciones de seguridad y de manejo y maniobra de la instalación, así como los programas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y gestión energética.
- Será obligación del mantenedor habilitado y del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de la documentación contenida en el “Manual de Uso y Mantenimiento” a las características técnicas de la instalación.

Artículo 27. Registro de las operaciones de mantenimiento.

- Toda instalación térmica debe disponer de un registro en el que se recojan las operaciones de mantenimiento y las reparaciones que se produzcan en la instalación, y que formará parte del Libro del Edificio.
- El titular de la instalación será responsable de su existencia y lo tendrá a disposición de las autoridades competentes que así lo exijan por inspección o cualquier otro requerimiento. Se deberá conservar durante un tiempo no inferior a cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

- La empresa mantenedora confeccionará el registro y será responsable de las anotaciones en el mismo.

### **3.6 INSPECCIÓN**

Con el fin de verificar que el funcionamiento de toda la instalación y equipos es el correcto, y que se cumplen todas las normativas vigentes, la comunidad de Andalucía podrá realizar tantas inspecciones como considere necesarias con el fin de garantizar el buen funcionamiento. Los equipos que superen la potencia de 15 kW deberán ser inspeccionados periódicamente con el fin de garantizar los niveles de liberación de dióxido de carbono por debajo de lo permitido.

El RITE prevé el control de estas instalaciones mediante la actuación de Organismos de Control (OCA), tanto en inspecciones iniciales antes de la puesta en servicio como mediante la inspección periódica posterior para acreditar la conformidad de las instalaciones con los requisitos del Reglamento.

La inspección periódica de eficiencia energética se debe realizar cada 4 años en los siguientes casos:

- Sistemas de calefacción, instalaciones combinadas de calefacción y ventilación, y agua caliente sanitaria que tengan generadores de calor con una potencia útil nominal mayor a 70 kW, excluyendo los sistemas que solo produzcan agua caliente sanitaria con una potencia útil nominal de hasta 70 kW. La evaluación de la potencia se hará considerando la suma de las potencias de generación de calefacción.
- Sistemas de aire acondicionado e instalaciones combinadas de aire acondicionado y ventilación que tengan generadores de frío con una potencia útil nominal instalada mayor a 70 kW. La evaluación de la potencia se hará considerando la suma de las potencias de generación de aire acondicionado.

La inspección periódica de instalaciones térmicas con 15 años de antigüedad se debe realizar cada 15 años y coincidirá con la primera inspección del generador de calor o frío después de que la instalación haya cumplido 15 años de antigüedad.

## **Capítulo 4. PRESUPUESTO**

A continuación, se detalla el coste de compra de todos los equipos que se han ido analizando y seleccionando durante el presente proyecto para finalmente dar un valor preciso.

### **4.1 FANCOILS**

Los fancoils será el sistema agua aire instalado en las oficinas de la planta baja. En total se instalarán 7 fancoils. La marca elegida es Carrier y el modelo el 42 CT 004.

El precio por unidad es de 804€.

En total el precio de los fancoils es de 5628€

### **4.2 UNIDAD DE AIRE PRIMARIO**

Se instalará una unidad de aire primario en la cubierta cuyo objetivo es alimentar a los fancoils situados en la primera planta. El modelo elegido es el TROX TBS LC.

El precio por unidad es de 12195,3€

### **4.3 CLIMATIZADORES**

Se instalarán un total de 7 climatizadores en la cubierta encargados de asegurar el confort en aquellos recintos de mayor tamaño. La marca elegida es CARRIER y el modelo es el 39 HQ.

El precio por unidad es de 45000€.

En total el precio de los climatizadores es de 315000€

#### **4.4 BOMBAS**

Las bombas son las encargadas de hacer llegar el agua a las baterías de los climatizadores y a los fancoils. Por cada bomba, se instalará una extra de tal modo que entrará en funcionamiento si la primera se estropea.

En total se instalarán 8 bombas secundarias y 4 bombas primarias.

Para los circuitos de agua caliente y fría de los fancoils se instalarán 4 bombas en total. Todas son de la marca GRUNDFOS y el modelo es Magna 1 25-80. El precio por bomba es de 1461€.

Para el circuito de agua caliente de los climatizadores se instalarán dos bombas NKE 65/160. Cada bomba cuesta 8715€.

Para el circuito de agua fría de los climatizadores se instalarán dos bombas NKE 100/250. Cada bomba cuesta 8800€.

Se instalarán 2 bombas primarias en el circuito de agua fría de la marca GRUNDFOS y modelo NKE 100-250/274. El precio por unidad es de 8800€.

Se instalarán 2 bombas primarias en el circuito de agua caliente del modelo NKE 65-200/219. El precio por unidad es de 8795€

El coste total de todas las bombas es de 76064€

#### **4.5 CALDERA**

La caldera es el equipo encargado de calentar el agua de la instalación. La marca elegida es YGNIS 405 KW.

El precio por unidad es de 10115€



## 4.6 EQUIPO FRIGORÍFICO

El equipo frigorífico es el equipo encargado de enfriar el agua de la instalación. La marca elegida es CARRIER AQUAFORCE 30 XW. La potencia nominal es de 676 kW.

El precio por unidad es de 490000€.

## 4.7 TUBERÍAS DE AGUA Y AISLAMIENTO

A continuación, se detalla el coste de las tuberías de agua de acero instaladas. El coste varía dependiendo del diámetro y los metros de longitud. El coste que se muestra engloba el suministro y colocación de la tubería, las piezas especiales, los accesorios, la mano de pintura antioxidante y el aislamiento de espuma correspondiente.

Diámetro (mm)	Longitud lineal (m)	€/m	€
15	3,5	15,5	54,3
20	3,5	18,5	64,8
25	10,5	21,95	230,5
32	26	23,15	601,9
40	7	28,35	198,5
50	56	31,45	1761,2
65	201	33,85	6803,9
80	146	44,95	6562,7
100	63	55,63	3504,7
125	114	70,26	8009,6
150	10	153,45	1534,5
200	52	165,95	8629,4

Tabla 38. Coste de instalamento de la red de tuberías.

En total, el coste de todas las tuberías asciende a 37955,8 €

## **4.8 CONDUCTOS**

Los conductos son los encargados de hacer llegar y retornar el aire a las diferentes zonas. En este proyecto se han instalado conductos de impulsión, retorno y aire exterior. Los conductos son de sección rectangular y varían a lo largo de la red dependiendo del caudal de aire que transporten, la pérdida de carga y la velocidad. El tipo de conducto elegido es CLIMAVER PLUS R.

Para calcular el coste de los conductos se estimará que cada metro de conducto tiene un coste de 60€. Además, el aislamiento de los conductos por metro se supondrá 6€. El coste por metro será de 66 € e incluye el suministro y colocación de los conductos, el sellado de juntas soportes y accesorios, así como el aislamiento.

En total hay 990,9 m de conductos.

Esto supone un coste total de 65396,8 €.

## **4.9 DIFUSORES**

Los difusores son los elementos empleados para liberar el aire de impulsión en las salas climatizadas con el sistema todo aire. En total, se instalarán 205 difusores. El difusor elegido es de la marca TROX y el modelo VDW de tamaño 600x48.

El precio por difusor es de 143,3€.

En total, el coste de todos los difusores es de 29376,5 €

## **4.10 REJILLAS DE RETORNO**

Las rejillas de retorno son las encargadas de devolver el aire a los climatizadores a través de los conductos de retorno. Se instalarán un total de 55. Las rejillas utilizadas son de la marca TROX. El modelo es el TR-A y el tamaño, 825x225.

El precio por rejilla es de 75€.

El coste total de todas las rejillas es de 4125€

#### **4.11 PRESUPUESTO TOTAL**

En la siguiente tabla se puede observar una suma desglosada del presupuesto total por elementos.

<b>Elemento</b>	<b>Precio</b>
Fancoils	5.628 €
Unidad de aire Primario	12.195,30 €
Climatizadores	315.000 €
Bombas	76.064 €
Caldera	10.115 €
Equipo frigorífico	490.000 €
Tuberías	37.955,80 €
Conductos	65.396,80 €
Difusores	29.376,50 €
Rejillas	4.125 €
<b>Total</b>	<b>1.045.856 €</b>

*Tabla 39. Presupuesto total desglosado.*

El presupuesto final de la instalación y suministro de todos los equipos y accesorio ya analizados y detallados a lo largo del proyecto asciende a **1.045.856 €**

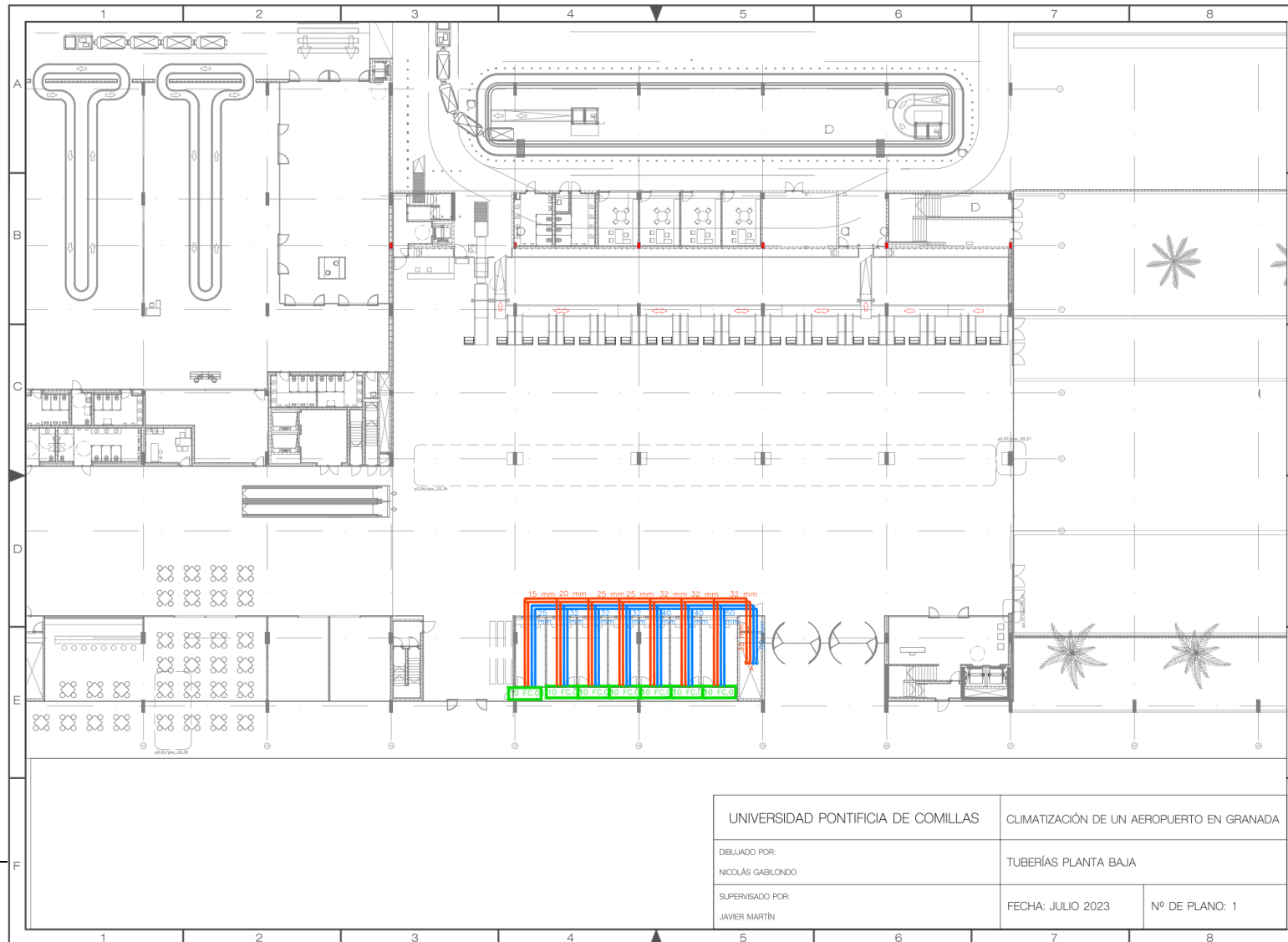
## **Capítulo 5. PLANOS**

En las siguientes páginas se adjuntan los planos necesarios para el diseño de las redes de tuberías y conductos. Los planos son los siguientes:

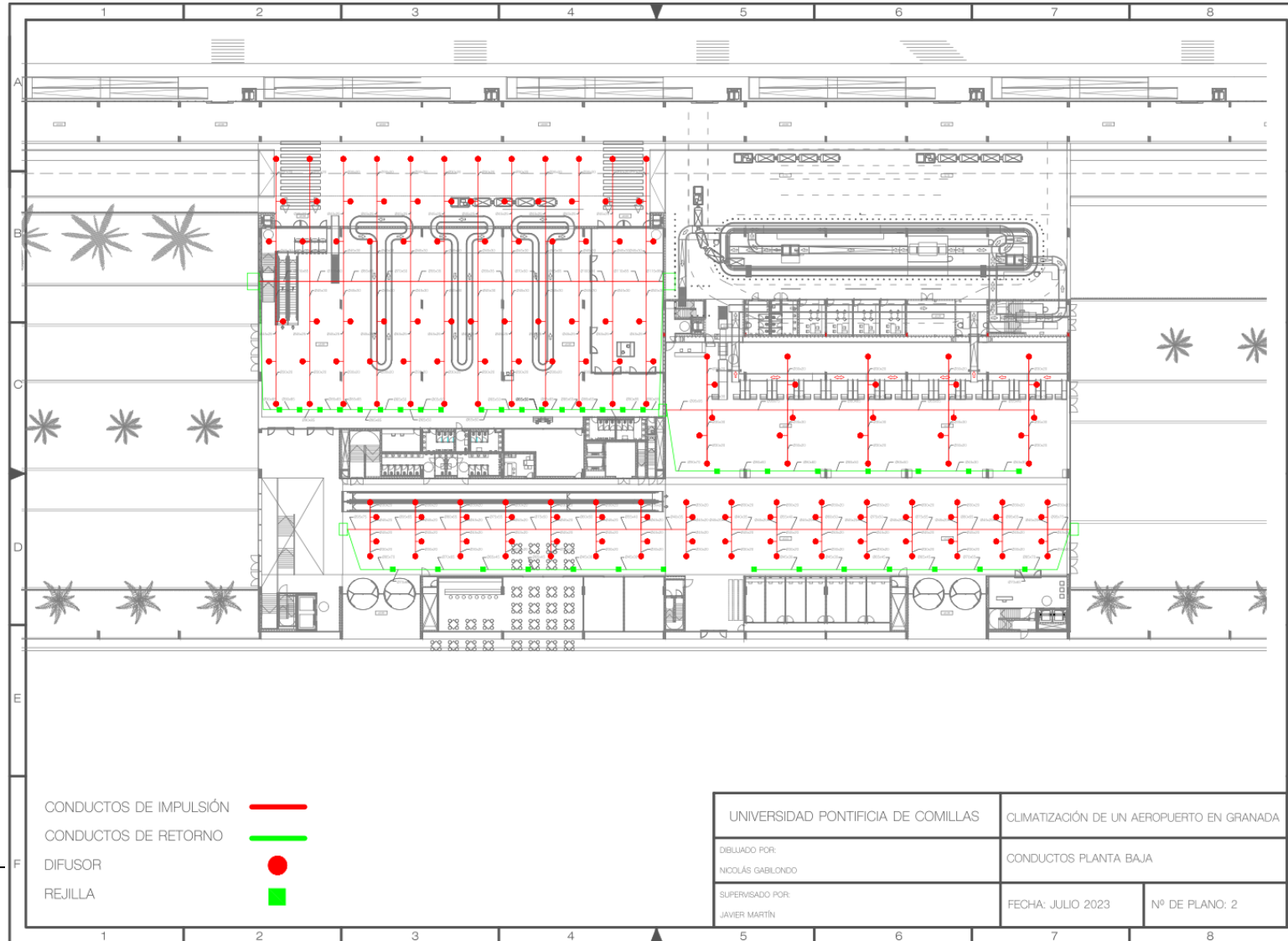
1. Plano de las tuberías de la planta baja.
2. Plano de los conductos de la planta baja.
3. Plano de los conductos de la primera planta.
4. Plano de las tuberías y equipos de la cubierta.

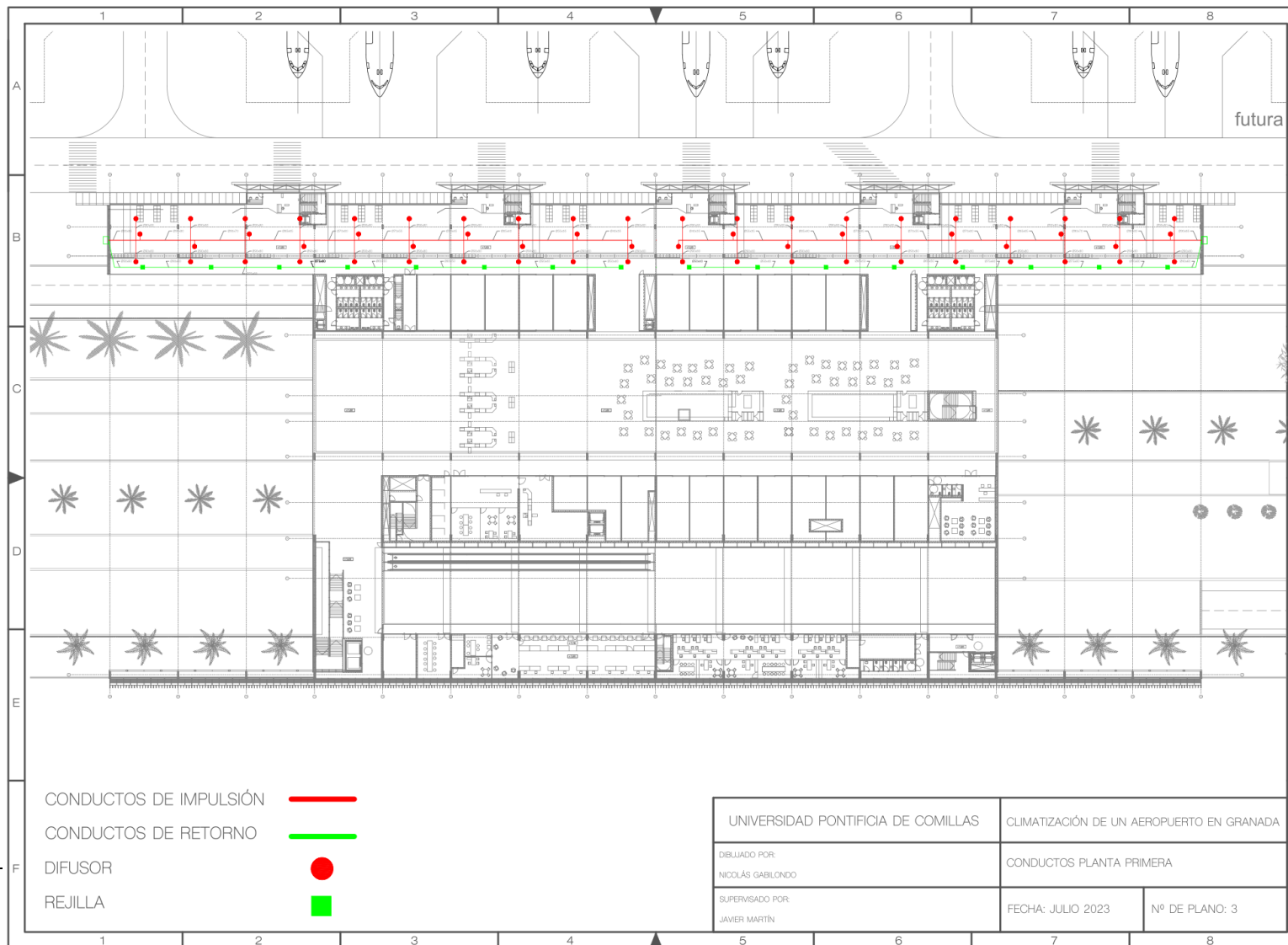
Además, también se adjuntan los dos esquemas de principio tanto de frío como de calor.

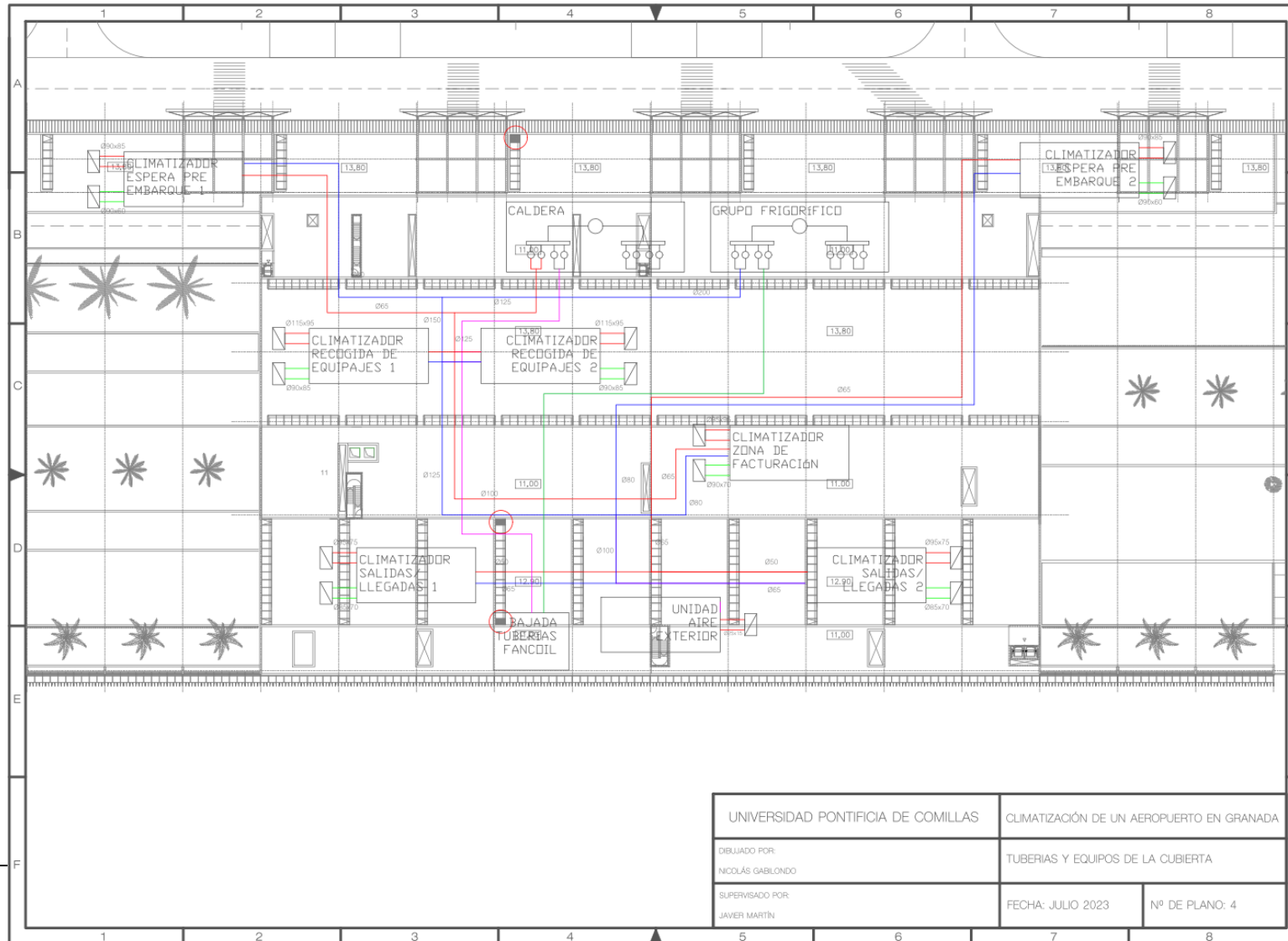
5. Esquema de principio de calor.
6. Esquema de principio de frío.



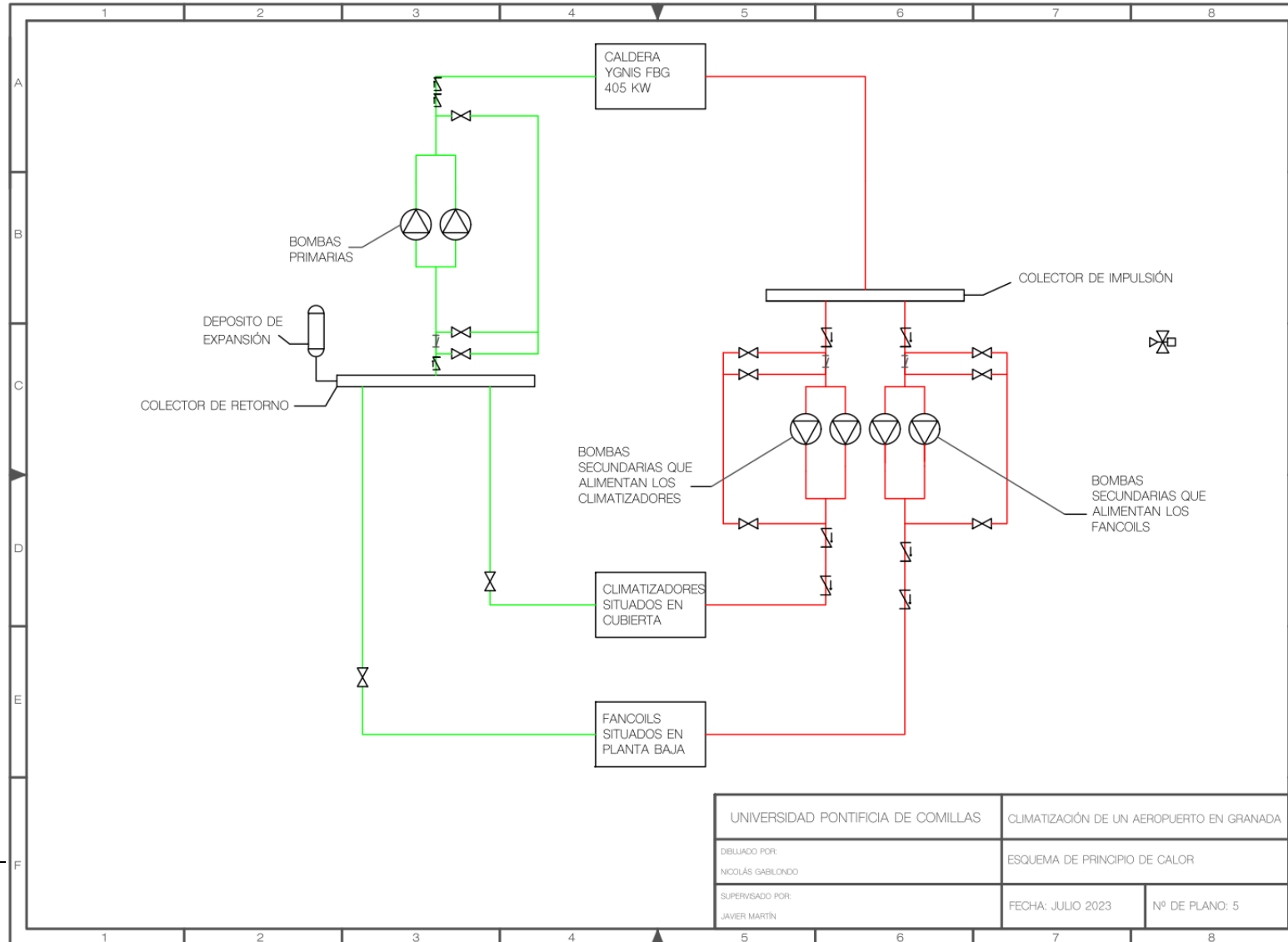
UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS	CLIMATIZACIÓN DE UN AEROPUERTO EN GRANADA	
DIBUJADO POR: NICOLÁS GABLONDO	TUBERÍAS PLANTA BAJA	
SUPERVISADO POR: JAVIER MARTÍN	FECHA: JULIO 2023	Nº DE PLANO: 1



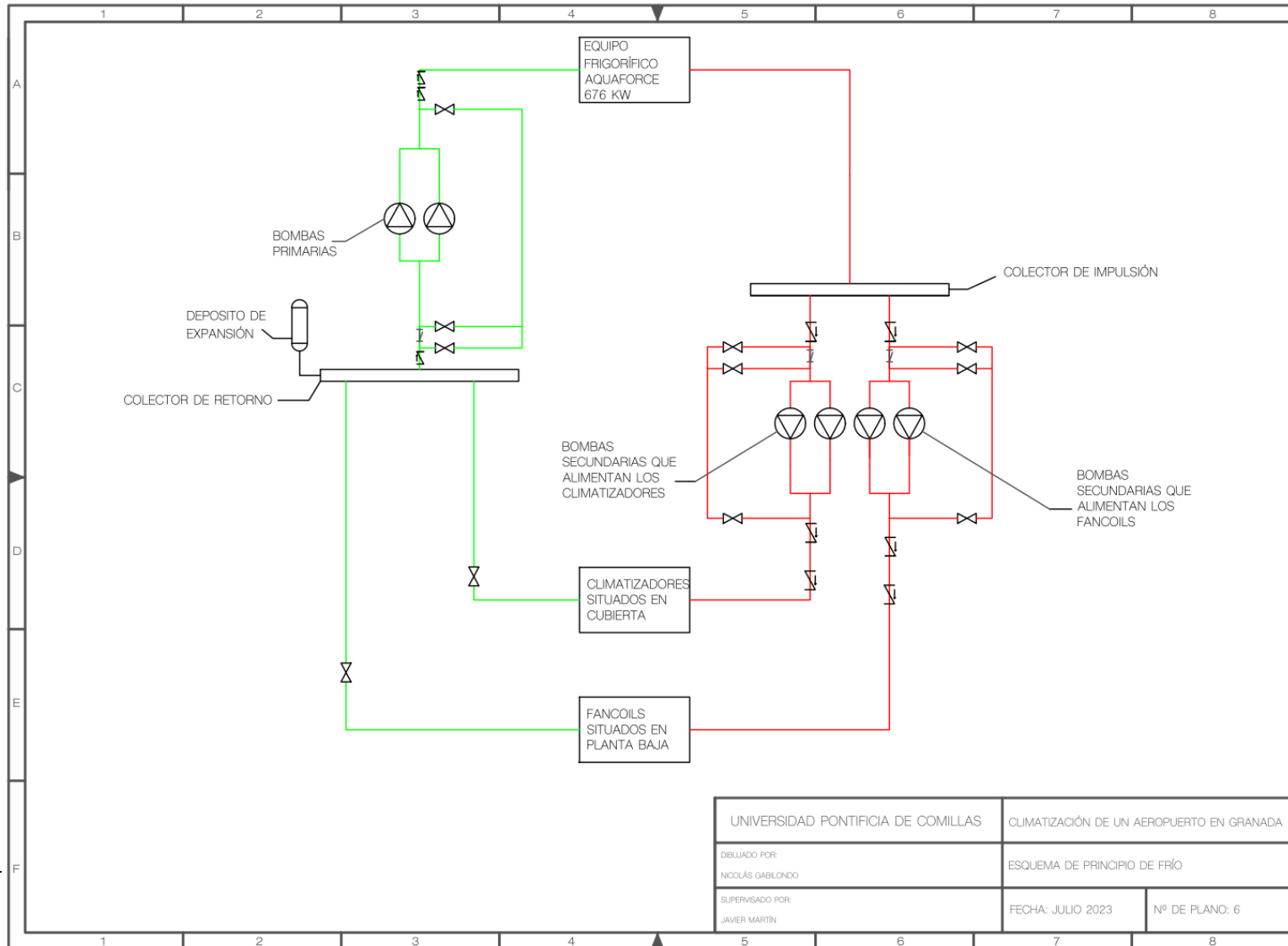








UNIVERSIDAD PONTIFICIA DE COMILLAS	CLIMATIZACIÓN DE UN AEROPUERTO EN GRANADA	
DELIADO POR: NICOLÁS GABLONDO	ESQUEMA DE PRINCIPIO DE CALOR	
SUPERVISADO POR: JAVIER MARTÍN	FECHA: JULIO 2023	Nº DE PLANO: 5



## Capítulo 6. ANEXOS

### 6.1 CÁLCULOS DE CARGAS DE VERANO

CÁLCULO DE EXIGENCIAS FRIGORÍFICAS														
Proyecto:		Climatización aeropuerto de Granada								30 de junio de 2023				
Planta:		Baja		Zona:		Zona de facturación								
DIMENSIONES:														
		X		=		HORA SOLAR:		16		GRANADA				
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	38	x	0,48		Exteriores	36,0	26,8	57	18,7		
NE	Cristal		m2 x	38	x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50	10,0		
ESTE	Cristal	22,53	m2 x	38	x	0,48	411	DIFERENCIA	11,0			8,7		
SE	Cristal		m2 x	38	x	0,48		CALOR LATENTE				TOTALES		
SUR	Cristal		m2 x	42	x	0,48		Infiltración	m3/h x	8,7	x	0,72		
SO	Cristal		m2 x	385	x	0,48		Personas	93	Personas	x	55		
OESTE	Cristal		m2 x	530	x	0,48		Aplicaciones						
NO	Cristal		m2 x	339	x	0,48		SUBTOTAL				4.420		
	Claraboya		m2 x	407	x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10	%	442		
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				4.862		
NORTE	Pared		m2 x	5,0	x	0,65		Aire Ext.	m3/h x	8,7	x	0,15 BF x 0,72		
NE	Pared		m2 x	6,2	x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				4.862		
ESTE	Pared	22,53	m2 x	6,2	x	0,65	91	CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				66.151		
SE	Pared		m2 x	9,5	x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR				TOTALES		
SUR	Pared		m2 x	13,9	x	0,65		Sensible	2.710,17	m3/h x	11,0 x (1- 0,15 BF ) x 0,3	7.602		
SO	Pared		m2 x	17,3	x	0,65		Latente		m3/h x	8,7 x (1- 0,15 BF ) x 0,72			
OESTE	Pared		m2 x	13,9	x	0,65		SUBTOTAL				7.602		
NO	Pared		m2 x	6,2	x	0,65		<b>GRAN CALOR TOTAL</b>				<b>73.753</b>		
	Tejado-Sol		m2 x	18,9	x	0,46		A.D.P.						
	Tejado-Sombra		m2 x	3,9	x	0,46		FACTOR CALOR SENSIBLE	61.288	Efec. Sens. Local	=	0,93		
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		Efec. Total Local						
	Total Cristal	22,53	m2 x	11,0	x	2,60	644	ADP Indicado=			°C			
	Tabiques LNC	211,47	m2 x	5,5	x	1,20	1.396	ADP Seleccionado=		12	°C			
	Techo LNC	934,54	m2 x	5,5	x	2,02	10.383	CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO (Q impulsión)						
	Suelo		m2 x	5,5	x	1,10		ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc		25,0	-	12	ADP)=	11,05
	Suelo exterior	934,54	m2 x	11,0	x	1,10	11.308	CAUDAL DE AIRE M3/H	61.288	Sensible Local	=	18.488		
	Puertas		m2 x	11,0	x	2,00		0,3 X		11,05	ΔT			
	Infiltración		m3/h x	11,0	x	0,30		Observaciones:						
CALOR INTERNO						TOTALES								
Personas	93	Personas	x	57		4.581								
Alumbrado	18.691	Wattios x 0,86	x	1,25		20.093								
Aplicaciones, etc.			x	0,86										
Potencia	6500		x	0,86		5.590								
Ganancias Adicionales						TOTALES								
SUBTOTAL						TOTALES								
SUBTOTAL						TOTALES								
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						TOTALES								
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						TOTALES								
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						TOTALES								
Aire Exterior	2.710,17	m3/h x	11,0	x	0,15 BF x 0,3	1.342								
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						TOTALES								
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						TOTALES								

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:										30 de junio de 2023	
Planta:				Zona: Vestibulo salidas/llegadas							
DIMENSIONES:										X =	
CONCEPTO				SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h	
HORA SOLAR: 16										GRANADA	
MES: JULIO											
GANANCIA SOLAR-CRISTAL										CONDICIONES	
NORTE Cristal m2 x 38 x 0,48										BS	
NE Cristal m2 x 38 x 0,48										BH	
ESTE Cristal 20,94 m2 x 38 x 0,48										%HR	
SE Cristal m2 x 38 x 0,48										TR	
SUR Cristal m2 x 42 x 0,48										Gr/Kgr	
SO Cristal m2 x 385 x 0,48										Exteriores	
OESTE Cristal 20,94 m2 x 530 x 0,48										Interiores	
NO Cristal m2 x 339 x 0,48										DIFERENCIA	
Claraboya m2 x 407 x 0,48										11,0	
TOTALES										382	
CALOR LATENTE										TOTALES	
Infiltración m3/h x 8,7 x 0,72										Personas	
Personas 88										Personas	
Aplicaciones										55	
SUBTOTAL										4.148	
COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 %										415	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS										CALOR LATENTE DEL LOCAL	
TOTALES										4.563	
NORTE Pared m2 x 5,0 x 0,65										Aire Ext. m3/h x 8,7 x 0,15 BF x 0,72	
NE Pared m2 x 6,2 x 0,65										CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL	
ESTE Pared 20,94 m2 x 6,2 x 0,65										4.563	
SE Pared m2 x 9,5 x 0,65										CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL	
SUR Pared m2 x 13,9 x 0,65										108.337	
SO Pared m2 x 17,3 x 0,65										CALOR AIRE EXTERIOR	
OESTE Pared 20,94 m2 x 13,9 x 0,65										TOTALES	
NO Pared m2 x 6,2 x 0,65										Sensible 2.543,24 m3/h x 11,0 x (1- 0,15 BF ) x 0,3	
Tejado-Sol m2 x 18,9 x 0,46										Latente m3/h x 8,7 x (1- 0,15 BF ) x 0,72	
Tejado-Sombra m2 x 3,9 x 0,46										SUBTOTAL	
TOTALES										7.134	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS										GRAN CALOR TOTAL	
TOTALES										115.471	
Total Cristal 41,88 m2 x 11,0 x 2,60										A. D. P.	
Tabiques LNC 499,62 m2 x 5,5 x 1,20										FACTOR CALOR SENSIBLE 103.774 Efec. Sens. Local = 0,96	
Techo LNC 1.753,96 m2 x 5,5 x 2,02										Efec. Total Local =	
Suelo 1.753,96 m2 x 5,5 x 1,10										ADP Indicado= °C	
Suelo exterior 1.753,96 m2 x 11,0 x 1,10										ADP Seleccionado= 12 °C	
Puertas m2 x 11,0 x 2,00										CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO (Q impulsión)	
Infiltración m3/h x 11,0 x 0,30										ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc 25,0 - 12 ADP)= 11,05	
CALOR INTERNO										CAUDAL DE AIRE M3/H 103.774 Sensible Local = 31.304	
TOTALES										0,3 X 11,05 ΔT	
Personas 88 Personas x 57										Observaciones:	
Alumbrado 35.079 Watos x 0,86 x 1,25											
Aplicaciones, etc. x 0,86											
Potencia x											
Ganancias Adicionales x											
SUBTOTAL										93.195	
COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 %										9.320	
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL										102.515	
Aire Exterior 2.543,24 m3/h x 11,0 x 0,15 BF x 0,3										1.259	
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL										103.774	

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																					
Proyecto:												30 de junio de 2023									
Planta:												Zona: Sala de espera pre embarque									
DIMENSIONES: X =																					
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		HORA SOLAR: 16		MES: JULIO		GRANADA							
GANANCIA SOLAR-CRISTAL										CONDICIONES		BS		BH		%HR		TR		Gr/Kgr	
TOTALES										Exteriores		36,0		26,8		57				18,7	
NORTE Cristal 300,00 m2 x 38 x 0,48										Interiores		25,0		18,0		50				10,0	
NE Cristal m2 x 38 x 0,48										DIFERENCIA		11,0						8,7			
ESTE Cristal 14,46 m2 x 38 x 0,48										CALOR LATENTE											
SE Cristal m2 x 38 x 0,48										TOTALES											
SUR Cristal m2 x 42 x 0,48										Infiltración		m3/h x 8,7		x		0,72					
SO Cristal m2 x 385 x 0,48										Personas		241		Personas		x		55		11.399	
OESTE Cristal 14,46 m2 x 530 x 0,48										Aplicaciones											
NO Cristal m2 x 339 x 0,48										SUBTOTAL											
Claraboya m2 x 407 x 0,48										COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10		%				1.140			
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS										CALOR LATENTE DEL LOCAL								12.539			
TOTALES										Aire Ext.		m3/h x 8,7		x 0,15		BF x 0,72					
NORTE Pared 300,00 m2 x 5,0 x 0,65										CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL											
NE Pared m2 x 6,2 x 0,65										12.539											
ESTE Pared 14,46 m2 x 6,2 x 0,65										CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL											
SE Pared m2 x 9,5 x 0,65										137.325											
SUR Pared m2 x 13,9 x 0,65										CALOR AIRE EXTERIOR											
SO Pared m2 x 17,3 x 0,65										TOTALES											
OESTE Pared 14,46 m2 x 13,9 x 0,65										Sensible		6.989,00		m3/h x 11,0		(1- 0,15 BF ) x 0,3		19.604			
NO Pared m2 x 6,2 x 0,65										Latente				m3/h x 8,7		(1- 0,15 BF ) x 0,72					
Tejado-Sol m2 x 18,9 x 0,46										SUBTOTAL											
Tejado-Sombra m2 x 3,9 x 0,46										GRAN CALOR TOTAL								156.929			
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS										A. D. P.											
TOTALES										FACTOR CALOR SENSIBLE		124.785		Efec. Sens. Local		=		0,91			
Total Cristal 328,92 m2 x 11,0 x 2,60										137.325		Efec. Total Local									
Tabiques LNC 600,00 m2 x 5,5 x 1,20										ADP Indicado=						°C					
Techo LNC 1.928,00 m2 x 5,5 x 2,02										ADP Seleccionado=		12				°C					
Suelo 1.928,00 m2 x 5,5 x 1,10										CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO (Q impulsión)											
Suelo exterior m2 x 11,0 x 1,10										ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc		25,0		-		12		ADP)= 11,05			
Puertas m2 x 11,0 x 2,00										CAUDAL DE AIRE M3/H		124.785		Sensible Local		=		37.643			
Infiltración m3/h x 11,0 x 0,30										0,3 X		11,05		ΔT							
CALOR INTERNO										Observaciones:											
TOTALES																					
Personas 241 Personas x 57																					
Alumbrado 38.560 Watos x 0,86 x 1,25																					
Aplicaciones, etc. x 0,86																					
Potencia x																					
Ganancias Adicionales x																					
SUBTOTAL																					
110.296																					
COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 %																					
11.030																					
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL																					
121.326																					
Aire Exterior 6.989,00 m3/h x 11,0 x 0,15 BF x 0,3																					
3.460																					
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL																					
124.785																					

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS														
Proyecto:										30 de junio de 2023				
Planta:				Zona:				Zona recogida equipajes						
DIMENSIONES:										HORA SOLAR: 16		GRANADA		
CONCEPTO SUPERFICIE GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP. FACTOR Kcal/h										MES: JULIO				
GANANCIA SOLAR-CRISTAL										CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr		
NORTE	Cristal	93,05	m2 x	38	x	0,48	1.697		Exteriores	36,0	26,8	57		18,7
NE	Cristal		m2 x	38	x	0,48			Interiores	25,0	18,0	50		10,0
ESTE	Cristal		m2 x	38	x	0,48			DIFERENCIA	11,0				8,7
SE	Cristal		m2 x	38	x	0,48			CALOR LATENTE				TOTALES	
SUR	Cristal		m2 x	42	x	0,48			Infiltración	m3/h x	8,7	x	0,72	
SO	Cristal		m2 x	385	x	0,48			Personas	240	Personas	x	55	11.374
OESTE	Cristal	22,53	m2 x	530	x	0,48	5.732		Aplicaciones					
NO	Cristal		m2 x	339	x	0,48			SUBTOTAL				11.374	
	Claraboya		m2 x	407	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 %				1.137	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS										TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL		12.511
NORTE	Pared	93,05	m2 x	5,0	x	0,65	302		Aire Ext.	m3/h x	8,7	x	0,15 BF x 0,72	
NE	Pared		m2 x	6,2	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				12.511	
ESTE	Pared		m2 x	6,2	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				190.001	
SE	Pared		m2 x	9,5	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR				TOTALES	
SUR	Pared		m2 x	13,9	x	0,65			Sensible	6.973,25	m3/h x	11,0	x (1- 0,15 BF ) x 0,3	19.560
SO	Pared		m2 x	17,3	x	0,65			Latente		m3/h x	8,7	x (1- 0,15 BF ) x 0,72	
OESTE	Pared	22,53	m2 x	13,9	x	0,65	204		SUBTOTAL				19.560	
NO	Pared		m2 x	6,2	x	0,65			GRAN CALOR TOTAL				209.561	
	Tejado-Sol		m2 x	18,9	x	0,46			A. D. P.					
	Tejado-Sombra		m2 x	3,9	x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE	177.490	Efec. Sens. Local	=	0,93	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS										TOTALES		ADP Indicado=		°C
Total Cristal	115,58	m2 x	11,0	x	2,60	3.305		ADP Seleccionado=	12	°C				
Tabiques LNC	284,94	m2 x	5,5	x	1,20	1.881		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO (Q impulsión)						
Techo LNC	2.404,57	m2 x	5,5	x	2,02	26.715		▲T=(1-0,15 BF)x(°C Loc 25,0 - 12 ADP)=				11,05		
Suelo		m2 x	5,5	x	1,10			CAUDAL DE AIRE M3/H	177.490	Sensible Local	=	53.542		
Suelo exterior	2.404,57	m2 x	11,0	x	1,10	29.095		Observaciones:						
Puertas		m2 x	11,0	x	2,00									
Infiltración		m3/h x	11,0	x	0,30									
CALOR INTERNO										TOTALES				
Personas	240	Personas	x		57	11.787								
Alumbrado	48.091	Wattios x 0,86	x		1,25	51.698								
Aplicaciones, etc.			x		0,86									
Potencia		30000	x		0,86	25.800								
Ganancias Adicionales			x											
SUBTOTAL														158.216
COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 %														15.822
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL														174.038
Aire Exterior	6.973,25	m3/h x	11,0	x	0,15 BF x 0,3	3.452								
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL														177.490

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS															
Proyecto:										30 de junio de 2023					
Planta:				Zona:				Oficinas Varias							
DIMENSIONES:										HORA SOLAR: 16		GRANADA			
CONCEPTO SUPERFICIE GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP. FACTOR Kcal/h										MES: JULIO					
GANANCIA SOLAR-CRISTAL										CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr			
NORTE Cristal m2 x 38 x 0,48										Exteriores		36,0 26,8 57		18,7	
NE Cristal m2 x 38 x 0,48										Interiores		25,0 18,0 50		10,0	
ESTE Cristal m2 x 38 x 0,48										DIFERENCIA		11,0		8,7	
SE Cristal m2 x 38 x 0,48										CALOR LATENTE				TOTALES	
SUR Cristal 33,78 m2 x 42 x 0,48										Infiltración		m3/h x 8,7 x 0,72			
SO Cristal m2 x 385 x 0,48										Personas		16 Personas x 55		739	
OESTE Cristal m2 x 530 x 0,48										Aplicaciones					
NO Cristal m2 x 339 x 0,48										SUBTOTAL				739	
Claraboya m2 x 407 x 0,48										COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		74	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS										CALOR LATENTE DEL LOCAL		813			
NORTE Pared m2 x 5,0 x 0,65										Aire Ext.		m3/h x 8,7 x 0,15 BF x 0,72			
NE Pared m2 x 6,2 x 0,65										CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				813	
ESTE Pared m2 x 6,2 x 0,65										CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				16.172	
SE Pared m2 x 9,5 x 0,65										CALOR AIRE EXTERIOR				TOTALES	
SUR Pared 33,78 m2 x 13,9 x 0,65										Sensible		453,24 m3/h x 11,0 x (1- 0,15 BF) x 0,3		1.271	
SO Pared m2 x 17,3 x 0,65										Latente		m3/h x 8,7 x (1- 0,15 BF) x 0,72			
OESTE Pared m2 x 13,9 x 0,65										SUBTOTAL				1.271	
NO Pared m2 x 6,2 x 0,65										GRAN CALOR TOTAL		17.443			
Tejado-Sol m2 x 18,9 x 0,46										A. D. P.					
Tejado-Sombra m2 x 3,9 x 0,46										FACTOR CALOR SENSIBLE		15.359 Efec. Sens. Local		= 0,95	
Total Cristal 33,78 m2 x 11,0 x 2,60										16.172 Efec. Total Local		ADP Indicado=		°C	
Tabiques LNC 83,76 m2 x 5,5 x 1,20										ADP Seleccionado=		12		°C	
Techo LNC 156,29 m2 x 5,5 x 2,02										CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO (Q impulsión)					
Suelo 2 m2 x 5,5 x 1,10										ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc		25,0 - 12 ADP)=		11,05	
Suelo exterior 156,29 m2 x 11,0 x 1,10										CAUDAL DE AIRE M3/H		15.359 Sensible Local		= 4.633	
Puertas m2 x 11,0 x 2,00										0,3 X		11,05 ΔT			
Infiltración m3/h x 11,0 x 0,30										Observaciones:					
CALOR INTERNO										Personas		16 Personas x 57		766	
Alumbrado 3.126 Watos x 0,86										x		1,25		3.360	
Aplicaciones, etc.										x		0,86			
Potencia 250										x		14,00		3.500	
Ganancias Adicionales										x					
SUBTOTAL														13.758	
COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 %														1.376	
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL														15.134	
Aire Exterior 453,24 m3/h x 11,0 x 0,15 BF x 0,3														224	
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL														15.359	

## 6.2 CÁLCULOS DE CARGA DE INVIERNO

Zona de facturación:

CARGAS POR TRANSMISIÓN EN INVIERNO							
Temp Exterior		-2					
Temp. Interior		22					
Tem. Suelo		10					
MODULO	ORIENTACIÓN	SUPERFICIE	K	Tint-Text	fv	Cp Regimen	TOTAL
							kcal/h
CRISTAL	N		2,9	24	1,35	1,15	0,00
CRISTAL	S		2,9	24	1	1,1	0,00
CRISTAL	E	22,53	2,9	24	1,25	1,1	2156,12
CRISTAL	O		2,9	24	1,2	1,15	0,00
MURO EXT	N		0,49	24	1,2	1,15	0,00
MURO EXT	S		0,49	24	1	1	0,00
MURO EXT	E	22,53	0,49	24	1,15	1,15	350,40
MURO EXT	O		0,49	24	1,1	1,1	0,00
CUBIERTA			0,91	24	1		0,00
SUELO		934,54	1	12	1	1,15	12896,65
LNC				12			0,00
TOTAL							15403,17
	CAUDAL						
	m3/h	kcal/h					
AIRE EXTERIOR	2710,166	20651,4649				Total	36054,64



Vestíbulo de salidas/llegadas:

CARGAS POR TRANSMISIÓN EN INVIERNO							
Temp Exterior		-2					
Temp. Interior		22					
Tem. Suelo		10					
MODULO	ORIENTACIÓN	SUPERFICIE	K	Tint-Text	fv	Cp Regimen	TOTAL
							kcal/h
CRISTAL	N		2,9	24	1,35	1,15	0,00
CRISTAL	S		2,9	24	1	1,1	0,00
CRISTAL	E	20,94	2,9	24	1,25	1,1	2003,96
CRISTAL	O	20,94	2,9	24	1,2	1,15	2011,25
MURO EXT	N		0,49	24	1,2	1,15	0,00
MURO EXT	S		0,49	24	1	1	0,00
MURO EXT	E	20,94	0,49	24	1,15	1,15	325,67
MURO EXT	O	20,94	0,49	24	1,1	1,1	297,97
CUBIERTA			0,91	24	1		0,00
SUELO		1753,96	1	12	1	1,15	24204,65
LNC				12			0,00
TOTAL							28843,49
	CAUDAL						
	m3/h	kcal/h					
AIRE EXTERIOR	2543,242	19379,504				Total	48222,99

Zona espera pre embarque:

CARGAS POR TRANSMISIÓN EN INVIERNO							
Temp Exterior							
Temp. Interior							
Tem. Suelo							
MODULO	ORIENTACIÓN	SUPERFICIE	K	Tint-Text	fv	Cp Regimen	TOTAL
							kcal/h
CRISTAL	N	300	2,9	24	1,35	1,15	32416,20
CRISTAL	S		2,9	24	1	1,1	0,00
CRISTAL	E	14,46	2,9	24	1,25	1,1	1383,82
CRISTAL	O	14,46	2,9	24	1,2	1,15	1388,85
MURO EXT	N	300	0,49	24	1,2	1,15	4868,64
MURO EXT	S		0,49	24	1	1	0,00
MURO EXT	E	14,46	0,49	24	1,15	1,15	224,89
MURO EXT	O	14,46	0,49	24	1,1	1,1	205,76
CUBIERTA			0,91	24	1		0,00
SUELO		1928	1	12	1	1,15	26606,40
LNC				12			0,00
TOTAL							67094,57
	CAUDAL						
	m3/h	kcal/h					
AIRE EXTERIOR	6989	53256,18				Total	120350,75

Zona recogida de equipajes:

CARGAS POR TRANSMISIÓN EN INVIERNO							
Temp Exterior		-2					
Temp. Interior		22					
Tem. Suelo		10					
MODULO	ORIENTACIÓN	SUPERFICIE	K	Tint-Text	fv	Cp Regimen	TOTAL
							kcal/h
CRISTAL	N	93,045	2,9	24	1,35	1,15	10053,88
CRISTAL	S		2,9	24	1	1,1	0,00
CRISTAL	E		2,9	24	1,25	1,1	0,00
CRISTAL	O	22,53	2,9	24	1,2	1,15	2163,96
MURO EXT	N	93,045	0,49	24	1,2	1,15	1510,01
MURO EXT	S		0,49	24	1	1	0,00
MURO EXT	E		0,49	24	1,15	1,15	0,00
MURO EXT	O	22,53	0,49	24	1,1	1,1	320,59
CUBIERTA			0,91	24	1		0,00
SUELO		2404,57	1	12	1	1,15	33183,07
LNC				12			0,00
TOTAL							47231,51
	CAUDAL						
	m3/h	kcal/h					
AIRE EXTERIOR	6973,253	53136,1879				Total	100367,70

Zona de oficinas:

CARGAS POR TRANSMISIÓN EN INVIERNO							
Temp Exterior		-2					
Temp. Interior		22					
Tem. Suelo		10					
MODULO	ORIENTACIÓN	SUPERFICIE	K	Tint-Text	fv	Cp Regimen	TOTAL
							kcal/h
CRISTAL	N		2,9	24	1,35	1,15	0,00
CRISTAL	S	33,78	2,9	24	1	1,1	2586,20
CRISTAL	E		2,9	24	1,25	1,1	0,00
CRISTAL	O		2,9	24	1,2	1,15	0,00
MURO EXT	N		0,49	24	1,2	1,15	0,00
MURO EXT	S	33,78	0,49	24	1	1	397,25
MURO EXT	E		0,49	24	1,15	1,15	0,00
MURO EXT	O		0,49	24	1,1	1,1	0,00
CUBIERTA			0,91	24	1		0,00
SUELO		156,29	1	12	1	1,15	2156,80
LNC				12			0,00
TOTAL							5140,25
	CAUDAL						
	m3/h	kcal/h					
AIRE EXTERIOR	453,241	3453,69642				Total	8593,95

### 6.3 CÁLCULO CONDUCTOS DE IMPULSIÓN, RETORNO Y VENTILACIÓN

Impulsión facturación:

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	19982,3	7	1004,8	95,00 x 95,00	20	20	0,048	0,96
1-2	15985,8	7	898,71	90,00 x 75,00	12,4	12,4	0,055	0,682
2-3	11989,3	7	778,31	80,00 x 65,00	12,4	12,4	0,066	0,8184
3-4	7992,8	6,4	643,58	65,00x 55,00	12,4	12,4	0,08	0,992
4-5	3996,3	5,38	496,44	55,00 x 40,00	12,4	12,4	0,08	0,992

Subtotal	4,4444
Pérdida en difusión	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>8,41</b>

Retorno facturación:

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
3-4	2467,6	4,81	420,65	45,00 x 30,00	23	23	0,08	1,84
2-3	7402,4	6,27	625,35	65,00 x 50,00	15,6	15,6	0,08	1,248
1-2	12337,2	7,13	757,18	80,00 x 60,00	15,6	15,6	0,08	1,248
0-1	17272	7,76	858,86	90,00 x 70,00	15,6	15,6	0,08	1,248

Subtotal	5,584
Pérdida en difusión	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>9,66</b>

Impulsión vestíbulo salidas y llegadas climatizador 1:

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	17085,85	7	929,12	95,00 x 75,00	14	14	0,053	0,742
1-2	14352,25	7	851,56	95,00 x 65,00	6,89	6,89	0,059	0,40651
2-3	12302,05	7	788,39	80,00 x 65,00	6,89	6,89	0,065	0,44785
3-4	10251,85	6,81	706,46	75,00 x 55,00	6,89	6,89	0,08	0,5512
4-5	8201,65	6,44	649,83	75,00 x 50,00	6,89	6,89	0,08	0,5512
5-6	6151,45	5,99	583,47	60,00 x 50,00	6,89	6,89	0,08	0,5512
6-7	4101,25	5,41	510,29	55,00 x 40,00	6,89	6,89	0,08	0,5512
7-8	2051,05	4,55	386,51	40,00x 35,00	6,89	6,89	0,08	0,5512

Subtotal	4,35236
Pérdida en difusión	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>8,31</b>

Retorno vestíbulo salidas y llegadas climatizador 1

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
3-4	2258,8	4,66	400,94	45,00 x 30,00	21	21	0,08	1,68
2-3	6777,2	6,14	605,02	65,00 x 45,00	14	14	0,08	1,12
1-2	11295,6	6,98	732,58	70,00 x 65,00	14	14	0,08	1,12
0-1	15814	7,59	830,96	85,00 x 70,00	14	14	0,08	1,12

Subtotal	5,04
Pérdida en rejillas	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>9,06</b>

Impulsión vestíbulo salidas y llegadas climatizador 2:

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	17085,85	7	929,12	95,00 x 75,00	14	14	0,053	0,742
1-2	14352,25	7	851,56	95,00 x 65,00	6,89	6,89	0,059	0,40651
2-3	12302,05	7	788,39	80,00 x 65,00	6,89	6,89	0,065	0,44785
3-4	10251,85	6,81	706,46	75,00 x 55,00	6,89	6,89	0,08	0,5512
4-5	8201,65	6,44	649,83	75,00 x 50,00	6,89	6,89	0,08	0,5512
5-6	6151,45	5,99	583,47	60,00 x 50,00	6,89	6,89	0,08	0,5512
6-7	4101,25	5,41	510,29	55,00 x 40,00	6,89	6,89	0,08	0,5512
7-8	2051,05	4,55	386,51	40,00x 35,00	6,89	6,89	0,08	0,5512

Subtotal	4,35236
Pérdida en difusión	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>8,31</b>

Retorno vestíbulo salidas y llegadas climatizador 2

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
3-4	2258,8	4,66	400,94	45,00 x 30,00	21	21	0,08	1,68
2-3	6777,2	6,14	605,02	65,00 x 45,00	14	14	0,08	1,12
1-2	11295,6	6,98	732,58	70,00 x 65,00	14	14	0,08	1,12
0-1	15814	7,59	830,96	85,00 x 70,00	14	14	0,08	1,12

Subtotal	5,04
Pérdida en rejillas	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>9,06</b>

Impulsión embarque climatizador 1

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	18382,75	7	963,74	90,00 x 85,00	14	14	0,051	0,714
1-2	16544,35	7	914,28	90,00 x 80,00	10	10	0,054	0,54
2-3	14705,95	7	861,99	90,00 x 70,00	10	10	0,058	0,58
3-4	12867,55	7	806,31	85,00 x 65,00	10	10	0,063	0,63
4-5	11029,15	6,94	726,09	70,00 x 60,00	10	10	0,08	0,8
5-6	9190,75	6,62	678,14	70,00 x 55,00	10	10	0,08	0,8
6-7	7352,35	6,26	623,77	70,00 x 45,00	10	10	0,08	0,8
7-8	5513,95	5,83	560,05	65,00 x 40,00	10	10	0,08	0,8
8-9	3675,55	5,23	481,13	55,00 x 35,00	10	10	0,08	0,8
9-10	1837,15	4,42	371,09	35,00 x 35,00	10	10	0,08	0,8

Subtotal	7,264
Pérdida en difusión	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>11,51</b>

Retorno embarque climatizador 1

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
3-4	3722,5	5,28	483,42	50,00 x 40,00	29	29	0,08	2,32
2-3	7444,5	6,28	626,68	65,00 x 50,00	25	25	0,08	2
1-2	11166,5	6,96	729,44	75,00 x 60,00	25	25	0,08	2
0-1	14888,5	7,48	812,41	90,00 x 60,00	25	25	0,08	2

Subtotal	8,32
Pérdida en rejillas	3,2
Coef. Seg. %	10%



<b>TOTAL</b>	12,67
--------------	-------

Impulsión embarque climatizador 2

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	18382,75	7	963,74	90,00 x 85,00	14	14	0,051	0,714
1-2	16544,35	7	914,28	90,00 x 80,00	10	10	0,054	0,54
2-3	14705,95	7	861,99	90,00 x 70,00	10	10	0,058	0,58
3-4	12867,55	7	806,31	85,00 x 65,00	10	10	0,063	0,63
4-5	11029,15	6,94	726,09	70,00 x 60,00	10	10	0,08	0,8
5-6	9190,75	6,62	678,14	70,00 x 55,00	10	10	0,08	0,8
6-7	7352,35	6,26	623,77	70,00 x 45,00	10	10	0,08	0,8
7-8	5513,95	5,83	560,05	65,00 x 40,00	10	10	0,08	0,8
8-9	3675,55	5,23	481,13	55,00 x 35,00	10	10	0,08	0,8
9-10	1837,15	4,42	371,09	35,00 x 35,00	10	10	0,08	0,8

Subtotal	7,264
Pérdida en difusión	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>11,51</b>

Retorno embarque climatizador 2

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
3-4	3722,5	5,28	483,42	50,00 x 40,00	29	29	0,08	2,32
2-3	7444,5	6,28	626,68	65,00 x 50,00	25	25	0,08	2
1-2	11166,5	6,96	729,44	75,00 x 60,00	25	25	0,08	2
0-1	14888,5	7,48	812,41	90,00 x 60,00	25	25	0,08	2

Subtotal	8,32
Pérdida en rejillas	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>12,67</b>

Impulsión recogida climatizador 1

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	26369,4	7	1154,26	115,00 x 95,00	13	13	0,041	0,533
1-2	21849	7	1050,68	110,00 x 85,00	5,2	5,2	0,046	0,2392
2-3	17329	7	935,71	100,00 x 80,00	5,2	5,2	0,053	0,2756
3-4	12808	7	804,44	85,00 x 65,00	5,2	5,2	0,063	0,3276
4-5	8288	6,46	652,38	70,00 x 50,00	5,2	5,2	0,08	0,416
5-6	3767	5,3	485,58	55,00 x 35,00	5,2	5,2	0,08	0,416

Subtotal	2,2074
Pérdida en difusión	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>5,95</b>

Retorno recogida climatizador 1

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
2-3	7628	6,32	632,42	65,00 x 50,00	17	17	0,08	1,36
1-2	15255,5	7,52	819,85	85,00 x 65,00	10	10	0,08	0,8
0-1	22883	8,33	954,28	90,00 x 85,00	10	10	0,08	0,8

Subtotal	2,96
Pérdida en rejillas	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>6,78</b>

Impulsión recogida climatizador 1

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	26369,4	7	1154,26	115,00 x 95,00	13	13	0,041	0,533
1-2	21849	7	1050,68	110,00 x 85,00	5,2	5,2	0,046	0,2392
2-3	17329	7	935,71	100,00 x 80,00	5,2	5,2	0,053	0,2756
3-4	12808	7	804,44	85,00 x 65,00	5,2	5,2	0,063	0,3276
4-5	8288	6,46	652,38	70,00 x 50,00	5,2	5,2	0,08	0,416
5-6	3767	5,3	485,58	55,00 x 35,00	5,2	5,2	0,08	0,416

Subtotal	2,2074
Pérdida en difusión	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>5,95</b>

Retorno recogida climatizador 1

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
2-3	7628	6,32	632,42	65,00 x 50,00	17	17	0,08	1,36
1-2	15255,5	7,52	819,85	85,00 x 65,00	10	10	0,08	0,8
0-1	22883	8,33	954,28	90,00 x 85,00	10	10	0,08	0,8

Subtotal	2,96
Pérdida en rejillas	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>6,78</b>

Aire exterior zonas de oficinas:

Tramo	Q (m3/h)	V (m/s)	Ø eq. (mm)	a x b (cm)	Long.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	453	3,11	219,67	25,00 x 15,00	12	12	0,08	0,96
1-2	388,3	2,99	207,35	25,00 x 15,00	3,5	3,5	0,08	0,28
2-3	323,6	2,86	193,67	20,00 x 15,00	3,5	3,5	0,08	0,28
3-4	258,9	2,7	178,15	20,00 x 15,00	3,5	3,5	0,08	0,28
4-5	194,2	2,52	159,96	20,00 x 10,00	3,5	3,5	0,08	0,28
5-6	129,5	2,27	137,44	20,00 x 10,00	3,5	3,5	0,08	0,28
6-7	64,8	1,91	106,05	15,00 x 10,00	3,5	3,5	0,08	0,28

Subtotal	2,64
Pérdida en difusión	3,2
Coef. Seg. %	10%
<b>TOTAL</b>	<b>6,42</b>

## 6.4 CÁLCULOS RED DE TUBERÍAS DE AGUA CALIENTE Y FRÍA

Agua fría circuito secundario fancoils

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)		Perd. acumulada (mm.c.a.)
						uds		
0-1	3993,6	50	8	0,52	12		96,00	96,00
1-2	3423,1	40	19	0,7	3,5		66,50	162,50
2-3	2852,6	40	13	0,58	3,5		45,50	208,00
3-4	2282,1	32	19	0,64	3,5		66,50	274,50
4-5	1711,6	32	11	0,47	3,5		38,50	313,00
5-6	1141,1	32	6	0,34	3,5		21,00	334,00
6-7	570,5	25	6	0,28	3,5		21,00	355,00

Subtotal	355,00
bateria (mm.c.a.)	2.000,00
valv control	2.000,00
total	4.355,00
% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	4,79

Agua caliente circuito secundario fancoils

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)		Perd. acumulada (mm.c.a.)
						uds		
0-1	1681,4	32	10	0,47	12		120,00	120,00
1-2	1441,2	32	8	0,42	3,5		28,00	148,00
2-3	1201	32	5	0,33	3,5		17,50	165,50
3-4	960,8	25	14	0,47	3,5		49,00	214,50
4-5	720,6	25	8	0,35	3,5		28,00	242,50

5-6	480,4	20	12	0,37	3,5	42,00	284,50
6-7	240,2	15	16	0,33	3,5	56,00	340,50

Subtotal	340,50
bateria (mm.c.a.)	1.500,00
valv control	1.500,00
total	3.340,50
% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	3,67

Agua fría circuito climatizador:

TRAMO	Q ( l / h )	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a. )
0-1	127650,1	200	6	1,1	52	312,00	312,00
1-2	108113,0	150	18	1,62	10	180,00	492,00
2-3	61439,2	125	15	1,32	52	780,00	1.272,00
3-4	19537,3	80	18	1,35	74	1.332,00	2.604,00
1-5	19537,1	80	18	1,35	52	936,00	3.540,00
3-6	24193,6	100	8	0,83	11	88,00	3.628,00
3-9	17708,3	80	16	0,99	20	320,00	3.948,00
6-7	12096,8	65	17	0,92	22	374,00	4.322,00
6-8	12096,8	65	17	0,92	22	374,00	4.696,00

Subtotal	4.696,00
bateria (mm.c.a.)	3.000,00
valv control	3.000,00
total	10.696,00
% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	11,77

Agua caliente circuito climatizador

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
0-1	59434,1	125	13	1,26	52	676,00	676,00
1-2	47670,8	125	9	1,04	10	90,00	766,00
2-3	28200,0	100	9	0,9	52	468,00	1.234,00
3-4	11757,4	65	15	0,9	74	1.110,00	2.344,00
1-5	11760,2	65	15	0,9	52	780,00	3.124,00
3-6	9423,3	65	11	0,76	11	121,00	3.245,00
3-9	7019,6	65	6	0,56	20	120,00	3.365,00
6-7	4711,1	50	10	0,61	22	220,00	3.585,00
6-8	4711,1	50	10	0,61	22	220,00	3.805,00

Subtotal	3.805,00
bateria (mm.c.a.)	2.000,00
valv control	2.000,00
total	7.805,00
% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	8,59

## 6.5 CATÁLOGO FANCOIL.

**42CET Furred-in Ceiling FCU with Plenum  
3 Rows at nominal CFM**

PERFORMANCE			MODEL: 42CET							
			003	004	005	006	008	010	012	014
Nominal Air Volume	High	CFM	300	400	500	600	800	1000	1200	1400
		l/s	142	189	236	283	378	472	566	661
Cooling Capacity (Fluid)*		kW	3.07	3.97	4.34	4.79	7.26	7.89	9.76	10.95
		Btu/hr	10,474	13,539	14,808	16,341	24,766	26,909	33,296	37,352
Motor nominal power output		W	32	45	70	72	55 (x2)	70 (x2)	72 (x2)	70 (x3)
Motor current		Amp	- Refer to page 27 -							
Sound Pressure **	High	dB(A)	37.4	37.9	39.8	41.7	42.2	43.5	44.9	46.4
	Med		34.9	35.8	37.4	38.9	40.1	41.7	43.0	44.7
	Low		33.4	33.9	35.2	37.2	37.4	39.2	39.6	41.7
Water Flow		l/s	0.13	0.17	0.19	0.20	0.31	0.34	0.42	0.47
Water Pressure Drop		kPa	15.6	34.6	20.2	21.3	21.0	22.8	28.2	37.6
Fan Type	Centrifugal Forward-curved blades									
Motor Type	Permanent Split Capacitor									
Coil	No. of Row	3								
	Working Pressure	1.72MPa								
Connections	In-Out (Thread)/ Material	3/4" FPT (BSP) / Brass								
	Condensate Drain / Material	3/4" MPT (BSP) / Steel								
Cabinet Size	Height	mm	241.4							
	Width	mm	556.8							
	Length	mm	770	890	970	1,170	1,410	1,530	1,770	2,010
Casing Material / Thickness	Galvanized Steel / 0.8 & 1.0mm									
Casing Treatment / External Finish	Non-painted / -									
Net Weight	kg	16.5	19.1	19.7	22.6	31.1	34.5	39.4	46.3	



## 6.6 CATÁLOGO UNIDAD DE AIRE PRIMARIO

Unidades de  
tratamiento de aire

Serie TBS-EC



**TROX<sup>®</sup> TECHNIK**

TROX España, S.A.      Teléfono: 976/50 02 50  
Polígono Industrial La Cartuja      Teletax: 976/50 09 04  
e-mail: trox@trox.es

**Prestaciones baterías de frío**

**Prestaciones baterías de calor**

Prestaciones batería de refrigeración - TBS-EC 9								
Q m³/h	Ent. Aire °C/% HR	Ent. /Sal Agua °C	Caudal agua l/h	Potencia kW	Sal. Aire °C/% HR	ΔP aire Pa	ΔP Agua kPa	Ø Colector
500	26/50	7/12	466	2,71	13,4/93	30	3,32	1"
700			577	3,35	14,4/91	53	4,89	
900			669	3,88	15,2/89	80	6,39	
500	26/50	7/12	612	3,55	10,8/98	46	8,01	1"
700			783	4,55	11,7/97	79	12,54	
900			930	5,40	12,4/96	119	17,14	
500	29/60	7/12	990	5,75	11,0/99	45	19,17	1"
700			1.282	7,44	12,2/98	78	30,65	
900			1.536	8,92	13,2/97	117	42,53	

Prestaciones batería de calefacción - TBS-EC 9								
Q m³/h	Ent. Aire °C	Ent. /Sal Agua °C	Caudal agua l/h	Potencia kW	Sal. Aire °C	ΔP aire Pa	ΔP Agua kPa	Ø Colector
500	0	85/70	481	8,37	46,4	12	9,79	3/4"
700			598	10,42	41,2	21	14,58	
900			699	12,17	37,4	32	19,35	
500	18	50/45	521	3,03	35,8	11	12,12	3/4"
700			651	3,78	33,9	20	18,17	
900			763	4,43	32,5	30	24,23	
500	0	50/45	1.253	7,27	40,3	24	17,31	1"
700			1.631	9,47	37,4	42	28,01	
900			1.969	11,43	35,1	64	39,47	

Prestaciones batería de calefacción - TBS-EC 18								
Q m³/h	Ent. Aire °C	Ent. /Sal Agua °C	Caudal agua l/h	Potencia kW	Sal. Aire °C	ΔP aire Pa	ΔP Agua kPa	Ø Colector
900	0	85/70	895	15,60	48,0	10	7,28	1"
1.200			1.084	18,88	43,6	16	10,33	
1.500			1.250	21,76	40,2	24	13,39	
900	18	50/45	1.398	24,35	37,4	32	16,44	1"
1.200			970	5,63	36,4	10	8,96	
1.500			1.178	6,84	34,8	15	12,79	
900	0	50/40	1.361	7,90	33,5	22	16,66	1"
1.200			1.389	16,12	37,2	33	18,17	
1.500			1.526	8,96	32,5	30	20,52	

Prestaciones batería de calefacción - TBS-EC 23								
Q m³/h	Ent. Aire °C	Ent. /Sal Agua °C	Caudal agua l/h	Potencia kW	Sal. Aire °C	ΔP aire Pa	ΔP Agua kPa	Ø Colector
1.000	18	85/70	406	7,06	38,8	3	8,58	3/4"
1.500			524	9,12	35,9	5	13,65	
2.000			608	10,59	33,6	8	17,88	
1.000	0	85/70	688	11,99	32,1	12	22,43	1"
1.500			1.072	18,67	51,7	7	8,07	
2.000			1.416	24,66	45,5	14	13,43	
1.000	18	50/45	1.705	29,71	41,1	22	18,88	1"
1.500			1.959	34,12	37,8	31	24,31	
2.000			1.159	6,73	37,8	7	9,92	
1.000	0	50/45	1.539	8,93	35,6	13	16,63	1 1/4"
1.500			1.859	10,79	33,9	20	23,49	
2.000			2.139	12,42	32,6	29	30,38	

Prestaciones batería de refrigeración - TBS-EC 23								
Q m³/h	Ent. Aire °C/% HR	Ent. /Sal Agua °C	Caudal agua l/h	Potencia kW	Sal. Aire °C/% HR	ΔP aire Pa	ΔP Agua kPa	Ø Colector
1.000	26/50	7/12	1.064	6,18	12,2/95	17	2,89	1 1/4"
1.500			1.405	8,16	13,4/93	34	4,79	
2.000			1.684	9,78	14,3/91	55	6,67	
1.000	26/50	7/12	1.922	11,16	15,0/89	79	8,49	1 1/4"
1.500			2.230	12,95	11,7/97	82	12,57	
2.000			2.600	15,09	12,4/96	118	16,62	
1.000	29/60	7/12	2.105	12,22	10,0/100	26	11,31	1 1/4"
1.500			2.932	17,02	11,2/99	50	20,69	
2.000			3.651	21,19	12,2/98	80	30,86	

Prestaciones batería de refrigeración - TBS-EC 27								
Q m³/h	Ent. Aire °C/% HR	Ent. /Sal Agua °C	Caudal agua l/h	Potencia kW	Sal. Aire °C/% HR	ΔP aire Pa	ΔP Agua kPa	Ø Colector
1.800	26/50	7/12	1.717	9,97	13,3/92	41	11,50	1 1/4"
2.100			1.894	10,99	13,8/91	53	13,74	
2.400			2.055	11,93	14,3/90	66	15,96	
1.800	26/50	7/12	2.205	12,80	14,8/89	80	18,13	1 1/2"
2.100			2.102	12,21	11,3/97	61	8,00	
2.400			2.349	13,64	11,7/97	79	9,80	
1.800	29/60	7/12	2.578	14,97	12,1/96	98	11,60	1 1/2"
2.100			2.791	16,21	12,4/96	119	13,41	
2.400			3.425	19,88	11,8/99	60	19,46	
1.800	29/60	7/12	3.846	22,33	12,2/98	78	24,05	1 1/2"
2.100			4.238	24,61	13,2/98	97	28,73	
2.400								

Prestaciones batería de calefacción - TBS-EC 27								
Q m³/h	Ent. Aire °C	Ent. /Sal Agua °C	Caudal agua l/h	Potencia kW	Sal. Aire °C	ΔP aire Pa	ΔP Agua kPa	Ø Colector
1.800	0	85/70	1.640	28,56	43,9	16	16,46	1"
2.100			1.810	31,53	41,6	21	19,73	
2.400			1.968	34,28	39,5	26	22,99	
1.800	18	50/45	2.116	36,85	37,8	32	26,25	1"
2.100			1.784	10,36	35,0	15	20,41	
2.400			1.973	11,45	34,1	20	24,53	
1.800	0	50/40	2.148	12,47	33,3	24	28,67	1 1/4"
2.100			2.312	13,42	32,7	30	32,80	
2.400			2.077	24,12	37,1	33	14,18	
1.800	0	50/40	2.335	27,11	35,7	42	17,55	1 1/4"
2.100			2.577	29,93	34,5	52	21,02	
2.400								

**Pérdida de carga en filtros \***

Tamaño	Q m³/h ΔP Pa	500		700		900		1.800						
		Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo					
9	G3	7	79	14	82	24	87							
	G4	19	85	38	94	63	107							
	M6	8	104	15	108	25	113							
18	Q m³/h ΔP Pa		900		1.200		1.500		1.800					
	G3	6	78	11	80	16	83	24	87					
	G4	16	83	28	89	44	97	63	107					
23	Q m³/h ΔP Pa		1.000		1.500		2.000		2.500					
	G3	5	77	11	80	19	85	30	90					
	G4	13	81	29	89	51	101	80	115					
27	Q m³/h ΔP Pa		1.800		2.100		2.400		2.700					
	G3	11	80	14	82	19	84	24	87					
	G4	28	89	38	94	50	100	63	107					
47	Q m³/h ΔP Pa		2.500		3.000		3.500		4.000		4.500		5.000	
	G3	9	79	13	81	17	84	22	86	28	89	35	92	
	G4	23	87	34	92	46	98	60	105	75	113	93	122	

## 6.7 CATÁLOGO CLIMATIZADORES



Sistemas de aire acondicionado y calefacción - España

CONTACTO

Soluciones ▾ Mercados ▾ Formación Servicios ▾ Temas destacados ▾ Sobre Carrier ▾ Noticias



### Airovision® - Unidad de tratamiento de aire

39HQ

**Caudal de aire: 2000-125 000 m<sup>3</sup>/h**

Airovision es una construcción modular que puede personalizarse íntegramente para ofrecer el rendimiento necesario para cualquier aplicación. Es ideal para complejos de ocio y eventos, teatros, museos, bibliotecas, oficinas comerciales e instituciones públicas, centros comerciales, supermercados, grandes superficies e instituciones educativas, así como para plataformas petrolíferas, aeropuertos y cruceros. Además, también es perfecta para el ámbito sanitario y sectores con requisitos higiénicos exigentes.

- No perjudicial para el medio ambiente
- Robusta
- Alta resistencia a la corrosión
- Fácil mantenimiento

## 6.8 CATÁLOGO BOMBAS



Max flow	Head max	Liquid temperature	p max
<b>69 m<sup>3</sup>/h</b>	<b>17 m</b>	<b>-10 .. 110 °C</b>	<b>10 bar</b>

MAGNA1 25-80	<b>Installation</b>	
99221213	Range of ambient temperature	0 .. 40 °C
5712608941863	Maximum operating pressure	10 bar
	Pipe connection	G 1 1/2"
80 dm	Pressure rating	PN 10
110	Port-to-port length	180 mm
CE, VDE, EAC, MOROCCO, UKCA, TSERCM, Ukr, SEP, CCC	<b>Liquid</b>	
C	Pumped liquid	Water
	Liquid temperature range	-10 .. 110 °C
Cast iron	Selected liquid temperature	60 °C
EN-GJL-200	Density	983.2 kg/m <sup>3</sup>
ASTM A48-200B	<b>Electrical data</b>	
PES 30%GF	Power input - P1	9 .. 128 W
	Mains frequency	50 / 60 Hz
	Rated voltage	1 x 230 V
	Maximum current consumption	0.09 .. 1.03 A
	Enclosure class (IEC 34-5)	X4D
	Insulation class (IEC 85)	F
	<b>Others</b>	
	Energy (EEl)	0.20
	Net weight	4.41 kg
	Gross weight	4.9 kg
	Shipping volume	0.013 m <sup>3</sup>



ENDSUCTION LONG COUPLED SINGLE STAGE

## NKE 50-125/111 AA1F2AESBAQEJWB

No. 99097825

Suitable for

- [Water Treatment Fertigation, Chemigation & Dosing](#)
- [Controls & Digital Groundwater Management](#)
- [Drip, Micro Spray & Soaker Hose Irrigation](#)

[View more](#)

Product name	NKE 50-125/111 AA1F2AESBAQEJWB	<b>Liquid</b>	
Product No	99097825	Pumped liquid	Water
EAN number	5712606707263	Liquid temperature range	0 .. 120 °C
<b>Technical</b>		Selected liquid temperature	20 °C
Pump speed on which pump data are based	2901 rpm	Density	998.2 kg/m <sup>3</sup>
Rated flow	61.42 m <sup>3</sup> /h	<b>Electrical data</b>	
Pump with motor (Yes/No)	Y	Motor type	100LA
Rated head	11.31 m	Rated power - P2	3 kW
Actual impeller diameter	111 mm	Mains frequency	50 Hz
Nominal impeller diameter	125	Rated voltage	3 x 380-500 V
Shaft diameter	24 mm	Rated current	5.80-4.80 A
Code for shaft seal	BAQE	Cos phi - power factor	0.91-0.86
Mechanical seal type	Single	Rated speed	360-4000 rpm
Curve tolerance	ISO9906:2012 3B2	IE Efficiency class	IE5
Pump version	A1	Motor efficiency at full load	90.7%
Bearing design	Standard	Number of poles	2
<b>Materials</b>		Enclosure class (IEC 34-5)	IP55
Pump housing	Cast iron EN-GJL-250	Insulation class (IEC 85)	F
	ASTM class 35	Built-in motor protection	ELEC
Wear ring	Brass	Motor No	<a href="#">99306741</a>
Impeller	Cast iron EN-GJL-200	Bearing insulation type N-end	STEEL BEARING
	ASTM class 30	<b>Controls</b>	
		Control panel	HMI300 - Advanced
		Function Module	FM300 - Advanced



ENDSUCTION LONG COUPLED SINGLE STAGE

## NKE 100-180/174 AA1F1S3ESBQQELWA

No. 92774376

Suitable for

- [Water Treatment Fertilization, Chemigation & Dosing](#)
- [Controls & Digital Groundwater Management](#)
- [Drip, Micro Spray & Soaker Hose Irrigation](#)

[View more](#)



Standard pumps according to EN 733 with MGE motor

Product name	NKE 100-180/174 AA1F1S3ESBQQELWA	<b>Liquid</b>	
Product No	92774376	Pumped liquid	Water
EAN number	5715119415700	Liquid temperature range	-25 .. 120 °C
<b>Technical</b>		Selected liquid temperature	20 °C
Pump speed on which pump data are based	2200 rpm	Density	998.2 kg/m <sup>3</sup>
Rated flow	132.3 m <sup>3</sup> /h	<b>Electrical data</b>	
Pump with motor (Yes/No)	Y	Motor type	1325G
Rated head	12.93 m	Rated power - P2	5.5 kW
Actual impeller diameter	174 mm	Mains frequency	50 Hz
Nominal impeller diameter	180	Rated voltage	3 x 380-500 V
Shaft diameter	24 mm	Rated current	10.5-8.40 A
Code for shaft seal	BQQE	Cos phi - power factor	0.92-0.88
Mechanical seal type	Single	Rated speed	180-2200 rpm
Curve tolerance	ISO9906:2012 2B	IE Efficiency class	IE5
Pump version	A1	Motor efficiency at full load	91.9 %
Bearing design	Standard	Number of poles	4
<b>Materials</b>		Enclosure class (IEC 34-5)	IP55
Pump housing	Cast iron	Insulation class (IEC 85)	F
	EN 1561 EN-GJL-250	Built-in motor protection	ELEC
	ASTM A48-35	Motor No	<a href="#">92727237</a>
	Stainless steel	Bearing insulation type N-end	STEEL BEARING
	EN 1.4308	<b>Controls</b>	
	ASTM A351 CF8	Control panel	HMI300 - Advanced
Impeller		Function Module	FM200 - Advanced

## 6.9 CATÁLOGO DE VENTILADOR



### CBX

Ventiladores centrífugos de doble aspiración a transmisión, con salida de eje por ambos lados y con turbina a acción



#### Descargas:



Ficha técnica



Declaración de conformidad



Informe de eficiencia

#### Ventilador:

- Envoltente en chapa de acero galvanizado.
- Turbina a acción en chapa de acero galvanizado.
- Rodamientos soportados con amortiguadores de goma para evitar vibraciones.
- Se suministra con pies soporte PSB.

#### Motor:

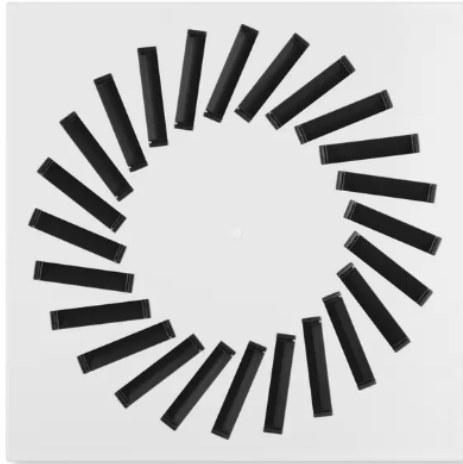
- Motores con eficiencia IE3 para potencias iguales o superiores a 0,75 kW, excepto monofásicos, 2 velocidades y 8 polos.
- Eje libre con rodamientos a bolas de engrase permanente en ambos lados.
- Temperatura de trabajo: -25 °C +80 °C.

### Características técnicas

	Equivalencia pulgadas	Velocidad máx. (r/min)	Máx.Potencia instalada (kW)	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /h)	Temperatura del aire (°C) min/max	Peso aprox. (Kg)	According ErP
CBX-1919	7/7	2500	1,10	3650	-20 +80	5,0	2015
CBX-2525	9/9	1800	1,50	5700	-20 +80	9,0	2015
CBX-2828	10/10	1700	1,50	6500	-20 +80	10,5	2015
CBX-3333	12/12	1400	1,50	8050	-20 +80	15,5	2015
CBX-3939	15/15	1000	1,50	11000	-20 +80	24,0	2015
CBX-4747	18/18	700	1,50	14500	-20 +80	33,5	2015



## 6.10 CATÁLOGO DE DIFUSORES



### VDW

[Disponible online - configurar ahora](#)

INDICADOS PARA ÁREAS DE CONFORT POR SU BAJO NIVEL DE POTENCIA SONORA, INCLUYEN DEFLECTORES DE AIRE REGULABLES MANUALMENTE

Difusores rotacionales de techo con placa frontal circular y cuadrada para un elevado número de renovaciones de aire

- Dimensiones 300, 400, 500, 600, 625, 825
- Rango de caudales de aire 7 – 470 l/s o 25 – 1692 m<sup>3</sup>/h
- Placa frontal de chapa de acero galvanizado, con posibilidad de acabado pintado
- Para impulsión y extracción de aire
- Para instalaciones de caudal de aire constante y variable
- Compatible con cualquier sistema de techo, con posibilidad de instalación suspendida
- Elevada inducción con rápida reducción de la diferencia de temperatura y de la velocidad del aire
- Hasta 35 renovaciones de aire por hora con una disposición en fila de varios difusores distancia mínima entre difusores de 0.9 m (entre puntos centrales)
- Idóneos para instalaciones de confort

Equipamiento opcional y accesorios

- Superficie vista con acabado pintado en cualquier color de la carta RAL CLASSIC con deflectores de aire color negro o blanco
- Conexión a conducto horizontal o vertical
- Plenum con compuerta de equilibrado y toma de presión

### Preselección (Impulsión)

Tamaño	V <sub>max</sub>		V <sub>min</sub>		L <sub>WA max</sub> dB(A)	L <sub>W NC max</sub> NC	L <sub>WA min</sub> dB(A)	L <sub>W NC min</sub> NC	A <sub>eff</sub> m <sup>2</sup>
	l/s	m <sup>3</sup> /h	l/s	m <sup>3</sup> /h					
300 x 8	70	252	15	54	40	34	< 20	< 20	0,0070
400 x 16	110	396	30	108	40	34	< 20	< 20	0,0140
500 x 24	130	468	40	144	40	34	< 20	< 20	0,0210
600 x 24	190	684	60	216	40	34	< 20	< 20	0,0295
600 x 48	230	828	100	360	40	34	< 20	< 20	0,0390
625 x 24	190	684	60	216	40	34	< 20	< 20	0,0295
625 x 54	235	846	120	432	40	34	< 20	< 20	0,0470
825 x 72	350	1260	155	558	40	34	< 20	< 20	0,0730

Espectro relativo consultar por favor en caso de necesidad

## 6.11 CATÁLOGO DE REJILLAS DE RETORNO



TR-A/825×225



### TR

#### REJILLAS DE VENTILACIÓN FABRICADAS EN CHAPA DE ACERO CON LAMAS HORIZONTALES REGULABLES DE MANERA INDIVIDUAL

Rejilla de ventilación con lamas aerodinámicas que evitan la entrada de gotas

- Tamaños nominales 225 × 125 – 1225 × 525 mm
- Rango de caudales de aire 23 – 2000 l/s o 83 – 7200 m<sup>3</sup>/h
- Rejilla de chapa de acero, pintada al polvo
- Marco frontal con taladros avellanados, anchura 27 mm

Equipamiento opcional y accesorios

- Rejilla frontal en color RAL CLASSIC
- Rejilla de chapa de acero galvanizado, sin tratar
- Marco de montaje
- Marco de montaje para integración de manta filtrante
- Accesorios para regulación de caudal y control de la dirección de salida del aire
- Fijación oculta

## 6.12 CATÁLOGO CALDERA

AGUA

### FBG

De 175 kW a 900 kW

La solución en calderas de agua caliente a gas, gasóleo o biogás para aplicaciones industriales.

- Caldera de acero presurizada de dos pasos de humos diseñada para trabajar a caudal variable sin desacoplamiento hidráulico gracias a su gran volumen de agua.
- Las calderas FBG representan la mejor calidad precio en todo tipo de instalaciones.



## 6.13 CATÁLOGO EQUIPO FRIGORÍFICO



**Carrier** | Sistemas de aire acondicionado y calefacción - España [CONTACTO](#)

Soluciones ▾ Mercados ▾ Formación Servicios ▾ Temas destacados ▾ Sobre Carrier ▾ Noticias

### AquaForce® - Enfriadora de tornillo condensada por aire de velocidad fija

30XBE / 30XBP

**Refrigerante: R-134a**  
**Compresor: de tornillo con velocidad fija**  
**Capacidad frigorífica nominal: 270-1 700 kW**

Las enfriadoras AquaForce™ 30XBE y 30XBP son la solución económica para aquellas aplicaciones comerciales e industriales en las que una gran fiabilidad y un funcionamiento económico bajo cualquier condición climática constituyen requisitos clave del cliente.

- Funcionamiento muy económico
- Bajos niveles de ruido
- Fácil instalación

## Capítulo 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Manual de Carrier
- [2] Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE)
- [3] Consulta de proyectos similares de años anteriores
- [4] Cálculo de conductos, <https://www.isover.es/productos/climaverr-neto>
- [5] Elección de fan-coils, <https://www.carrier.com/>
- [6] Elección de climatizadores, <https://www.carrier.com/>
- [7] Elección de bombas, <https://www.grundfos.com/es>
- [8] Elección de ventiladores, <https://www.sodeca.com/es/productos/cbx>
- [9] Elección de difusores, <https://www.trox.es/difusores-rotacionales-de-techo/vdw>
- [10] Elección de rejillas, <https://www.trox.es/difusores-de-aire/rejillas>
- [11] Elección de caldera, <https://www.ygnis.es/>
- [12] Elección de equipo frigorífico, <https://www.carrier.com/>
- [13] Pliego de Condiciones Técnicas de la renovación de enfriadoras y bombas de climatización en la terminal T2 del aeropuerto de Barcelona.

