



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

CLIMATIZACIÓN DE UN AEROPUERTO EN MÁLAGA

Autor: Jose Salvador Coret

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Junio de 2020

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

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

El autor D. Jose Salvador Coret, como alumno de la Universidad Pontificia Comillas (ICAI), DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: CLIMATIZACIÓN DE UN AEROPUERTO EN MÁLAGA, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

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

3º. Condiciones de la cesión y acceso

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

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

4º. Derechos del autor.

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

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

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

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

cesión.

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

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

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

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

Madrid, a 8 de Junio de 2020

ACEPTA



Fdo. Jose Salvador Coret

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

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
CLIMATIZACIÓN DE UN AEROPUERTO EN MÁLAGA
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2019-2020 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.: Jose Salvador Coret

Fecha: 08/06/2020

Autorizada la entrega del proyecto
EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Javier Martín Serrano

Fecha: 08/06/2020

CLIMATIZACIÓN DE UN AEROPUERTO EN MÁLAGA

Autor: Salvador Coret, Jose.

Director: Martín Serrano, Javier.

Entidad Colaboradora: Universidad Pontificia Comillas – ICAI.

RESUMEN DEL PROYECTO

Introducción

Este proyecto consiste en la reforma y diseño de la instalación de climatización de un aeropuerto de Málaga. El objetivo del proyecto es asegurar el confort térmico en el interior del aeropuerto las 24 horas del día durante los 365 días del año. Además de establecer las condiciones técnicas adecuadas para llevar el proyecto a cabo, hay que seguir en todo momento las especificaciones legales recogidas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE), y el Código Técnico de Edificación (CTE).

La situación geográfica del aeropuerto en cuestión viene dada a continuación:

- Altura con respecto al nivel del mar: 7m
- Latitud: 36° 40' 00''
- Longitud: 04° 29' 17''W

El edificio consta de un total de 4 plantas de 7 metros de altura cada una. El proyecto de reforma se va a centrar en la planta primera y en la planta baja, donde se encuentran las zonas de facturación y salidas, y las zonas de llegadas, respectivamente. Además, ambas plantas cuentan con oficinas, locales comerciales u otras, sumando un total de 22 salas en la planta primera y 19 en la planta baja. La planta tercera está compuesta por oficinas y no forma parte del proyecto pues no precisa reforma alguna. La última planta se trata de la cubierta, donde se ubican la mayoría de los equipos de la instalación de climatización.

La instalación debe ser capaz de combatir la carga térmica más desfavorable en cada una de las salas, tanto en invierno como en verano, para garantizar confort térmico a lo largo de todo el año.

Metodología y resultados

Lo primero de todo es establecer los datos de partida y los criterios de diseño. Mediante la *Guía Técnica de Condiciones Climáticas Exteriores de Proyecto* se obtienen las condiciones climáticas en el exterior del edificio. En cuanto a las condiciones interiores de diseño, hay que garantizar las siguientes condiciones térmicas en el interior del aeropuerto de acuerdo con el RITE:

- En invierno:
 - Temperatura: 22°C
 - Humedad relativa: 50%

- En verano:
 - Temperatura: 24°C
 - Humedad relativa: 50%

A continuación, se procede con el cálculo de las cargas térmicas de cada una de las salas o zonas a climatizar, tanto para invierno como para verano. A la hora de dimensionar, se establecen las condiciones térmicas más desfavorables en cada caso para dimensionar la instalación adecuadamente.

En invierno, se tienen en cuenta las cargas por transmisión, que implican el enfriamiento de las salas, y que por tanto hay que combatir mediante un sistema de calefacción. Se establece la temperatura exterior invernal más baja del periodo para garantizar el confort térmico a lo largo de todo el periodo. La carga térmica total en invierno es de 451.621,03 kcal/h.

En verano, se tienen en cuenta las carga por transmisión y por radiación solar, y las cargas internas, producidas por la iluminación y los equipos, así como por el nivel de ocupación en el aeropuerto. Todas estas implican un aporte calorífico que incrementa la temperatura de las salas con respecto a la de confort térmico y, por tanto, debe contrarrestarse mediante un sistema de refrigeración. Hay que considerar la orientación, la fecha y la hora solar de cada sala de forma independiente para determinar las condiciones exteriores de cada una de estas, garantizando que se realice el cálculo de cargas bajo el escenario más desfavorable en cada caso. La carga térmica total en verano es de 1.118.671,00 kcal/h.

Conocidas las cargas térmicas en las salas y, por tanto, ciertos caudales de aire, se procede con el diseño de la instalación. En primer lugar, hay que obtener los caudales restantes de aire, y calcular los caudales de agua fijando un salto térmico de 5°C en cualquier caso. Se diferencian dos tipos de sistemas en función de las dimensiones y la carga térmica a la que se someten las salas. Las 6 zonas de grandes dimensiones, en las que debe contrarrestarse una cantidad de carga térmica elevada, precisan sistemas todo aire. En el resto de las salas, más pequeñas y cuya carga térmica es relativamente fácil de combatir, se instalan sistemas de agua-aire.

Los sistemas de todo aire cuentan con unidades de tratamiento de aire, ubicadas en la cubierta. Se instalan un total de 8 climatizadores en toda la instalación, pues las zonas de facturación y llegadas están sometidas a cargas térmicas muy elevadas y es conveniente emplear dos unidades en cada una, mientras que en las 4 salas restantes un único climatizador resulta adecuado.

Cada unidad de tratamiento de aire cuenta con un conducto de impulsión que va desde el equipo hasta las toberas que reparten el aire en cada sala, y un conducto de retorno por el que regresa el aire a través de unas rejillas de retorno, desde la sala hasta el climatizador. La unidad de tratamiento de aire lleva incorporado un ventilador de impulsión y un ventilador de retorno, necesarios para asegurar un cierto caudal de aire en cada tramo de la red.

Se emplean conductos rectangulares de acero galvanizado, imponiendo una velocidad máxima de 7m/s y una pérdida de carga máxima de 0,012 mm.c.a/m para definir las dimensiones adecuadas de cada tramo de la red.

En total se emplean 208 toberas, dimensionadas y distribuidas con el fin de garantizar un reparto de aire uniforme en las salas, y asegurando el alcance de aire a todos los puntos sin que haya superposición entre toberas. En cuanto a las rejillas de retorno, es necesario instalar 64 unidades para conseguir recircular el aire de estas salas eficientemente, sin que haya ningún cortocircuito con las toberas.

Los sistemas de agua-aire, se componen por terminales fan-coil situados en las salas en cuestión. En función de las dimensiones y de la carga térmica de las salas, se instalan uno o dos terminales para conseguir un reparto homogéneo y una climatización eficiente. Se han empleado un total de 42 terminales fan-coil en la instalación.

En el interior de cada terminal circula agua fría y agua caliente, y se impulsa cierto caudal de ventilación tal que se produce un intercambio de calor. Se han instalado dos unidades de aire primario, uno para cada planta, que se ocupan de impulsar el caudal de ventilación requerido desde su ubicación en la cubierta hasta los fan-coils en planta, a través de conductos exteriores de aire, e impulsados mediante ventiladores integrados en los propios equipos. El agua circula a través de una red cerrada de tuberías de 4 vías, 2 vías de impulsión y 2 vías de retorno; una de agua caliente y otra de agua fría en cada caso.

La red se compone de un circuito primario de calefacción y un circuito primario de refrigeración situados en la cubierta, en los que el agua se impulsa mediante una bomba primaria desde el colector de retorno hasta el colector de impulsión, pasando a través de una caldera o grupo frigorífico según sea el caso, que se encargan de la producción de calor y frío respectivamente. Tanto la caldera como el grupo frigorífico tienen la potencia necesaria para combatir la carga térmica total en verano e invierno, respectivamente. A la salida del colector de impulsión, las bombas secundarias se ocupan de bombear el agua a través de los circuitos secundarios hasta las baterías de las unidades de tratamiento de aire en la cubierta, o hasta los terminales de los fan-coils en planta, habiendo un circuito secundario de tuberías de 4 vías independiente en cada planta. Tras realizarse los distintos intercambios de calor, el agua retorna de nuevo a los colectores de retorno por lo que las bombas deben garantizar que el agua alcance todos los puntos de la instalación y que regrese dicho colector. Se han instalado un total de 2 bombas primarias y 6 bombas secundarias.

Se emplean tuberías de acero DIN 2440 y DIN 2448 utilizando el Diagrama de Moody, imponiendo una velocidad máxima de 2m/s y una pérdida de carga máxima de 20 mm.c.a/m, para definir el diámetro adecuado de cada tramo de la red.

Por último, se emplean válvulas, elementos de conexionado, y otros elementos auxiliares y de seguridad, necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación en cualquier situación.

A lo largo de todo el proyecto se emplean fichas técnicas y catálogos de diferentes fabricantes para seleccionar los equipos de instalación.

Se incluye un pliego de condiciones donde se establecen las condiciones y cláusulas del proyecto, y un Anexo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible tenidos en cuenta.

Se han trazado en detalle los planos del aeropuerto donde se representa la reforma completa de la instalación. Se incluyen los circuitos de la red de tuberías y conductos de la cubierta, planta primera y planta baja, junto con todos los equipos de la instalación. Aparecen todas las indicaciones necesarias para que se lleve a cabo la reforma del sistema de climatización correctamente.

Finalmente, se calcula el presupuesto total del proyecto, donde se contabilizan todos los equipos y materiales empleados, así como la propia instalación de estos. Ascende a un total de 2.097.702,74 €.

Conclusión

Los resultados obtenidos en este proyecto han sido óptimos. La instalación resulta ser muy eficiente y el confort térmico en el interior está garantizado a lo largo de todo el año. El precio unitario de la instalación es de 180,54 €/m², lo que confirma la viabilidad económica del mismo y, por tanto, el éxito que supone.

CLIMATE CONTROL OF AN AIRPORT IN MÁLAGA

Author: Salvador Coret, Jose.

Director: Martín Serrano, Javier.

Collaborating Entity: Universidad Pontificia Comillas – ICAI.

PROJECT SUMMARY

Introduction

This project consists on reforming and designing the air conditioning installation of an airport in Malaga. The objective of the project is to ensure thermal comfort inside the airport 24 hours a day, 365 days a year. In addition to establishing the appropriate technical conditions to carry out the project, it is necessary to follow consistently the legal specifications contained in the *Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios* (RITE), and the *Código Técnico de la Edificación* (CTE).

The geographical location of the airport in question is given below:

- Height from sea level: 7m
- Latitude: 36° 40' 00''
- Longitude: 04° 29' 17''W

The building is composed by a total of 4 floors, 7 meters high each. The project will focus on the first floor and the ground floor, where the check-in and departure areas, and the arrival areas, respectively, are located. In addition, both floors have offices, commercial premises or others, for a total of 22 rooms on the first floor and 19 on the ground floor. The third floor is composed by offices and is not part of the project since it does not require any reform. The last floor is the roof, where most of the equipment of the air conditioning installation is located.

The installation must be able to combat the most unfavourable thermal load in each of the rooms, both in winter and in summer, to guarantee thermal comfort throughout the year.

Methodology and results

The first thing is to establish the starting data and the design criteria. By means of the *Guía Técnica de Condiciones Climáticas Exteriores de Proyecto* the climatic conditions outside the building are determined. Regarding the interior design conditions, the following thermal conditions must be guaranteed inside the airport in accordance with the RITE:

- In winter:
 - Temperature: 22°C
 - Relative humidity: 50%
- In summer:
 - Temperature: 24°C

- Relative humidity: 50%

Once this is clear, the thermal loads of each of the rooms or areas to be air-conditioned, both for winter and summer, must be calculated. When sizing, the most unfavourable thermal conditions are established in each case to properly design the installation.

In winter, transmission loads are considered, which imply the cooling of rooms, and therefore must be controlled by a heating system. The lowest winter outdoor temperature of the period is established to guarantee thermal comfort throughout the entire period. The total thermal load in winter is 451,621.03 kcal / h.

In summer, transmission and solar radiation charges, and internal charges produced by lighting and equipment are considered, as well as the level of occupancy at the airport. All of these imply a calorific contribution that increases the temperature of the rooms with respect to that of thermal comfort and, therefore, must be counteracted by a cooling system. The orientation, the date and the solar time of each room must be considered independently to determine the external conditions of each one of them, guaranteeing that the calculation of loads is carried out under the most unfavourable scenario in each case. The total thermal load in summer is 1,118,671.00 kcal / h.

Known the thermal loads in the rooms and, therefore, certain air flows, the installation may be designed. First, the remaining air flow rates must be obtained, and the water flow rates must be calculated by setting a thermal variation of 5°C in any case. Two types of systems are differentiated according to the dimensions and the thermal load to which the rooms are subjected. The 6 large areas, in which a high amount of thermal load must be counteracted, require all-air systems. In the rest of the rooms, smaller and whose thermal load is relatively easy to combat, water-air systems are installed.

All-air systems have air handling units located on the deck. A total of 8 air conditioners as part of the all-air systems are installed, since the check-in and arrivals areas are subjected to very high thermal loads and it is convenient to use two units in each, while in the remaining 4 rooms a single air conditioning unit is adequate.

Each air conditioner unit has a impulsion duct that goes from the equipment to the nozzles that distribute the air in each room, and a return duct through which air is recirculated through return grilles, from the room to the air conditioner. The air handling unit incorporates a supply fan and a return fan, necessary to ensure a certain air flow in each section of the network.

Rectangular galvanized steel ducts are used, imposing a maximum speed of 7m/s and a maximum pressure drop of 0.012 mm.c.a/m to define the appropriate dimensions for each section of the network.

In total 208 nozzles are used, dimensioned and distributed in order to guarantee a uniform distribution of air in the rooms, and ensuring the air reaches every point without overlapping with any other nozzle. Regarding the return grilles, it is necessary to install 64 units to efficiently recirculate the air in these rooms, ensuring that there are no short circuits with any of the noozles.

The water-air systems are made up of fan-coil terminals located in the rooms in question. Depending on the dimensions and the thermal load of the rooms, one or two terminals are installed to achieve a homogeneous distribution and an efficient air conditioning. A total of 42 fan-coil terminals have been used in the installation.

Inside each terminal, cold water and hot water circulate, and a certain ventilation flow is promoted such that a heat exchange occurs. Two air conditioners have been installed, one for each floor, which are in charge of propelling the required ventilation flow from its location on the deck to the fan-coils in the plant, through external air ducts, and driven by fans integrated in the air conditioners. Water circulate independently across a closed network of 4-way pipes; for cold and hot water, and for impulsion and return.

The network consists of a primary heating circuit and a primary cooling circuit located on the deck, in which water is driven by a primary pump from the return collector to the impulsion collector, circulating through a boiler or refrigerator, which are responsible for the production of heat and cold respectively. Both the boiler and the refrigerator have the necessary power to combat the total thermal load in summer and winter, respectively. Once water circulates across the impulsion collector, the secondary pumps are in charge of pumping the water through the secondary circuits to the batteries of the all-air system air conditioners on the deck, or to the terminals of the fan-coils in the floors. There are two separate 4-way secondary piping circuits on each floor. After the various heat exchanges have been carried out, the water returns to the return collectors, so the pumps must ensure that the water reaches all points of the installation and that it returns. A total of 2 primary pumps and 6 secondary pumps have been installed.

The Moody Diagram has been used to determine the dimensions of the DIN 2440 and DIN 2448 steel pipes. A maximum speed of 2m/s and a maximum pressure drop of 20 mm.c.a/m have been imposed, to define the appropriate diameter for each section of the network.

Finally, valves, connection elements, and other auxiliary and safety equipment are used, necessary to guarantee the correct operation of the installation in any situation.

Throughout the project, technical sheets and catalogs from different manufacturers are used to select the installation equipment.

The specifications have been included, where the conditions and clauses of the project are established. The Sustainable Development Goals taken into accounts have been attached.

The airport plans have been drawn up, where the complete reform of the installation is perfectly represented in detail. The circuits of the network of pipes and air ducts of the roof, first floor and ground floor are included, along with all the equipment of the installation. All the necessary indications appear so that the HVAC reform can be carried out correctly.

Finally, the total project budget is calculated, where all the equipment and materials used are accounted for, as well as the installation of these. It amounts to a total of € 2,097,702.74.

Conclusion

The results obtained in this project have been optimal. The installation turns out to be very efficient and the thermal comfort inside is guaranteed throughout the year. The unit price of the installation is € 180.54/m², which confirms its economic viability and, therefore, its success.

ÍNDICE GENERAL

1. Memoria Descriptiva.....	9
2. Cálculos.....	27
3. Pliego de condiciones.....	77
4. Presupuesto	87
5. Planos.....	108
6. Anexos.....	119

ÍNDICE

1	Memoria descriptiva.....	9
1.1	Objeto y motivación del Proyecto.....	10
1.2	Descripción del edificio	11
1.3	Datos de partida y criterios de diseño	13
1.3.1	Condiciones exteriores	13
1.3.2	Condiciones interiores	14
1.3.3	Características estructurales.....	15
1.3.4	Características de uso	16
1.3.5	Diseño de la instalación-Elementos de la instalación	18
1.4	Bibliografía	25
2	Cálculos.....	27
2.1	Cálculo de las cargas térmicas.....	28
2.1.1	Cálculo de cargas en invierno	30
2.1.2	Cálculo de cargas en verano	34
2.2	Cálculos del diseño de la instalación.....	41
2.2.1	Cálculo de caudales.....	42
2.2.2	Cálculo y dimensionamiento de toberas	46
2.2.3	Cálculo y dimensionamiento de rejillas de retorno	49
2.2.4	Dimensionamiento de la red de conductos	51
2.2.5	Dimensionamiento y selección de los climatizadores	59
2.2.6	Cálculo de fan-coils	62
2.2.7	Red de tuberías.....	64
2.2.8	Bombas	73
2.2.9	Caldera	75
2.2.10	Grupo frigorífico	76
3	Pliego de condiciones	77
3.1	Condiciones técnicas	78
3.1.1	Generalidades	78
3.2	Redes de tuberías y conductos	78
3.2.1	Aislamiento de tuberías	78
3.2.2	Aislamiento de conductos	79
3.2.3	Vaciado y purgue	79
3.2.4	Circuitos cerrados	79
3.2.5	Dilatación.....	79

3.2.6	Filtración	79
3.2.7	Medición	79
3.3	Exigencia de eficiencia energética	81
3.3.1	Generación de calor	81
3.3.2	Generación de frío	81
3.3.3	81
3.4	Montaje.....	82
3.4.1	Pruebas	82
3.5	Mantenimiento y uso	84
3.5.1	Mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas	84
3.5.2	Programa de mantenimiento preventivo	84
3.5.3	Programa de gestión energética.....	84
3.5.4	Instrucciones de seguridad	84
3.5.5	Instrucciones de manejo y maniobra.....	84
3.5.6	Instrucciones de funcionamiento	85
3.6	Inspección	86
3.6.1	Inspecciones periódicas de eficiencia energética	86
3.6.2	Inspecciones no periódicas	86
4	Presupuesto.....	87
4.1	Descripción de los equipos empleados	88
4.1.1	Climatizadores de aire	88
4.1.2	Fan-coils	91
4.1.3	Conductos de aire	93
4.1.4	Tuberías de agua.....	94
4.1.5	Toberas	95
4.1.6	Rejillas de retorno.....	96
4.1.7	Bombas	97
4.1.8	Caldera	100
4.1.9	Grupo frigorífico	100
4.1.10	Válvulas y elementos de conexionado	101
4.1.11	Otros elementos auxiliares.....	101
4.1.12	Instalación de control y puesta en marcha	101
4.2	Sumas parciales.....	103
4.3	Presupuesto total.....	107
5	Planos	108

6	Anexo.....	119
6.1	Objetivos de desarrollo sostenible.....	120
6.2	Tablas de cálculo de las cargas térmicas	123
6.2.1	Cálculo de carga de invierno – Planta primera	123
6.2.2	Cálculo de cargas de invierno – Planta baja.....	129
6.2.3	Cálculo de carga de verano – Planta primera	136
6.2.4	Cálculo de cargas de verano – Planta baja.....	147
6.3	Tablas de cálculo de pérdida de carga por rozamiento en las tuberías	160
6.4	Tablas de cálculo de pérdida de carga por rozamiento en las tuberías	169
6.5	Gráficos de cálculo de conductos.....	174
6.6	Tablas de cálculo de tuberías de acero	175
6.7	Detalles adicionales de los planos.....	177
6.7.1	Detalle del circuito primario de la cubierta	178
6.7.2	Detalle de los conductos exteriores y tuberías de la planta primera	179
6.7.3	Detalle de los conductos exteriores y tuberías de la planta baja	180
6.8	Fichas técnicas.....	181
6.8.1	Ficha técnica climatizadores UTA	182
6.8.2	Ficha técnica climatizadores UAP	184
6.8.3	Ficha técnica fan-coils.....	189
6.8.4	Ficha técnica toberas	191
6.8.5	Ficha técnica rejillas de retorno.....	192
6.8.6	Ficha técnica de las bombas	194
6.8.7	Ficha técnica de la caldera	201
6.8.8	Catálogo del grupo frigorífico	204

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Superficie de las salas - Planta primera.....	12
Tabla 2: Superficie de las salas - Planta baja.....	12
Tabla 3: Condiciones climáticas	13
Tabla 4: Condiciones exteriores verano - Orientación, hora y mes.....	14
Tabla 5: Condiciones climáticas de confort térmico.....	14
Tabla 6: Clasificación de la calidad del aire.....	15
Tabla 7: Coeficientes de transmisión térmica.....	15
Tabla 8: Nivel de ocupación en las salas - Planta primera	17
Tabla 9: Nivel de ocupación en las salas - Planta baja	17
Tabla 11: Dimensiones de las superficies de las salas - Planta baja	28
Tabla 10: Dimensiones de las superficies de las salas - Planta primera	28
Tabla 12: Caudal de aire exterior en las salas - Planta primera.....	29
Tabla 13: Caudal de aire exterior en las salas - Planta baja	29
Tabla 14: Valores del factor de viento	31
Tabla 15: Cargas térmicas totales invierno - Planta primera.....	32
Tabla 16: Cargas térmicas totales invierno - Planta baja.....	32
Tabla 17: Superficie de contacto entre las salas y LNC – Planta primera	35
Tabla 18: Superficie de contacto entre las salas y LNC – Planta baja	36
Tabla 19: Superficie de contacto de las puertas de las salas – Planta primera	36
Tabla 20: Superficie de contacto de las puertas de las salas – Planta baja	37
Tabla 21: Cargas térmicas totales verano - Planta primera	39
Tabla 22: Superficie de contacto de las puertas de las salas – Planta baja	39
Tabla 23: Sistema de climatización en las salas - Planta primera	41
Tabla 24: Sistema de climatización en las salas - Planta baja	41
Tabla 25: Caudales de aire en las salas - Planta primera	42
Tabla 26: Caudales de aire en las salas - Planta baja	43
Tabla 27: Caudal de extracción en las salas - Planta primera.....	44
Tabla 28: Caudal de extracción en las salas - Planta baja	44
Tabla 29: Caudales de agua en las salas - Planta primera	45
Tabla 30: Caudales de agua en las salas - Planta baja	45
Tabla 31: Dimensionamiento 1 toberas zona de facturación	46
Tabla 32: Dimensionamiento 2 toberas zona de facturación.....	47
Tabla 33: Toberas empleadas en cada sala.....	48
Tabla 34: Rejillas de retorno en la zona de facturación.....	49
Tabla 35: Rejillas de retorno en la zona de salidas	49
Tabla 36: Rejillas de retorno en el local comercial 1	50
Tabla 37: Rejillas de retorno en el local comercial 2	50
Tabla 38: Rejillas de retorno en la zona de llegadas.....	50
Tabla 39: Rejillas de retorno en la zona de salidas al exterior.....	50
Tabla 40: Caudales de aire por los conductos de impulsión y retorno.....	51
Tabla 41: Caudales de aire por los conductos exteriores	51
Tabla 42: Dimensionamiento de los conductos de impulsión de la zona de facturación.....	53
Tabla 43: Dimensionamiento de los conductos de retorno de la zona de facturación	53

Tabla 44: Pérdidas de carga por rozamiento y difusión en los conductos de impulsión de la zona de facturación	54
Tabla 45: Pérdidas de carga por rozamiento y difusión en los conductos de retorno de la zona de facturación	55
Tabla 46: Pérdidas de carga totales de los conductos de impulsión de la UTA AC-1	55
Tabla 47: Pérdidas de carga totales de los conductos de retorno de la UTA AC-1.....	55
Tablas 48: Pérdida de carga total en los conductos de impulsión y retorno de los climatizadores	56
Tablas 49: Unidades de tratamiento de aire empleadas	59
Tabla 50: Unidades de aire primario empleadas	61
Tabla 51: Parámetro de dimensionamiento de los fan-coils - Planta primera.....	62
Tabla 52: Parámetros de dimensionamiento de los fan-coils - Planta baja.....	62
Tabla 53: Terminales fan-coil empleados en las salas - Planta primera	63
Tabla 54: Terminales fan-coil empleados en las salas - Planta baja	63
Tabla 55: Circuito primario de refrigeración.....	64
Tabla 56: Circuito primario de calefacción	64
Tabla 57: Caudal de agua a los terminales fan-coil - Planta primera.....	64
Tabla 58: Caudal de agua a los terminales fan-coil - Planta baja.....	65
Tabla 59: Parámetros del circuito primario de refrigeración	66
Tabla 60: Parámetros del circuito secundario de la planta primera.....	67
Tabla 61: Pérdidas de carga de cada equipo de la red de tuberías	69
Tabla 62: Pérdidas de carga totales del circuito primario de refrigeración.....	69
Tabla 63: Pérdidas de carga totales del circuito secundario de agua fría de la planta primera.....	71
Tablas 64: Pérdidas de carga totales de los circuitos	71
Tablas 65: Características de las bombas seleccionadas	73
Tabla 66: Espesores mínimos de aislamiento de tuberías y accesorios - Agua caliente	78
Tabla 67: Espesores mínimos de aislamiento de tuberías y accesorios - Agua caliente	78
Tabla 68: Presupuestos parciales de la instalación.....	103
Tabla 69: Presupuesto total de la instalación	107

Memoria descriptiva

1.1 Objeto y motivación del Proyecto

El objeto de este proyecto es llevar a cabo la instalación de un nuevo sistema de climatización en un aeropuerto de Málaga. Para ello, se diseñará el sistema de climatización estableciendo las condiciones técnicas y legales, garantizando el correcto funcionamiento de la instalación.

En este proyecto se buscará alcanzar el confort térmico en el interior de la instalación durante todo el año, teniendo en cuenta el Reglamento de Instalaciones Técnicas de Edificios (RITE) para establecer las condiciones que debe cumplir el aeropuerto, y determinar qué sistemas y equipos se adecúan a estas. La instalación deberá comprender tanto sistemas de refrigeración como de calefacción.

Teniendo los datos de partida necesarios y establecidas las condiciones, habrá que calcular las cargas térmicas de cada sala del aeropuerto de manera independiente, tanto para verano como para invierno, y más adelante, se estudiará qué tipo de sistema y qué equipos en concreto, encajan con las necesidades específicas de climatización.

Deberá asegurarse el uso eficiente de la energía en la instalación, buscando los sistemas óptimos en cada caso, y se evaluará la viabilidad económica del proyecto.

La motivación del proyecto es conseguir un buen manejo de las técnicas de diseño de un sistema de climatización completo, en un proyecto real y de la forma más eficiente posible, asegurando la viabilidad económica de este.

1.2 Descripción del edificio

El aeropuerto que se va a climatizar en el proyecto se encuentra en la ciudad de Málaga y está localizado a:

- 7m con respecto al nivel del mar
- Latitud: 36º 40' 00''
- Longitud: 04º 29' 17''W

El aeropuerto tiene un total de 4 plantas de 7m de altura y, se buscará reformar el sistema de climatización de ciertas salas de las dos plantas inferiores: 22 salas en la primera planta y 19 salas en la planta baja.

La planta baja corresponde a la zona de llegadas del aeropuerto mientras que la primera planta es la zona de salidas. Ambas plantas cuentan con salas de tipo oficina como las de venta de billetes, las oficinas del patio sur, las zonas de rentacar u otras. En este proyecto se reformará el sistema de climatización de todas las salas con fines comunes de aeropuerto, eso es, facturación, salidas... y, por otro lado, se climatizarán algunas salas de tipo oficina que precisan reforma.

La segunda planta consta de oficinas completamente climatizadas actualmente y que no precisan ninguna reforma, así como la tercera planta que se trata de una cubierta y tampoco la necesita. En ningún caso se climatizarán los baños, escaleras, ascensores o salas similares.

A continuación, se detalla la distribución de salas por planta, haciendo hincapié en las salas que se climatizarán y, la superficie de cada una de estas, que será necesaria para obtener sus cargas térmicas. En algunos casos se han agrupado varias salas en conjunto ya que tienen la misma superficie y están expuestas exactamente a la misma carga térmica. Con que haya alguna diferencia, como puede ser el caso de la oficina de venta de billetes 1 del ala este con respecto a las otras cuatro, que es la única que tiene contacto con una sala no climatizada, pese a tener las mismas dimensiones, deberá tratarse de forma independiente pues su carga térmica variará.

- Planta primera:

En la planta primera, destinada a salidas, se encuentran 4 salas amplias: zona de facturación, zona de salidas y dos locales comerciales amplios, que se climatizarán mediante climatizadores de aire. Por otro lado, se encuentran 7 salas con mostradores para la venta de billetes orientadas en el norte del edificio, 5 salas de venta de billetes orientadas más hacia al este, pero en contacto con la pared exterior norte, y otras 6 salas pequeñas; 5 oficinas de administración y 1 sala de información, que también se orientan hacia el norte. Todas estas últimas se climatizarán mediante sistemas agua aire: fan-coils. A continuación, se muestra una tabla con las distintas salas nombradas y la superficie de estas.

SALA	SUPERFICIE (m ²)
Zona de facturación	2031,32

Zona de salidas	2905,92
Local comercial 1	360,64
Local comercial 2	334,31
Venta de billetes norte 1-7	12,38
Venta de billetes este 1	17,60
Venta de billetes este 2-5	17,60
Oficina de administración 1-3	23,76
Oficina de administración 4	30,00
Información	39,60
Oficina de administración 5	42,48

Tabla 1: Superficie de las salas - Planta primera

- Planta baja:

La planta baja, tiene tan solo 2 salas de grandes dimensiones destinadas a las llegadas de los pasajeros de sus vuelos a la posterior salida al exterior y, por otra parte, diferentes salas destinadas a fines de oficina que también se reformarán. Se empleará la misma idea para esta planta, las salas de grandes dimensiones necesitarán climatizadores de aire y, el resto, fan-coils. Hay nueve oficinas en el patio sur y 8 oficinas de rentacar. A continuación, se muestran todas las salas a climatizar de esta planta junto a la superficie de cada una de ellas:

SALA	SUPERFICIE (m²)
Zona de llegadas	3714,17
Zona de salidas al exterior	1573,80
Oficina del patio sur 1	47,61
Oficina del patio sur 2	32,43
Oficina del patio sur 3-4	32,43
Oficina del patio sur 5	14,00
Oficina del patio sur 6	14,00
Oficina del patio sur 7	32,90
Oficina del patio sur 8	11,75
Oficina del patio sur 9	18,00
Zona de rentacar 1-5	16,00
Zona de rentacar 6-7	12,80
Información	31,00

Tabla 2: Superficie de las salas - Planta baja

Se climatizará una superficie total de 11619,29 m².

1.3 Datos de partida y criterios de diseño

1.3.1 Condiciones exteriores

Se va a emplear la *Guía Técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto**, partiendo con los datos conocidos de latitud, longitud y altura con respecto al nivel del mar, así como la orientación del edificio.

Dada la altura sobre el nivel del mar a la que se encuentra el edificio en cuestión, la presión será prácticamente la presión ambiente pues:

$$P = P_0 * (1 - 22,557 * 10^{-6} * h)^{5,256}$$

Por tanto, no tendrá ninguna influencia en los resultados ya que es despreciable.

Las condiciones exteriores para invierno y verano cambian completamente dado que en el primer caso diseñaremos el sistema de calefacción y en el segundo refrigeraremos el aeropuerto. Como se busca garantizar un confort térmico a lo largo de todo el año se establecerán los siguientes percentiles de diseño, que cuantificarán porcentualmente la probabilidad de estar trabajando fuera de los límites de temperatura que se fijarán. Teniendo en cuenta el tipo de edificio en cuestión, este se caracteriza por tener unas exigencias relativamente altas de diseño y los percentiles serán:

- Percentil 99% para invierno: El 99% de las temperaturas superarán el límite de temperatura mínima, es decir, tan solo el 1% de las temperaturas quedarán por debajo del límite.
- Percentil 1% para el verano: Tan solo el 1% de las temperaturas en verano superará el límite de temperatura máxima.

Por tanto, según estos criterios, las condiciones climáticas quedan como en la siguiente tabla:

Tª Seca Verano (°C)	Tª Húmeda Verano (°C)	HR	Variación diurna	Tª Seca invierno (°C)	Tª Terreno (°C)
31,20	21,10	41%	10	4,30	9,00

Tabla 3: Condiciones climáticas

Sin embargo, la manera de aplicar las condiciones exteriores cambiará en función de la estación en la que se encuentre:

Invierno:

En invierno queda de una forma muy simplificada puesto que se desea diseñar el sistema de calefacción y, por tanto, cualquier aporte energético, como es el proveniente de la radiación solar, implicará el calentamiento del aeropuerto y, por tanto, contribuirá a la climatización del edificio acercando la temperatura a la de confort térmico. Es decir, no importará la posición de sol a lo largo del día o la orientación del edificio y de cada una de las salas del aeropuerto.

Por consiguiente, en este caso, sí que se tomará la temperatura mínima a lo largo de todo el periodo invernal según el percentil 99%, pues se tienen en cuenta las pérdidas de carga por transmisión para el caso más desfavorable. Por tanto, interesan:

- Tª seca exterior: 4,30 °C
- Tª terreno: 9,00 °C

Verano:

En verano se refrigerará el aeropuerto y, cualquier fuente que produzca carga térmica, como es la radiación solar, y signifique un aporte energético, incrementará la temperatura del aeropuerto alejándola de la deseada.

Es importante trabajar con las condiciones exteriores más desfavorables igual que en el caso de invierno. Sin embargo, esto no implica quedarse con la temperatura máxima en todo el periodo y aplicarla para todo el edificio, sino que habrá que analizar cada sala a climatizar por separado. En función de donde se localicen las salas y de su orientación, estas tendrán una situación distinta y, en el caso de las condiciones exteriores, se deberá conocer el mes y la hora solar más desfavorable. Por ejemplo, la cara este del edificio sufrirá radiación solar por la mañana, pero quedará nublada durante la tarde, y si para este caso no se considerara la hora de incidencia solar máxima para esa cara, estaríamos evaluando una carga térmica inferior a la real. Las condiciones son las siguientes:

- Tª seca exterior: 31,20 °C
- Tª húmeda exterior: 21,10 °C
- Humedad relativa: 41%

Orientación	Hora	Mes
Norte	15h	Agosto
Sur	12h	Septiembre
Este	8h	Julio
Oeste	16h	Julio

Tabla 4: Condiciones exteriores verano - Orientación, hora y mes

1.3.2 Condiciones interiores

En cuanto a las condiciones interiores, habrá que apoyarse en todo momento en el *Reglamento de Instalaciones térmicas (RITE*)*, concretamente en el IT 1.1.4.1 que determina la exigencia de calidad del aire interior, procedentes de la norma UNE-EN 13779 y del informe CR 1752 del CEN. De esta forma, el aeropuerto funcionará bajo las condiciones de higiene y seguridad requeridas asegurando el confort térmico en el interior.

Las condiciones climáticas (temperatura y humedad) para cada una de las estaciones será:

Estación	Temperatura confort térmico (°C)	HR
Invierno	22	50%
Verano	24	50%

Tabla 5: Condiciones climáticas de confort térmico

Además, habrá que elegir, en función del tipo de sala, la tasa de ventilación apropiada según se recoge en el RITE, y que en este caso será IDA 2 (aire de calidad buena) o IDA 3 (aire de calidad media) en función de si se trata de una sala de tipo oficina o, si se trata de una de las salas principales del aeropuerto (desde la zona de facturación hasta la de salidas al exterior), respectivamente. A partir de esta tasa de ventilación se obtendrá el valor del caudal exterior para cada sala que variará en función del número de personas/sala que se estudiará más adelante. Estos valores, sacados directamente del RITE, son:

Aire interior	Calidad	Tipo de local/sala	Tasa de ventilación ((m ³ /h) · persona)
IDA 1	Óptima	Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías	72
IDA 2	Buena	Oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas	45
IDA 3	Media	Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.	29
IDA 4	Baja	No se debe aplicar	18

Tabla 6: Clasificación de la calidad del aire

1.3.3 Características estructurales

Tanto en invierno como en verano, la carga térmica viene influida por la transmisión térmica y, por consiguiente, es necesario conocer los distintos coeficientes de transmisión térmica (K) de los diferentes elementos estructurales del aeropuerto.

El coeficiente de transmisión *expresa la magnitud o flujo de calor que pasa a través de la unidad de superficie de una muestra de material, de extensión infinita, caras planoparalelas y espesor unidad, cuando entre sus caras se establece una diferencia de temperaturas igual a la unidad, en condiciones estacionarias*. Los coeficientes de transmisión térmica (K) se recogen a continuación:

Cerramiento	K (kcal/h · m ² · °K)
Cristales	2,60
Muros exteriores	0,65
Tabiques	1,20
Tejados	0,46
Suelos interiores	1,10
Suelos exteriores	1,10
Techos	2,02
Puertas	2,00

Tabla 7: Coeficientes de transmisión térmica

Es imprescindible tener en cuenta este coeficiente a la hora de climatizar el edificio adecuadamente, pues en función del material de cada cerramiento, las cargas térmicas a combatir podrían variar drásticamente.

Factor solar del vidrio:

En verano, los rayos de sol que inciden en los cerramientos de cristal del edificio significan un aporte de energía importante en este. Es fundamental conocer el factor solar del vidrio de los cristales exteriores del edificio, es decir, la proporción de energía solar que conseguirá atravesar los cerramientos acristalados, dado que habrá que considerarlo para obtener la carga térmica total durante el verano.

Se ha considerado un valor de: **FG=0,48**

1.3.4 Características de uso

1.3.4.1 Cargas internas - Iluminación y equipos:

Tanto la iluminación del interior como los equipos (eléctricos/electrónicos...) del aeropuerto generan un aporte energético al ambiente que implica un aumento considerable en la temperatura de este.

Es decir, se deben contabilizar para obtener la carga térmica total en verano, pues el objetivo durante este periodo del tiempo es refrigerar el aeropuerto reduciendo el aumento de temperatura causado en parte por estas fuentes de energía. Es más, refrigerando se consigue un doble efecto positivo, pues el rendimiento de los equipos eléctricos y electrónicos va de la mano de una temperatura ambiental adecuada. Trabajar a altas temperaturas daña los equipos y conlleva a ineficiencias en estos. Sin embargo, en invierno estas cargas estarían favoreciendo al sistema de calefacción, por lo que no se tienen en cuenta.

Las cargas térmicas que se emplearán durante todo el proyecto serán:

- Alumbrado: $q_{\text{alumbrado}} = 20 \text{ W/m}^2$
- Equipos: $q_{\text{equipos}} = 18 \text{ W/m}^2$

1.3.4.2 Cargas internas – Nivel de ocupación:

Es importante considerar el aporte calorífico que produce la presencia y la actividad de las personas en el interior del edificio. Como el fin del diseño es asegurar el confort térmico durante todo el año, se supondrá el valor máximo de personas por metro cuadrado a la hora de dimensionarlo, es decir, el mínimo de metros cuadrados por unidad de personas. Esto corresponde al valor medio en las estimaciones en un escenario de máximo uso de todas las salas en cuestión y que se ha considerado de $8 \text{ m}^2/\text{persona}$. Por tanto, sabiendo la superficie de cada sala:

PLANTA PRIMERA	
SALA	PERSONAS
Zona de facturación	253
Zona de salidas	363
Local comercial 1	45
Local comercial 2	41
Venta de billetes norte 1-7	1

Venta de billetes este 1	2
Venta de billetes este 2-5	2
Oficina de administración 1-3	2
Oficina de administración 4	3
Información	4
Oficina de administración 5	5

Tabla 8: Nivel de ocupación en las salas - Planta primera

PLANTA BAJA	
SALA	PERSONAS
Zona de llegadas	464
Zona de salidas al exterior	196
Oficina del patio sur 1	5
Oficina del patio sur 2	4
Oficina del patio sur 3-4	4
Oficina del patio sur 5	1
Oficina del patio sur 6	1
Oficina del patio sur 7	4
Oficina del patio sur 8	1
Oficina del patio sur 9	2
Zona de rentacar 1-5	2
Zona de rentacar 6-7	1
Información	3

Tabla 9: Nivel de ocupación en las salas - Planta baja

En cuanto a las cargas térmicas dadas por la ocupación de personas ocurre lo mismo que con las producidas por el alumbrado y los equipos, pues su efecto solo se debe tener en cuenta durante el verano. Sin embargo, en este caso no solo se produce una transmisión de carga sensible generada por la diferencia de temperatura entre el elemento en cuestión (ya sea un equipo eléctrico o una persona) y el ambiente, sino que las personas también ceden un calor latente que se cuantifica como carga latente.

- En cuanto a la carga sensible, todas las personas producen prácticamente la misma transmisión de calor ya que la temperatura corporal se sitúa en torno a los 37°C cediendo calor al ambiente que debe estar a 22°C o a 24°C, en invierno o verano, respectivamente. Se tomará:

$$q_{sens} = 57 \text{ W/m}^2$$

- Por otra parte, todo cuerpo humano expulsa calor cuando transpira, mediante la cesión de vapor de agua al ambiente y que aumentará con la actividad del sujeto. Esto se conoce como calor latente y está relacionado directamente con la humedad del ambiente. Una climatización óptima debe tener en cuenta la carga latente de las personas porque de lo contrario el ambiente no podrá contener la suficiente cantidad de vapor de agua y las personas sentirán una sensación de asfixia y malestar térmico. Se tomará: $q_{lat} = 55 \text{ W/m}^2$

1.3.5 Diseño de la instalación-Elementos de la instalación

En función de las cargas térmicas de cada una de las salas en cuestión y de las superficies de estas, se empleará un sistema de climatización en concreto para asegurar que se combata de forma eficiente la potencia térmica:

- Sistema de aire: En las 6 salas sometidas a las cargas térmicas más elevadas y de superficie amplia se emplearán climatizadores de aire.
- Sistemas de agua-aire: En el resto de los locales del aeropuerto (locales de tipo oficina), se instalarán fan-coils, que están limitados a salas de dimensiones reducidas y cargas fácilmente combatibles.

Los sistemas de aire precisarán el diseño de sistemas de conductos por lo que se llevará a cabo la impulsión y extracción del aire, así como el retorno de este. El aire se impulsará tanto a salas a climatizar mediante sistemas todo aire como a los fan-coils.

En cuanto a los fan-coils, habrá que diseñar una red de tuberías de 4 vías por las cuales circulará el agua, previamente tratada por una caldera o sistema frigorífico en función de si se desea generar agua caliente o fría, respectivamente. Las tuberías deberán transportar el agua a los fan-coils y a las baterías de los climatizadores.

A continuación, se explicarán en detalle estos sistemas de climatización, así como el resto de los elementos que son imprescindibles para que la instalación funcione correctamente.

1.3.5.1 Climatizadores

Los climatizadores se encontrarán localizados en la cubierta del edificio y combatirán cargas térmicas elevadas. Se diferenciarán dos tipos:

- Los empleados para el tratamiento de sistemas de todo aire, conocidos como unidades de tratamiento de aire (UTA's).
- Los equipos utilizados para el tratamiento de los sistemas de agua-aire (fan-coils), conocidos como unidades de aire primario.

Las unidades de tratamiento primario se encargan de tratar el aire extraído del interior de la instalación mediante conductos de retorno junto con aire del exterior del aeropuerto. Una vez tratado el aire en la cubierta, este circulará por los conductos de impulsión asistido por ventiladores que se encuentran en el propio climatizador y que finalmente será distribuido a las distintas salas mediante difusores. Finalmente, el aire se recirculará de nuevo a los conductos de retorno a través de rejillas hasta los climatizadores.

Tanto los difusores como las rejillas deberán colocarse de la manera más eficiente para que impulsen al local o extraigan de este el mayor caudal posible sin superar el límite de cada uno de estos con el fin de optimizar la instalación y conseguir el presupuesto más competitivo posible

Los terminales de los fan-coils se localizan en las salas en cuestión. En este caso, se introduce aire del exterior en los climatizadores o unidades de aire primario, y este se circula a través de los conductos exteriores, con la ayuda de ventiladores centrífugos que habrá que dimensionar también. Una vez el aire del exterior alcance los fan-coils, se mezclará con el aire de retorno del propio fan-coil para impulsarse a las salas.

1.3.5.2 *Fan-coils*

Los sistemas de aire-agua o fan-coils, compuestos por cuatro tubos de impulsión y retorno de agua fría y caliente, se encontrarán localizados en los falsos techos de las propias salas y combatirán cargas térmicas relativamente bajas. Se instalarán uno o varios fan-coils en cada sala en función de la potencia térmica a combatir y se buscará distribuirlos simétricamente para simplificar la red de conductos y tuberías.

Al contrario que los sistemas de todo aire, los sistemas de agua-aire no necesitan conductos de retorno, pues el propio fan-coil se ocupa de la recuperación de aire. El aire exterior proveniente de las unidades de aire primario, impulsado por los ventiladores, llegará a los fan-coils donde se tratará este aire junto con el de retorno. Entonces, se impulsará el aire resultante y, se producirá un intercambio calor con el agua de la red de tuberías, consiguiendo la climatización de la sala. Habrá que contar con conductos de extracción para recircular el aire de las salas evitando cualquier contaminación en caso de que haya sobrepresión en salas.

Mediante estos equipos, se podrá controlar y tratar térmicamente cada sala de forma independiente para garantizar su confort térmico, optimizando el uso de energía y por tanto el presupuesto.

1.3.5.3 *Red de conductos*

Tanto los equipos de todo aire como los equipos de agua-aire precisan el uso de conductos de aire que se situarán en los falsos techos de la instalación. La instalación dispondrá de un total de 4 tipos de conductos rectangulares de acero galvanizado: Conductos de impulsión, retorno, aire exterior y extracción. Se diferencian dos sistemas que emplean conductos distintos:

- Sistemas todo aire: Será necesario el uso de conductos de impulsión que conduzcan el aire exterior tratado junto con el aire de retorno desde los equipos UTA, ayudados por ventiladores, hasta las toberas difusoras que se encargarán de introducir el aire en las salas. Además, harán falta conductos de retorno que recirculen el aire, a través de determinadas rejillas de retorno en las salas, hasta los propios climatizadores UTA.
- Sistemas agua-aire: Se precisarán conductos de aire exterior para impulsar el aire desde las unidades de aire primario, ayudados por ventiladores, hasta los fan-coils para que estos desempeñen su función. También será necesario instalar conductos de extracción para ventilar las salas en cuestión y para garantizar la recirculación de fluido en los casos donde pueda haber sobrepresión.

En primer lugar, se dividirá la red en distintos circuitos de conductos independientes para tener una instalación sencilla y eficiente y, seguidamente, deberán diseñarse los tramos de la red asegurando que por cada uno de estos circule el caudal requerido. El proceso será el mismo para todos los tipos de conducto a emplear, calculando cada conducto de manera independiente excepto en los casos en los que haya sobrepresión en salas tratadas mediante sistemas de todo aire, pues el aire de extracción deberá evacuarse junto con el aire de retorno por los conductos de retorno. En cuanto a las salas tratadas mediante sistemas agua-aire, al no precisar retorno de aire, se instalarán conductos de extracción cuya función será extraer el exceso de caudal. Tanto para un caso como para otro, deberá comprobarse si el caudal de ventilación de las salas es superior a volumen de estas y, por tanto, haya sobrepresión, pues implicará que es necesario extraer el exceso de aire. Además, será importante conseguir la disposición geométrica de la red de conductos más eficiente posible para optimizar el presupuesto.

De cara al dimensionamiento de las tuberías, deberán tenerse en cuenta las siguientes condiciones:

- Velocidad máxima: El aire que circula por los conductos no deberá superar los 7 m/s en ningún caso.
- Pérdidas de carga: Las pérdidas de carga a lo largo de los tramos de la red no deberán superar los 0,012 mm.c.a/m.

Conociendo el caudal de cada tramo y teniendo en consideración ambas restricciones, se empleará el *Manual de cálculo de conductos del Carrier* mediante el cuales se obtendrá, en primer lugar, el diámetro del conducto, y posteriormente, la conversión a un conducto equivalente de sección cuadrada empleando unas tablas de cálculo adjuntadas en el Anexo. A la hora de seleccionar los diámetros de los tramos se evitará cambios pronunciados de sección pues podría generar ruido excesivo y significar una pérdida de carga muy contundente.

Teniendo además de las dimensiones de los tramos, las pérdidas unitarias y la longitud de cada uno de estos, se podrán obtener las pérdidas de carga primarias a lo largo de los conductos. Entonces, se estudiarán otros accesorios como los codos o las derivaciones, necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación, pero que significarán una pérdida de carga secundaria significativa. Por último, se tendrán en cuenta las pérdidas por difusión.

Así, habrá que sumar todas las pérdidas para obtener las pérdidas de carga totales a través de cada tramo del circuito. A partir del recorrido de pérdida de carga más desfavorable se podrán diseñar los ventiladores, de los que podrán disponer las UTA's y las UAP's, pues de esta forma se garantizará que el aire llegue a todas las toberas o terminales fan-coil de la instalación además de recircularse correctamente. Además, habrá que estudiar la necesidad de instalación de ventiladores centrífugos de extracción según sea el caso.

En todo momento deberán considerarse las especificaciones del RITE adjuntadas en el pliego de condiciones.

1.3.5.4 Red de tuberías

Deberá instalarse una red cerrada de tuberías de acero y de sección circular que servirá para los sistemas de agua-aire y todo aire. La red contará con dos tipos de circuito independientes donde algunas tuberías se emplearán para la impulsión del agua y otras para el retorno. Como es lógico, el agua caliente y el agua fría circularán en vías independientes entre sí. Las tuberías de agua caliente cederán calor por lo que sufrirán un decremento de temperatura, mientras que, en las tuberías de agua fría, el ambiente aportará energía al agua por lo que la temperatura a la salida será mayor que a la entrada.

Además, se podrán diferenciar los siguientes circuitos en la instalación:

- Circuitos primarios: Habrá dos circuitos primarios independientes localizados en la cubierta del edificio, uno para agua caliente y otro para agua fría. En ambos, el agua llegará al colector de retorno desde las tuberías de retorno de los circuitos secundarios e, impulsado por bombas primarias, llegará hasta el colector de impulsión, pasando por la caldera o el equipo de refrigeración en función del circuito en cuestión, acondicionando la temperatura del agua para su posterior uso. Al salir del conducto de impulsión a la temperatura requerida, las bombas secundarias se encargarán de bombear el agua hacia los circuitos secundarios de nuevo.
- Circuitos secundarios: Los circuitos secundarios se compondrán por tuberías de 4 vías:

- Tuberías de impulsión de agua fría
- Tuberías de impulsión de agua caliente
- Tuberías de retorno de agua fría
- Tuberías de retorno de agua caliente

El recorrido del circuito comenzará a la salida de los colectores de impulsión, en las bombas secundarias, que impulsarán el agua hacia las baterías de los climatizadores en la misma cubierta o hacia los terminales de los fan-coils en planta. Al impulsarse por las bombas secundarias, las vías de las tuberías que en un principio estarán separadas por la disposición de los circuitos primarios, se juntarán formando las tuberías de 4 vías que irán circulando a través de los equipos en cuestión. Los circuitos secundarios serán de ida y vuelta, es decir, la bomba secundaria deberá tener la altura efectiva necesaria para que el agua alimente las baterías de los climatizadores o los fan-coils y volver hasta los colectores de retorno para entrar de nuevo en el circuito primario.

El diseño de los circuitos primarios es muy sencillo dado que se componen de un único tramo a través del cual se transporta toda el agua fría o caliente de la instalación. Sin embargo, los circuitos secundarios son más complejos y deberá determinarse cuantos se emplearán dividiéndolos, de tal forma que quede la instalación más sencilla posible. Deberán diseñarse los tramos de toda la red, es decir, de todos los circuitos secundarios independientes, asegurando que por cada uno de ellos circulará el caudal requerido. Será importante conseguir la disposición geométrica de la red de tuberías lo más eficiente posible para optimizar el presupuesto.

De cara al dimensionamiento de las tuberías, deberán tenerse en cuenta las siguientes condiciones:

- Velocidad máxima: El agua que circula por las tuberías no deberá superar los 2 m/s en ningún caso.
- Pérdidas de carga: Las pérdidas de carga a lo largo de los tramos de la red no deberán superar los 20 mm.c.a/m.

Conociendo el caudal de cada tramo y teniendo en consideración ambas restricciones, se emplearán unas tablas de cálculo que vienen dadas por el diagrama de Moody para tuberías de acero DIN 2440 y 2448, y que servirán para definir las dimensiones de las tuberías de agua caliente a 50°C y de agua fría a 10°C.

Teniendo las pérdidas unitarias y la longitud de cada tramo, se obtendrán las pérdidas de carga por rozamiento en cada uno de estos. Entonces, se estudiarán las válvulas, filtros y otros accesorios de conexión a los distintos equipos de climatización que serán necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación y que supondrán una pérdida de carga importante. Además, habrá que tener en cuenta las pérdidas de otros accesorios de las tuberías como tes y codos que también implican una pérdida de carga considerable.

De esta forma, se obtendrán las pérdidas totales de carga a través de cada tramo del circuito. En el caso de los circuitos primarios, esta pérdida de carga bastará para poder dimensionar la bomba, pues su altura efectiva deberá superar la pérdida de carga de su único tramo. Sin embargo, en los circuitos secundarios, habrá que determinar el recorrido de pérdida de carga más desfavorable teniendo en cuenta que el agua deberá llegar hasta el colector de retorno, dimensionando así las bombas secundarias, pues esta pérdida de carga equivaldrá a la altura específica de la bomba. Este proceso servirá igualmente para tuberías de

agua fría y de agua caliente, y es muy común que el recorrido de pérdida de carga más desfavorable coincida con la unidad de fan-coil o la batería del climatizador más alejada de la bomba secundaria.

En todo momento deberán considerarse las especificaciones del RITE adjuntadas en el pliego de condiciones.

1.3.5.5 Extractores

En las salas climatizadas mediante fan-coils, podría ser necesario el uso de extractores para que se recircule el aire a través de conductos de extracción. Por tanto, deberán instalarse ventiladores de extracción o extractores en caso de que el caudal de ventilación, es decir el de aire exterior, sea superior al volumen de la propia sala. En estas situaciones se generaría sobrepresión en las salas por lo que hay que eliminar el caudal sobrante para ventilarla adecuadamente.

1.3.5.6 Toberas

La función de los difusores es conseguir distribuir uniformemente el aire de los conductos de impulsión procedente de los climatizadores UTA. Habrá que considerar las dimensiones de cada una de las salas climatizadas mediante sistemas de todo aire y, si consideramos cada sala como un rectángulo, tratar de colocar simétricamente los difusores a lo largo de los lados más largos de las salas a la altura del techo. Además, habrá que elegir los difusores considerando el caudal necesario a introducir en cada sala y el caudal que pueda impulsar cada uno. Dada la elevada altura de los pisos (7m), habrá que asegurar que el aire expulsado desde el techo de las salas consiga llegar a la zona ocupada y se extraiga por las rejillas situadas en el suelo. Es necesario que se le transmita una energía cinética elevada al fluido y, por tanto, se usarán toberas como difusores de aire pues son ideales para ello.

Deberá reducirse al máximo la superposición de unas toberas con otras, colocándolas estratégicamente para abarcar el mayor espacio de acción empleando el número de equipos óptimo. De esta manera se conseguirá mantener el confort térmico de manera eficiente. Las toberas son aparatos que pueden resultar bastante ruidosos por lo que habrá que tener en consideración las restricciones del RITE a la hora de seleccionar los equipos.

Por tanto, se instalarán determinadas toberas de distintas dimensiones del modelo DUE-S empleando el catálogo TROX, en función de los requerimientos específicos de cada sala.

1.3.5.7 Rejillas de retorno

En cuanto a las rejillas de retorno, estas se ocupan de que el caudal de aire no deseado de las salas se dirija a los conductos de retorno para volver a los climatizadores UTA. El procedimiento de selección será similar al de las toberas, pero en este caso será aún más sencillo pues las rejillas de retorno permiten un flujo de caudal mucho mayor.

Por tanto, deberán instalarse en las esquinas inferiores de las salas y, en caso de que no fuera suficiente y hubiera que extraer más caudal, deberán ponerse a ambos lados de las paredes más largas de cada sala, también en el suelo, lo más separadas unas de otras para evitar que se superpongan entre ellas y puedan crear un cortocircuito con las toberas.

Por tanto, se instalarán determinadas rejillas de retorno de distintas dimensiones del modelo AT empleando el catálogo TROX, en función de los requerimientos específicos de cada sala.

1.3.5.8 Bombas

Se deberán instalar bombas en la cubierta para transportar y repartir correctamente el agua en toda la red de tuberías de la instalación: en los circuitos primario y secundario. Por tanto, habrá bombas primarias que se ocupen de impulsar el agua desde el colector de retorno hasta el colector de impulsión, circulando a través de las calderas o equipos de refrigeración según sea el caso. Las bombas secundarias se encargarán de impulsar el agua que llega al colector de impulsión hasta las baterías de los climatizadores en la cubierta o hasta los terminales de los fan-coils localizados en las salas. Las bombas secundarias deberán garantizar que el agua alcance todos los equipos a los que alimenta y, que vuelva hasta el colector de retorno para completarse el ciclo.

De cara a la selección de las bombas es fundamental que dispongan de la presión suficiente para que el agua complete su ciclo determinado, tomándose la situación más desfavorable del circuito en el que se encuentren a la hora de dimensionarlas. Es decir, se tendrán en cuenta simultáneamente el caudal de impulsión máximo de la bomba en cuestión, así como las pérdidas de carga máximas asociadas, que dependerán de la altura manométrica y especialmente, de la longitud desde la bomba primaria al colector de impulsión o desde la bomba secundaria a los elementos climatizadores. Los circuitos primarios constan de una estructura muy sencilla, pues transportan el caudal total de un punto a otro a través de un único tramo por lo que la bomba se definirá a partir de la pérdida de carga de este. Sin embargo, habrá que analizar con detenimiento los circuitos secundarios para determinar el camino que más pérdidas suponga y seleccionar la bomba acorde a este.

Con el fin de garantizar que la instalación no falle, se colocará una bomba idéntica en paralelo que servirá de reemplazo en caso de que la bomba principal sufra alguna avería.

1.3.5.9 Calderas

La caldera es un elemento imprescindible de la instalación de climatización, especialmente en invierno, pues se emplea para el sistema de calefacción. La caldera se ubicará en la cubierta del aeropuerto y actuará como una fuente de potencia externa, proporcionando un aporte energético incrementando la temperatura del agua de las tuberías, que circulará desde el colector de retorno hasta el colector de impulsión del circuito primario de agua caliente. En definitiva, servirá para producir el agua caliente que circula por la instalación.

De cara al dimensionamiento de la caldera, la potencia nominal de esta deberá ser suficiente para combatir la potencia térmica total de la instalación calculada para invierno y poder trabajar el caudal total de agua caliente de la instalación. Por tanto, se instalará una caldera **Vitocrossal 300 CT3U** de la marca **Viessman**.

1.3.5.10 Grupo frigorífico

El grupo frigorífico realiza una función similar a la caldera, pero se emplea en los sistemas de refrigeración. Se ubicarán en el circuito primario de agua fría de la cubierta del aeropuerto y actuará como una fuente de potencia externa. El agua de las tuberías proveniente del colector de retorno cederá calor al sistema de refrigeración, enfriando el agua de las tuberías hasta la temperatura requerida, que circulará hacia el colector de impulsión para su posterior uso.

El criterio de dimensionamiento de estos equipos apenas difiere con respecto al de la caldera. La potencia nominal de los sistemas frigoríficos deberá ser suficiente para combatir la potencia térmica total de la

instalación calculada para verano y poder trabajar el caudal total de agua fría de la instalación. Por tanto, se instalará un grupo frigorífico **Aquaforce 30XA-A-450** de la marca **Carrier**.

1.3.5.11 Elementos auxiliares

En la instalación serán necesarios emplear los siguientes elementos auxiliares. Algunos de estos, forman partes de los conexiones de las tuberías a las bombas, baterías de los climatizadores y terminales de los fan-coils. En concreto, la valvulería implica una pérdida de carga significativa que habrá que tener en cuenta a la hora de dimensionar la instalación. Otros elementos servirán para controlar y la instalación y garantizar un funcionamiento óptimo y seguro.

1. Válvulas de control de 3 vías: Se utilizarán para regular el suministro de caudal en toda la instalación, empleándose tanto en las baterías de los climatizadores como en fan-coils. Controlan el flujo del fluido, pudiendo modificar la pérdida de carga, así como la temperatura y la presión.
2. Válvulas de corte: Se emplearán para poder cortar el flujo de fluido en ciertos puntos de la instalación si así se requiere: En climatizadores, fan-coils, calderas y grupos frigoríficos.
3. Válvulas de asiento o globo: Se emplearán para controlar y regular el flujo del fluido en las baterías de los climatizadores.
4. Válvulas de regulación micrométrica: Se utilizará como conector en bombas, fan-coils y climatizadores para garantizar una minuciosa regulación del caudal de los fluidos. Disponen de un tapón con junta de estanqueidad para impedir pérdidas hacia el exterior.
5. Filtros: Servirán como decantadores de partículas y agentes patógenos para mantener una instalación limpia y saludable. Protegerán los componentes de la instalación, colocándose en las tuberías de agua a la entrada los climatizadores, fan-coils y bombas, para evitar que puedan sufrir daños.
6. Manguitos anti-vibratorios: Servirá para reducir las transmisiones vibratorias de las bombas al resto de la instalación haciendo de amortiguadores.
7. Compuertas cortafuegos: Se colocarán en conductos, tanto de impulsión como retorno, para compartimentarlos en las zonas con riesgo de incendio o propagación de fuego, y donde pueda haber presencia de gases tóxicos y humo. Por tanto, son esenciales en los conductos con contacto exterior y en los que atraviesen plantas.
8. Vasos de expansión: Estos elementos de seguridad asociados a las calderas serán fundamentales para absorber aumentos de presión del agua, causados por el aumento de temperatura de esta en los circuitos de calefacción, manteniendo la presión constante entre unos valores nominales.
9. Aparatos de medida: Se colocarán termómetros y manómetros diferenciales a lo largo de toda la instalación para tener controladas la temperatura y la presión respectivamente.

1.4 Bibliografía

1. Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto
https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_12_Guia_tecnica_condiciones_climaticas_exteriores_de_proyecto_e4e5b769.pdf
2. Manual de Carrier
<http://www.carrier.es/>
3. RITE
<https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>
4. Coeficiente de conductividad
https://www.construmatica.com/construpedia/Coeficiente_de_Conductividad_T%C3%A9rmica
5. Toberas y rejillas de retorno
<https://www.trox.es/downloads/5b15de8571c9e90f/TSR2018.pdf?type=highlights>
6. Fan-coils
http://www.hitecsa.com/files/products/es/hitecsa_catalogo_2018_f9_fancoils_es_15junio-min_data_comercial.pdf
7. Precios de los fan-coils
http://hitecsa.com/files/static/hitecsa_tarifa_2019_es_v2-min_pdf_es.pdf
8. Caldera
http://www.geytec.com/wp-content/uploads/2016/07/5793302_Vitocrossal-300-Modelo-CT3U.pdf
9. Grupo frigorífico
https://climaproyectos.com.mx/wp-content/uploads/2015/11/Chiller_Carrier_30XA_80-500tons_enfriado-por-aire.pdf
10. Bombas
<https://es.grundfos.com/content/dam/BGE/pricelist/Grundfos-Tarifa-de-precios.pdf?cmpid=&deliveryName=DM56234>
<http://www.jabadcodeco.es/assets/magna1.pdf>
11. Equipos de tratamiento de humo
https://sifo.comillas.edu/pluginfile.php/2344568/mod_resource/content/2/3.3.%20Aire%20EQ_UIPOS%20.pdf
12. Unidades de aire primario
https://www.trox.es/downloads/b6d653d2ed703357/tbs-ec.pdf?type=product_info
13. Unidades de tratamiento de aire
https://www.trox.es/downloads/8ed816c53ff93c8c/FolletoTKM50HE-ES.pdf?type=product_info
14. Generador de precio de climatizadores
http://trox-technik.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=6000|0|0|ICT100|ict_100:28650_85_85c5_0_8c7_0_3_0_1c10_0_1_0_1c9_0
15. Conductos
<file:///C:/Users/salvadoj/Downloads/manual-conductbssctos-climaver.pdf>
16. Generador de precios toberas
http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/Instalaciones/IC_Calefaccion_climatizacion_y_A/Sistemas_de_conduccion_de_aire/Tobera.html
17. BOE – Pliego de condiciones

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-15820>

18. Montaje de la instalación – Pliego de condiciones

<http://www.instalacionesindustriales.es/normativa/calefaccionacs/ITE/ITE-06.html>

Cálculos

2.1 Cálculo de las cargas térmicas

Se van a calcular todas las cargas térmicas del aeropuerto tanto en invierno como en verano. Hay un total de 24 salas (las que tienen una carga térmica idéntica se consideran como la misma) a estudiar y se climatizarán cada una de ellas por separado teniendo en cuenta siempre las condiciones más desfavorables para garantizar el confort térmico en cada una de estas.

Además de las salas que debemos climatizar, es fundamental tener en cuenta las salas adyacentes. Algunas de estas, como pueden ser los (comercios, tiendas, etc..) ya están correctamente climatizadas y no forman parte del proyecto de reforma pues no hay transmisión de calor con las salas a climatizar ya que se encuentran a la temperatura deseada y hay equilibrio térmico. Sin embargo, las salas adyacentes no climatizadas, como pueden ser los aseos, escaleras o ascensores sí transmiten calor a las salas bajo estudio y, por tanto, es necesario contabilizar esas cargas térmicas. Durante el invierno, el calor del interior se podrá escapar por el suelo del edificio al estar en contacto con el terreno, por tanto, se deben tener en cuenta las cargas del suelo de la planta baja. Sin embargo, en verano, contribuyen de cara al confort térmico por lo que no se deben tener en cuenta. Por otra parte, los techos de la planta baja a la primera y, de la planta primera a la segunda no sufren una transmisión de calor, pues las salas que se encuentran a sus caras están en equilibrio térmico.

Es muy importante conocer perfectamente las dimensiones de cada sala. A continuación, se muestra una tabla con la superficie de suelo y de cada una de las fachadas exteriores (por orientación) de las salas, que será útil tanto para invierno como para verano.

Los valores de las tablas siguientes están en metros cuadrados:

PLANTA PRIMERA		NORTE			SUR			ESTE			OESTE		
SALA	SUPERFICIE	TOTAL	CRISTAL	MURO	TOTAL	CRISTAL	MURO	TOTAL	CRISTAL	MURO	TOTAL	CRISTAL	MURO
Zona de facturación	2031,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	76,79	46,07	30,72	70,00	42,00	28,00
Zona de salidas	2905,92	0,00	0,00	0,00	1083,95	650,37	433,58	48,30	28,98	19,32	186,20	111,72	74,48
Local comercial 1	360,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Local comercial 2	334,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta de billetes norte 1-7	12,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta de billetes este 1	17,60	28,00	16,80	11,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Venta de billetes este 2-5	17,60	28,00	16,80	11,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oficina de administración 1-3	23,76	23,10	13,86	9,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oficina de administración 4	30,00	35,00	21,00	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Información	39,60	46,20	27,72	18,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oficina de administración 5	42,48	41,30	24,78	16,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 11: Dimensiones de las superficies de las salas - Planta primera

PLANTA BAJA		NORTE			SUR			ESTE			OESTE		
SALA	SUPERFICIE	TOTAL	CRISTAL	MURO	TOTAL	CRISTAL	MURO	TOTAL	CRISTAL	MURO	TOTAL	CRISTAL	MURO
Zona de llegadas	3714,17	0	0	0	717,5	430,5	287	0	0	0	126,91	76,146	50,764
Zona de salidas al exterior	1573,80	207,9	124,74	83,16	0	0	0	102,2	61,32	40,88	0	0	0
Oficina del patio sur 1	47,61	0	0	0	48,3	28,98	19,32	0	0	0	0	0	0
Oficina del patio sur 2	32,43	0	0	0	32,9	19,74	13,16	0	0	0	0	0	0
Oficina del patio sur 3-4	32,43	0	0	0	32,9	19,74	13,16	0	0	0	0	0	0
Oficina del patio sur 5	14,00	0	0	0	39,2	23,52	15,68	0	0	0	0	0	0
Oficina del patio sur 6	14,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oficina del patio sur 7	32,90	0	0	0	21	12,6	8,4	0	0	0	0	0	0
Oficina del patio sur 8	11,75	0	0	0	28	16,8	11,2	0	0	0	0	0	0
Oficina del patio sur 9	18,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona de rentacar 1-5	16,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zona de rentacar 6-7	12,80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Información	31,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 10: Dimensiones de las superficies de las salas - Planta baja

Además, como ya se ha explicado en la memoria, hace falta obtener el caudal de aire exterior tanto para invierno como para verano, que va ligado a la tasa de ventilación de cada sala, con el fin de garantizar el confort térmico en estas. El caudal de aire exterior se tendrá que sumar al resto de la carga calculada para obtener el calor total.

El caudal exterior se obtiene mediante el producto de la tasa de ventilación y el número de personas:

$$\text{Caudal de aire exterior } \left(\frac{m^3}{h}\right) = \text{Tasa de ventilación } \left(\frac{m^3}{h \cdot \text{persona}}\right) \cdot N^{\circ} \text{ Personas}$$

A continuación, se muestra el caudal de aire exterior de cada sala que varía según el IDA de cada una de estas:

PLANTA PRIMERA				
Sala	IDA	Tasa de ventilación (m ³ /(h · persona))	Nº personas	Caudal aire exterior (m ³ /h)
Zona de facturación	3	29	253	7337
Zona de salidas	3	29	363	10527
Local comercial 1	3	29	45	1305
Local comercial 2	3	29	41	1189
Venta de billetes norte 1-7	2	45	1	45
Venta de billetes este 1	2	45	2	90
Venta de billetes este 2-5	2	45	2	90
Oficina de administración 1-3	2	45	2	90
Oficina de administración 4	2	45	3	135
Información	2	45	4	180
Oficina de administración 5	2	45	5	225

Tabla 12: Caudal de aire exterior en las salas - Planta primera

PLANTA BAJA				
Sala	IDA	Tasa de ventilación (m ³ /(h · persona))	Nº personas	Caudal aire exterior (m ³ /h)
Zona de llegadas	3	29	464	13456
Zona de salidas al exterior	3	29	196	5684
Oficina del patio sur 1	2	45	5	225
Oficina del patio sur 2	2	45	4	180
Oficina del patio sur 3-4	2	45	4	180
Oficina del patio sur 5	2	45	1	45
Oficina del patio sur 6	2	45	1	45
Oficina del patio sur 7	2	45	4	180
Oficina del patio sur 8	2	45	1	45
Oficina del patio sur 9	2	45	2	90
Zona de rentacar 1-5	2	45	2	90
Zona de rentacar 6-7	2	45	1	45
Información	2	45	3	135

Tabla 13: Caudal de aire exterior en las salas - Planta baja

2.1.1 Cálculo de cargas en invierno

En invierno el objetivo es que el calor del interior de las salas climatizadas aeropuerto no se escape al exterior de estas y, por tanto, las cargas térmicas que influyen en este escenario son las cargas por transmisión. Cualquier actividad en el interior o la radiación solar, benefician al sistema de calefacción dado que aporta calor al ambiente, aproximando la temperatura de este a la de confort térmico, por lo que no se tiene en cuenta.

- Se toma la temperatura mínima del exterior durante este periodo empleando el percentil 99%, explicado durante la memoria: Tª seca exterior: 4,30 °C
- Tª terreno: 9,00 °C

2.1.1.1 Cargas por transmisión:

El calor se transmite del interior de las salas climatizadas del edificio, que se encuentran a 22°C, al exterior de estas a través de los muros exteriores, cristales o de las particiones hacia salas no climatizadas.

El calor transmitido entre el exterior y el interior de los cerramientos a distinta temperatura viene dado por:

$$Q_{TRANS} = K \cdot S \cdot \Delta T_{eq} \cdot f_v$$

Donde:

K = Coeficiente de transmisión térmica (kcal/(h°C · m²))

S = Superficie del cerramiento por el que se transmite el calor (m²)

ΔT_{eq} = Variación de temperatura equivalente entre las caras del cerramiento

f_v = Factor de viento

Este último parámetro, f_v , se tiene en cuenta únicamente en invierno y depende del tipo de cerramiento y de la orientación en cuestión. A continuación, se muestran los posibles valores de f_v :

Cerramiento	Orientación	f_v
Cristal	N	1,35
Cristal	NE	1,35
Cristal	E	1,25
Cristal	SE	1,15
Cristal	S	1
Cristal	SO	1,1
Cristal	O	1,2
Cristal	NO	1,25
Muro exterior	N	1,2
Muro exterior	NE	1,2
Muro exterior	E	1,15
Muro exterior	SE	1,1
Muro exterior	S	1

Muro exterior	SO	1,05
Muro exterior	O	1,1
Muro exterior	NO	1,15
Cubierta	H	1
Suelo		1
LNC		1

Tabla 14: Valores del factor de viento

En cuanto a la ΔT_{eq} , se obtiene de distintas formas según nos encontremos en uno de los tres escenarios posibles:

- A través de muros exteriores:

El salto térmico entre el interior del aeropuerto y el exterior de este a través de los muros exteriores se equivale a la mitad de la diferencia de las temperaturas en cuestión:

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

- A través de las ventanas acristaladas:

Por otra parte, la variación de temperatura en el caso de los cristales se calcula mediante la resta en las temperaturas de cada cara.

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

- A través de particiones:

En caso de las particiones, es decir, cuando hay transmisión de calor con salas no climatizadas, se obtiene de la misma forma que cuando estudiamos las cargas a través de muros exteriores:

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

2.1.1.2 Cargas totales invierno

PLANTA PRIMERA			
SALA	CALOR POR TRANSMISIÓN (kcal/h)	CALOR AIRE EXTERIOR (kcal/h)	CARGA TOTAL (kcal/h)
Zona de facturación	11012,00	38959,47	49971,47
Zona de salidas	57876,00	55898,37	113774,37
Local comercial 1	632,00	6929,55	7561,55
Local comercial 2	1282,00	6313,59	7595,59
Venta de billetes norte 1-7	0,00	238,95	238,95
Venta de billetes este 1	1800,00	477,90	2277,90
Venta de billetes este 2-5	1473,00	477,90	1950,90
Oficina de administración 1-3	1215,00	477,90	1692,90
Oficina de administración 4	1841,00	716,85	2557,85
Información	2728,00	955,80	3683,80
Oficina de administración 5	2172,00	1194,75	3366,75

Tabla 15: Cargas térmicas totales invierno - Planta primera

PLANTA BAJA			
SALA	CALOR POR TRANSMISIÓN (kcal/h)	CALOR AIRE EXTERIOR (kcal/h)	CARGA TOTAL (kcal/h)
Zona de llegadas	93582,00	71451,36	165033,36
Zona de salidas al exterior	43489,00	30182,04	73671,04
Oficina del patio sur 1	2532,00	1194,75	3726,75
Oficina del patio sur 2	1725,00	955,80	2680,80
Oficina del patio sur 3-4	1725,00	955,80	2680,80
Oficina del patio sur 5	1687,00	238,95	1925,95
Oficina del patio sur 6	209,00	238,95	447,95
Oficina del patio sur 7	1283,00	955,80	2238,80
Oficina del patio sur 8	1231,00	238,95	1469,95
Oficina del patio sur 9	269,00	477,90	746,90
Zona de rentacar 1-5	239,00	477,90	716,90
Zona de rentacar 6-7	191,00	238,95	429,95
Información	463,00	716,85	1179,85

Tabla 16: Cargas térmicas totales invierno - Planta baja

Carga total invierno= 451621,03 kcal/h

2.1.1.3 Ejemplo tabla calculo invierno

A continuación, se muestra un ejemplo del cálculo de las cargas de invierno de una sala determinada que se ha obtenido mediante Excel:

- Zona de facturación:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	4,3 °C											
Temp. Interior	22 °C											
Temp. TERRENO	9 °C											
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T°int - T°ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0	
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			46,1		46,1	2,90	17,7	1,25	1,10	3252	
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0	
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	17,7	1,00	1,10	0	
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0	
CRISTAL	O			42,0		42,0	2,90	17,7	1,20	1,15	2975	
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			76,8	46,1	30,7	0,49	17,7	1,15	1,10	337	
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0	
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,00	1,10	0	
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0	
MURO EXT.	O			70,0	42,0	28,0	0,49	17,7	1,10	1,15	307	
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0	
SUELO				0,0		0,0	1,00	13,0	1,00	1,15	0	
LNC				389,9		389,9	1,20	8,9	1,00	1,00	4141	
VOLUMEN	0										TOTAL	11012
	CAUDAL											
	m3/h	Kcal/h										
AIRE EXTERIOR	7337	38959,47										

La carga total en este caso se sacaría sumando la carga total de transmisión más la carga de aire exterior:

$$Carga\ total = 38959,47 + 11012 = 49971,77\ kcal/h$$

2.1.2 Cálculo de cargas en verano

En verano se busca refrigerar el aeropuerto de forma que el calor de este escape al exterior y se mantenga una temperatura de confort de 24°C en las salas en cuestión. Como ya se ha analizado previamente, hay que considerar las cargas externas relacionadas con la variación de temperatura exterior a lo largo del año: la transmisión y, la radiación solar. Las condiciones que hay escoger deben ser las más desfavorables, tomando el percentil 1% visto previamente, y que aparecen recogidas en la memoria. Como se ha visto en esta, cambiarán en función de la sala en consideración con base en la orientación.

Además de las fuentes exteriores, se considerarán las cargas del interior, es decir, las aportadas por la iluminación y los equipos del aeropuerto y, por el nivel de ocupación de este.

Se asume la sobrepresión del edificio en todo momento dado que el caudal de entrada empleado para ventilar el aeropuerto supera al caudal de extracción y, por tanto, no es necesario tener en cuenta las cargas por infiltraciones.

2.1.2.1 Cargas por transmisión

El calor transmitido entre el exterior y el interior de los cerramientos a distinta temperatura viene dado por:

$$Q_{TRANS} = K \cdot S \cdot \Delta T_{eq}$$

Donde:

K = Coeficiente de transmisión térmica (kcal/h°Cm²) que cambia en función del material del cerramiento.

S = Superficie del cerramiento por el que se transmite el calor (m²)

ΔT_{eq} = Variación de temperatura equivalente entre las caras del cerramiento

Se transmite calor en tres escenarios concretos, y la ΔT_{eq} se obtiene de distintas formas según sea el caso:

- A través de muros exteriores:

Dado el salto térmico tan elevado entre las caras interiores y exteriores de los muros de cierto espesor, la variación de temperatura equivalente cuando se dan este tipo de cerramientos resulta siendo relativamente compleja en verano, pues precisa varios factores de corrección para garantizar su precisión, y viene dada por la siguiente fórmula sacada del *Manual de Carrier**:

$$\Delta T_{eq} = a + \Delta T_{eqs} + b \cdot \frac{R_s}{R_m} \cdot (\Delta T_{eqm} - \Delta T_{eqs})$$

Donde:

a : Factor de corrección a causa de un salto térmico muy significativo entre el exterior y el interior del muro (A partir de 8°C).

b : Factor de corrección dado el color del muro exterior.

R_s : Máxima cantidad de energía solar en forma de radiación en el mes considerado a través de la superficie expuesta teniendo en cuenta la orientación en cuestión.

R_m : Máxima cantidad de energía solar en forma de radiación en el mes de julio a través de la superficie expuesta teniendo en cuenta la orientación en cuestión.

ΔT_{eqs} : Variación equivalente de temperatura más crítica entre la hora considerada y la del muro a la sombra.

ΔT_{eqm} : Variación equivalente de temperatura más crítica entre la hora considerada y la del muro al sol.

- A través de las ventanas acristaladas:

En cuanto al cristal, se obtiene de la misma forma que en invierno, pero restando al revés dado que la transmisión de calor es en el flujo opuesto.

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

Donde:

T_{ext} = Temperatura exterior más desfavorable durante el verano

T_{int} = Temperatura deseada en el interior

- A través de particiones:

En cuanto a la transmisión del calor entre salas climatizadas y salas que no lo están se emplea la siguiente variación equivalente de temperatura:

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

Donde:

T_{ext} = Temperatura exterior más desfavorable durante el verano

T_{LNC} = Temperatura de las salas no climatizadas

A continuación, se muestra la tabla con las superficies de contacto entre salas climatizadas y salas que no lo están:

PLANTA PRIMERA	
Sala	Tabiques LNC (m²)
Zona de facturación	389,9
Zona de salidas	567,7
Local comercial 1	59,5
Local comercial 2	120,75
Venta de billetes norte 1-7	0
Venta de billetes este 1	0
Venta de billetes este 2-5	0
Oficina de administración 1-3	0
Oficina de administración 4	0
Información	0
Oficina de administración 5	0

Tabla 17: Superficie de contacto entre las salas y LNC – Planta primera

PLANTA BAJA	
Sala	Tabiques LNC (m ²)
Zona de llegadas	476,35
Zona de salidas al exterior	400,05
Oficina del patio sur 1	0
Oficina del patio sur 2	0
Oficina del patio sur 3-4	0
Oficina del patio sur 5	0
Oficina del patio sur 6	0
Oficina del patio sur 7	0
Oficina del patio sur 8	0
Oficina del patio sur 9	0
Zona de rentacar 1-5	0
Zona de rentacar 6-7	0
Información	0

Tabla 18: Superficie de contacto entre las salas y LNC – Planta baja

- A través de puertas

Es necesario contabilizar el número de puertas en cada sala, pues tiene una constante de transmisión térmica bastante alta y, aumentará relativamente la carga con la presencia de estas:

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

Donde:

T_{ext} = Temperatura exterior más desfavorable durante el verano

T_{int} = Temperatura deseada en el interior

A continuación, se muestra la tabla con las puertas y superficie de estas en cada una de las salas sabiendo que cada puerta tiene una superficie de: $S = 1,1 \times 2,2 = 2,42 \text{ m}^2$

PLANTA PRIMERA		
Sala	Nº Puertas	Superficie total puertas (m ²)
Zona de facturación	19	45,98
Zona de salidas	20	48,4
Local comercial 1	0	0
Local comercial 2	6	14,52
Venta de billetes norte 1-7	1	2,42
Venta de billetes este 1	2	4,84
Venta de billetes este 2-5	1	2,42
Oficina de administración 1-3	1	2,42
Oficina de administración 4	1	2,42
Información	1	2,42
Oficina de administración 5	1	2,42

Tabla 19: Superficie de contacto de las puertas de las salas – Planta primera

PLANTA BAJA		
Sala	Nº Puertas	Superficie total puertas (m ²)
Zona de llegadas	17	41,14
Zona de salidas al exterior	30	72,6
Oficina del patio sur 1	2	4,84
Oficina del patio sur 2	2	4,84
Oficina del patio sur 3-4	1	2,42
Oficina del patio sur 5	0	0
Oficina del patio sur 6	1	2,42
Oficina del patio sur 7	1	2,42
Oficina del patio sur 8	0	0
Oficina del patio sur 9	1	2,42
Zona de rentacar 1-5	1	2,42
Zona de rentacar 6-7	1	2,42
Información	1	2,42

Tabla 20: Superficie de contacto de las puertas de las salas – Planta baja

2.1.2.2 Cargas por Radiación solar

Como ya se ha visto en la memoria, también hay que contabilizar el efecto de la radiación solar que incide a través de las ventanas acristaladas del edificio. Parte de la energía emitida por el sol consigue pasar a través de los cerramientos de cristal calentando directamente el interior del aeropuerto. En este caso, la carga aportada se expresa empleando la siguiente fórmula:

$$Q_{RAD} = Q \cdot FG \cdot S$$

Donde:

Q = Ganancia solar

FG =Factor de ganancia solar

S = Superficie de cristal radiada

Todos los cristales exteriores del aeropuerto son del mismo material y tienen un $FG=0,48$, es decir atraviesa el 48% de la radiación solar que incide en estos. Es fundamental tratar cada sala con ventana exterior de manera independiente teniendo en cuenta el mes más desfavorable del verano, así como la hora a la cual la ventana irradiará la mayor cantidad de energía solar según la orientación que tenga. De esta forma se obtiene el valor más elevado posible de ganancia solar, que al final y al cabo, es la variable clave para dimensionar correctamente este tipo de carga térmica.

2.1.2.3 Cargas por Iluminación y Equipos

Durante el mes de verano, la iluminación y los equipos en general, aportan una potencia calorífica que hay que considerar. Teniendo en cuenta los valores ya mencionados previamente, $q_{alumbrado} = 20 \text{ W/m}^2$ y $q_{equipos} = 18 \text{ W/m}^2$, se puede obtener la carga térmica generada por estas fuentes de energía multiplicando estos por la superficie de cada sala:

$$Q_{ILUMINACIÓN} = q_{alumbrado} \cdot S$$

$$Q_{EQUIPOS} = q_{equipos} \cdot S$$

Donde:

$q_{EQUIPOS}$ = Potencia por unidad de superficie aportada por los equipos de la sala en cuestión

$q_{ILUMINACIÓN}$ = Potencia por unidad de superficie aportada por la iluminación de la sala en cuestión

S = Superficie de la sala en cuestión

2.1.2.4 Cargas por nivel de ocupación

Tal y como se ha explicado en la memoria hay que calcular la carga térmica aportada por la ocupación y la actividad de las personas en el interior del aeropuerto, y que está puede ser de dos tipos:

- Carga sensible: Transmisión del calor dada la diferencia de temperatura del cuerpo humano (37°C) con la temperatura de confort térmico (24°C en verano). $q_{sens} = 57W/m^2$
- Carga latente: Vapor que desprende el cuerpo humano, que incrementa con la actividad de este y, que resulta en el aumento de humedad ambiental. $q_{lat} = 55W/m^2$

Teniendo el número de personas de cada sala y el calor aportado por persona, tanto el sensible como el latente, se obtiene la carga total a consecuencia del nivel de ocupación y de la actividad de los individuos de cada sala mediante la suma de dos sencillos productos:

$$\begin{aligned} Q_{sens} &= N \cdot q_{sens} \\ Q_{lat} &= N \cdot q_{lat} \\ Q_{personas} &= Q_{sens} + Q_{lat} \end{aligned}$$

Donde:

N = Número de personas en cada sala

q_{sens} = Calor sensible aportado por persona

q_{lat} = Calor latente aportado por persona

2.1.2.5 Cargas totales verano

PLANTA PRIMERA			
SALA	CALOR TOTAL EFECTIVO (kcal/h)	CALOR AIRE EXTERIOR (kcal/h)	CARGA TOTAL (kcal/h)
Zona de facturación	135256	24068	159324
Zona de salidas	339619	24814	364433
Local comercial 1	20977	3076	24053
Local comercial 2	19768	2803	22571
Venta de billetes norte 1-7	692	148	840
Venta de billetes este 1	1977	295	2272
Venta de billetes este 2-5	1792	295	2087
Oficina de administración 1-3	1913	295	2208
Oficina de administración 4	2632	443	3075
Información	3600	590	4190
Oficina de administración 5	3604	738	4342

Tabla 21: Cargas térmicas totales verano - Planta primera

PLANTA BAJA			
SALA	CALOR SENSIBLE EFECTIVO (kcal/h)	CALOR AIRE EXTERIOR (kcal/h)	CARGA TOTAL (kcal/h)
Zona de llegadas	327585	31719	359304
Zona de salidas al exterior	102776	18645	121421
Oficina del patio sur 1	10008	530	10538
Oficina del patio sur 2	6920	424	7344
Oficina del patio sur 3-4	6892	424	7316
Oficina del patio sur 5	6638	106	6744
Oficina del patio sur 6	741	106	847
Oficina del patio sur 7	5111	424	5535
Oficina del patio sur 8	4853	106	4959
Oficina del patio sur 9	1046	212	1258
Zona de rentacar 1-5	964	212	1176
Zona de rentacar 6-7	693	106	799
Información	1717	318	2035

Tabla 22: Superficie de contacto de las puertas de las salas – Planta baja

Carga total en verano= 1118671 kcal/h

2.1.2.6 Ejemplo tabla calculo verano

A continuación, se muestra un ejemplo del cálculo de las cargas de verano de una sala determinada que se ha obtenido mediante Excel:

- Zona de facturación:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Climatización de un centro docente							5 de marzo de 2020		
Planta:		PRIMERA			Zona:		AC-1				
DIMENSIONES:		X		=		2.031,32		m2			
HORA SOLAR:		16		malaga							
MES:		julio									
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h			
CONDICIONES		BS		BH		%HR		TR			
Gr/Kgr											
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES			
NORTE	Cristal	m2 x	37	x	0,48			Exteriores			
NE	Cristal	m2 x	37	x	0,48			11,6			
ESTE	Cristal	46,07 m2 x	37	x	0,48	818		Interiores			
SE	Cristal	m2 x	37	x	0,48			24,0			
SUR	Cristal	m2 x	41	x	0,48			DIFERENCIA			
SO	Cristal	m2 x	377	x	0,48			7,2			
OESTE	Cristal	42,00 m2 x	519	x	0,48	10.463		CALOR LATENTE			
NO	Cristal	m2 x	332	x	0,48			Infiltración			
Claraboya	m2 x	399	x	0,48					Personas		
										Aplicaciones	
										SUBTOTAL	
										13.915	
										COEFICIENTE DE SEGURIDAD	
										10 %	
										1.392	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES			
NORTE	Pared	m2 x	4,8	x	0,65			CALOR LATENTE DEL LOCAL			
NE	Pared	m2 x	6,0	x	0,65			15.307			
ESTE	Pared	30,72 m2 x	6,0	x	0,65	120		Aire Ext.			
SE	Pared	m2 x	9,3	x	0,65					7.337,00	
SUR	Pared	m2 x	13,7	x	0,65					m3/h x	
SO	Pared	m2 x	17,1	x	0,65					2,4 x	
OESTE	Pared	28,00 m2 x	13,7	x	0,65	249				0,15	
NO	Pared	m2 x	6,0	x	0,65					BF x 0,72	
Tejado-Sol	m2 x	18,7	x	0,46							
Tejado-Sombra	m2 x	3,7	x	0,46							
										CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL	
										17.177	
										CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL	
										135.256	
										CALOR AIRE EXTERIOR	
										Sensible	
										7.337,00	
										m3/h x	
										7,2 x (1-	
										0,15 BF) x 0,3	
										13.471	
										Latente	
										7.337,00	
										m3/h x	
										2,4 x (1-	
										0,15 BF) x 0,72	
										10.597	
										SUBTOTAL	
										24.068	
										GRAN CALOR TOTAL	
										159.324	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES			
								A.D.P.			
Total Cristal	88,07 m2 x	7,2	x	2,60	1.649				FACTOR CALOR SENSIBLE		
Tabiques LNC	389,90 m2 x	3,6	x	1,20	1.684				118.079		
Techo LNC	m2 x	3,6	x	2,02					Efec. Sens. Local		
Suelo	m2 x	3,6	x	1,10					=		
Suelo exterior	m2 x	7,2	x	1,10					0,87		
Puertas	45,98 m2 x	7,2	x	2,00					Efec. Total Local		
Infiltración	m3/h x	7,2	x	0,30					=		
										ADP Indicado=	
										°C	
										ADP Seleccionado=	
										12	
										°C	
										CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO	
										▲T=(1-0,15 BF)x(°C Loc	
										24,0	
										-	
										12	
										ADP)=	
										10,20	
										CAUDAL DE AIRE M3/H	
										118.079	
										Sensible Local	
										=	
										38.588	
										CALOR INTERNO	
										TOTALES	
Personas	253	Personas	x	57	14.421						Observaciones:
Alumbrado	40.626	Wattios x 0,86	x	1,25	43.673						
Aplicaciones, etc.		36.564	x	0,86	31.445						
Potencia			x								
Ganancias Adicionales			x								
										Nº DE O.T.:	
										CALCULADO POR:	
										SUBTOTAL	
										105.184	
										COEFICIENTE DE SEGURIDAD	
										10 %	
										10.518	
										CALOR SENSIBLE DEL LOCAL	
										115.702	
Aire Exterior	7.337,00	m3/h x	7,2	x	0,15	BF x 0,3				2.377	
										CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL	
										118.079	

La carga total se obtiene sumando el calor efectivo total (sensible efectivo + latente efectivo) más el calor exterior:

$$Carga\ total = 135256 + 24068 = 159324\ kcal/h$$

2.2 Cálculos del diseño de la instalación

A continuación, se van a llevar a cabo los cálculos correspondientes para obtener el diseño de la instalación, es decir, de todos los equipos comentados durante la memoria, con el fin de obtener el sistema de climatización más eficiente posible.

En la tabla que aparece a continuación se muestran las salas que precisan sistemas de todo aire, con valores de carga térmica muy superiores al resto, y las salas en las que bastaría con instalar fan-coils:

PLANTA PRIMERA	
SALA	Sistema de climatización
Zona de facturación	Climatizador de aire
Zona de salidas	Climatizador de aire
Local comercial 1	Climatizador de aire
Local comercial 2	Climatizador de aire
Venta de billetes norte 1-7	Fan-coil
Venta de billetes este 1	Fan-coil
Venta de billetes este 2-5	Fan-coil
Oficina de administración 1-3	Fan-coil
Oficina de administración 4	Fan-coil
Información	Fan-coil
Oficina de administración 5	Fan-coil

Tabla 23: Sistema de climatización en las salas - Planta primera

PLANTA BAJA	
SALA	Sistema de climatización
Zona de llegadas	Climatizador de aire
Zona de salidas al exterior	Climatizador de aire
Oficina del patio sur 1	Fan-coil
Oficina del patio sur 2	Fan-coil
Oficina del patio sur 3-4	Fan-coil
Oficina del patio sur 5	Fan-coil
Oficina del patio sur 6	Fan-coil
Oficina del patio sur 7	Fan-coil
Oficina del patio sur 8	Fan-coil
Oficina del patio sur 9	Fan-coil
Zona de rentacar 1-5	Fan-coil
Zona de rentacar 6-7	Fan-coil
Información	Fan-coil

Tabla 24: Sistema de climatización en las salas - Planta baja

2.2.1 Cálculo de caudales

Antes de realizar los cálculos de los distintos equipos del sistema, se van a calcular caudales de aire y de agua, pues harán falta para poder realizar los cálculos posteriores:

- *Caudales de aire:*

En primer, lugar hay que tener claros los distintos caudales de aire de la instalación que interesan. Estos son: Caudal de impulsión, caudal de retorno, caudal de aire exterior y caudal de extracción. Tal y como se ha explicado en la memoria, los climatizadores de aire funcionan de dos formas posibles.

En los sistemas todo aire los climatizadores tratan el aire proveniente del exterior junto con el que se extrae de los conductos de retorno de las salas en las que combaten la carga térmica. Una vez tratan el aire, lo impulsan hasta los difusores que se ocupan de distribuir el aire por las salas. En los sistemas de agua-aire, los climatizadores tratan el aire del exterior y lo impulsan directamente a los fan-coils. Una vez alcanza los fan-coils, se trata el aire impulsado junto con el aire proveniente de los conductos de retorno de estas salas, y finalmente se impulsa a esta para climatizarla.

Tanto para un sistema como para otro, hay que tener en cuenta que hay conductos de impulsión y de retorno que hay que dimensionar, pero esto se hará más adelante. Tras el cálculo de cargas, tenemos el caudal de aire exterior y el caudal de impulsión de aire. Por tanto, el caudal de retorno se obtiene de la siguiente forma:

$$\text{Caudal retorno} = \text{Caudal impulsión} - \text{Caudal exterior}$$

Es muy importante tener en cuenta estos parámetros para cada sala, recogándose en la siguiente tabla, dado que serán útiles para calcular la instalación posteriormente:

PLANTA PRIMERA			
SALA	Caudal impulsión (m ³ /h)	Caudal aire exterior (m ³ /h)	Caudal de retorno (m ³ /h)
Zona de facturación	38588,00	7337,00	31251,00
Zona de salidas	103230,00	10527,00	92703,00
Local comercial 1	5894,00	1305,00	4589,00
Local comercial 2	5584,00	1189,00	4395,00
Venta de billetes norte 1-7	202,00	45,00	157,00
Venta de billetes este 1	599,00	90,00	509,00
Venta de billetes este 2-5	539,00	90,00	449,00
Oficina de administración 1-3	578,00	90,00	488,00
Oficina de administración 4	789,00	135,00	654,00
Información	1082,00	180,00	902,00
Oficina de administración 5	1060,00	225,00	835,00

Tabla 25: Caudales de aire en las salas - Planta primera

PLANTA BAJA			
SALA	Caudal impulsión (m ³ /h)	Caudal aire exterior (m ³ /h)	Caudal de retorno (m ³ /h)
Zona de llegadas	97139,00	13456,00	83683,00
Zona de salidas al exterior	29238,00	5684,00	23554,00
Oficina del patio sur 1	3159,00	225,00	2934,00
Oficina del patio sur 2	2172,00	180,00	1992,00
Oficina del patio sur 3-4	2163,00	180,00	1983,00
Oficina del patio sur 5	2147,00	45,00	2102,00
Oficina del patio sur 6	220,00	45,00	175,00
Oficina del patio sur 7	1581,00	180,00	1401,00
Oficina del patio sur 8	1564,00	45,00	1519,00
Oficina del patio sur 9	297,00	90,00	207,00
Zona de rentacar 1-5	271,00	90,00	181,00
Zona de rentacar 6-7	204,00	45,00	159,00
Información	494,00	135,00	359,00

Tabla 26: Caudales de aire en las salas - Planta baja

Además, hay que asegurarse de que no hay sobrepresión en las salas, especialmente en las de dimensiones más pequeñas pues son más propensas a ello, y en caso de que la haya deberá extraerse el aire necesario de estas para garantizar el confort en su interior. Para ello, en las salas con sistemas de agua-aire, deben instalarse extractores y conductos de extracción, mientras que en las salas tratadas mediante climatizadores de aire, el exceso de aire puede extraerse a través de las rejillas y los conductos de retorno. En tal caso, las rejillas y los conductos de retorno deben dimensionarse teniendo en cuenta el caudal de extracción además del de retorno.

Para poder determinar si hay sobrepresión, se obtiene el volumen de estas salas y se compara con el caudal de ventilación o de aire exterior. En caso de que el caudal de entrada en la sala supere el volumen de esta, es necesario evacuar parte del caudal para mantener el confort térmico. A continuación, se muestra el caudal de extracción de cada sala obtenido mediante la siguiente operación:

$$Q_{\text{extracción}} = Q_{\text{ventilación}} - \text{Volumen de la sala}$$

PLANTA PRIMERA				
SALA	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Superficie de la sala (m ²)	Volumen de la sala (m ³)	Caudal de extracción (m ³ /h)
Zona de facturación	7337,00	2031,32	14219,226	-6882,23
Zona de salidas	10527,00	2905,92	20341,44	-9814,44
Local comercial 1	1305,00	360,64	2524,48	-1219,48
Local comercial 2	1189,00	334,31	2340,17	-1151,17
Venta de billetes norte 1-7	45,00	12,38	86,625	-41,63

Venta de billetes este 1	90,00	17,60	123,2	-33,20
Venta de billetes este 2-5	90,00	17,60	123,2	-33,20
Oficina de administración 1-3	90,00	23,76	166,32	-76,32
Oficina de administración 4	135,00	30,00	210	-75,00
Información	180,00	39,60	277,2	-97,20
Oficina de administración 5	225,00	42,48	297,36	-72,36

Tabla 27: Caudal de extracción en las salas - Planta primera

PLANTA BAJA				
SALA	Caudal de ventilación (m ³ /h)	Superficie de la sala(m ²)	Volumen de la sala (m ³)	Caudal de extracción (m ³ /h)
Zona de llegadas	13456,00	3714,17	25999,19	-12543,19
Zona de salidas al exterior	5684,00	1573,80	11016,6	-5332,60
Oficina del patio sur 1	225,00	47,61	333,27	-108,27
Oficina del patio sur 2	180,00	32,43	227,01	-47,01
Oficina del patio sur 3-4	180,00	32,43	227,01	-47,01
Oficina del patio sur 5	45,00	14,00	98	-53,00
Oficina del patio sur 6	45,00	14,00	98	-53,00
Oficina del patio sur 7	180,00	32,90	230,3	-50,30
Oficina del patio sur 8	45,00	11,75	82,25	-37,25
Oficina del patio sur 9	90,00	18,00	126	-36,00
Zona de rentacar 1-5	90,00	16,00	112	-22,00
Zona de rentacar 6-7	45,00	12,80	89,6	-44,60
Información	135,00	31,00	217	-82,00

Tabla 28: Caudal de extracción en las salas - Planta baja

El caudal de extracción da negativo en todos los casos, implicando que no es necesario extraer aire de las salas pues no hay sobrepresión. Esto se debe a que todas las salas, incluso las que tienen espacio para una sola persona, tienen un gran volumen debido a los 7m de la altura de las paredes. Por tanto, no hace falta diseñar conductos de extracción ni instalar ventiladores de extracción o extractores en las salas tratadas con fan-coil. Tampoco se precisa la extracción de aire de las salas climatizadas mediante sistemas todo aire a través de los conductos de retorno. Ambas conclusiones significan un ahorro importante del presupuesto final de la instalación.

2.2.1.1 Caudales de agua

Es necesario obtener los caudales de agua fría y agua caliente para poder dimensionar la instalación. Estos caudales dependen la carga térmica de cada sala y de la variación de temperatura en las baterías de los climatizadores o en los propios fan-coils, quedando de la siguiente forma:

$$Q_{\text{Agua caliente}}(l/h) = \frac{\text{Carga térmica invierno} \left(\frac{kcal}{h}\right)}{\Delta T_{\text{Agua Caliente}}}$$

$$Q_{\text{Agua fría}}(\text{l/h}) = \frac{\text{Carga térmica verano } \left(\frac{\text{kcal}}{\text{h}}\right)}{\Delta T_{\text{Agua Fría}}}$$

Donde:

- $\Delta T_{\text{Agua Caliente}}$: Decremento de temperatura de 50°C a 45°C.
- $\Delta T_{\text{Agua Fría}}$: Incremento de temperatura de 7°C a 12°C

A continuación, se muestra el caudal de agua caliente y agua fría de todas las salas a climatizar:

PLANTA PRIMERA				
SALA	Caudal agua caliente (l/h)	Caudal agua fría (l/h)	Caudal agua caliente (m ³ /h)	Caudal agua fría (m ³ /h)
Zona de facturación	9994,29	31864,8	9,99	31,86
Zona de salidas	22754,87	72886,6	22,75	72,89
Local comercial 1	1512,31	4810,6	1,51	4,81
Local comercial 2	1519,12	4514,2	1,52	4,51
Venta de billetes norte 1-7	47,79	168	0,05	0,17
Venta de billetes este 1	455,58	454,4	0,46	0,45
Venta de billetes este 2-5	390,18	417,4	0,39	0,42
Oficina de administración 1-3	338,58	441,6	0,34	0,44
Oficina de administración 4	511,57	615	0,51	0,62
Información	736,76	838	0,74	0,84
Oficina de administración 5	673,35	868,4	0,67	0,87

Tabla 29: Caudales de agua en las salas - Planta primera

PLANTA BAJA				
SALA	Caudal agua caliente (l/h)	Caudal agua fría (l/h)	Caudal agua caliente (m ³ /h)	Caudal agua fría (m ³ /h)
Zona de llegadas	33006,67	71860,8	33,01	71,86
Zona de salidas al exterior	14734,21	24284,2	14,73	24,28
Oficina del patio sur 1	745,35	2107,6	0,75	2,11
Oficina del patio sur 2	536,16	1468,8	0,54	1,47
Oficina del patio sur 3-4	536,16	1463,2	0,54	1,46
Oficina del patio sur 5	385,19	1348,8	0,39	1,35
Oficina del patio sur 6	89,59	169,4	0,09	0,17
Oficina del patio sur 7	447,76	1107	0,45	1,11
Oficina del patio sur 8	293,99	991,8	0,29	0,99
Oficina del patio sur 9	149,38	251,6	0,15	0,25
Zona de rentacar 1-5	143,38	235,2	0,14	0,24
Zona de rentacar 6-7	85,99	159,8	0,09	0,16
Información	235,97	407	0,24	0,41

Tabla 30: Caudales de agua en las salas - Planta baja

2.2.2 Cálculo y dimensionamiento de toberas

El cálculo de toberas es el primer paso para definir los sistemas todo aire, pues se obtiene el caudal real que se suministrará a cada sala y que servirá para dimensionar los conductos de impulsión.

Las toberas deben de distribuir el aire impulsado por los climatizadores uniformemente asegurando que este alcance todas las zonas de las salas sin que se superpongan los flujos entre ellas. Además, se debe buscar una distribución eficiente de los equipos que implique los menores gastos energéticos posibles, y unos niveles de ruido y pérdida de carga por debajo de los límites establecidos, 35 dB y 25 Pa respectivamente.

Cada sala se ha analizado de forma independiente en función de sus dimensiones y del caudal de aire requerido. Las salas se pueden asemejar a rectángulos donde se van a instalar las toberas a la altura del techo y a lo largo de una de las paredes con mayor longitud. En las salas o zonas de las salas cuyo ancho sea superior a 15m se van a instalar toberas a ambos lados, es decir, unas en frente de otras en las paredes con mayor longitud. De esta forma se asegura un reparto uniforme y completo por las salas. Considerando las condiciones citadas y utilizando el catálogo TROX, se va a elegir la tobera ideal para cada caso calculando la distancia de separación entre toberas. Es importante aproximar la forma geométrica de las salas a rectángulos para facilitar el cálculo de la distancia de separación. Se van a escoger toberas DUE-S, que permiten una inclinación de 30° hacia arriba y abajo, y que se clasifican en función de su tamaño. Para cada tobera de cierto tamaño se puede escoger de entre 3 caudales distintos, cuyo valor varía según la velocidad media de la vena de aire. A continuación, se detalla el cálculo de las toberas:

Inicialmente se sacó el caudal de cada tobera tomando que estas estaban a 4 de distancia unas de otras para cada una de las salas de forma independiente. A partir de este valor caudal, se ha elegido el modelo DUE de las toberas del catálogo TROX que más se ajustara, y finalmente, se ha obtenido la distancia correspondiente de separación.

Por ejemplo, para la zona de facturación:

SALA	Caudal impulsión (m ³ /h)	Longitud total (m)	Longitud superior a 15m ancho (m)	Caudal de la tobera a 4m de separación (m ³ /h)	Unidades
Facturación	38588,00	126,30	87,00	714,59	54

Tabla 31: Dimensionamiento 1 toberas zona de facturación

Teniendo el caudal de impulsión y las longitudes de las salas se pueden obtener, según el criterio de diseño, las unidades de tobera a emplear considerando una separación de 4m entre estas. Posteriormente se sacaría el caudal que debería de impulsar cada una de estas:

$$Unidades = \frac{L_{15} \cdot 2}{d} + \frac{L - L_{15}}{d} = \frac{87,00 \cdot 2}{4} + \frac{126,30 - 87,00}{4} = 53,33 \approx 54$$

Donde:

L : Longitud total de la pared larga de la sala.

L_{15} : Longitud de la pared larga de la sala que tenga una separación superior a 15m con la pared de frente.

d : Distancia de separación entre las toberas

Es imprescindible redondear las unidades hacia arriba, pues de lo contrario no se impulsará el caudal necesario para garantizar el confort térmico de la sala.

$$Q_{Tobera\ 4m} = \frac{Q_{Total\ impulsión}}{Unidades} = \frac{38588,00}{54} = 714,59\ m^3/h$$

Donde:

$Q_{Tobera\ 4m}$: Caudal de impulsión de la tobera considerando una separación de 4m entre toberas.

$Q_{Total\ impulsión}$: Caudal de impulsión total de la sala

Una vez calculado el caudal, hay que elegir el modelo de tobera DUE que mejor se ajuste en cuanto a caudal utilizando el catálogo TROX. En este caso, la mejor opción es la DUE-S de tamaño 315mm y de 925m³/h. Por tanto, hay que calcular cuantas unidades de esta tobera se deben emplear y la disposición espacial de estas:

Modelo Tobera TROX	Caudal real tobera (m ³ /h)	Distancia de separación (m)	Unidades	Toberas Individuales	Toberas Dobles
DUE-S 315	925,00	5,11	42	8	34

Tabla 32: Dimensionamiento 2 toberas zona de facturación

Teniendo el caudal, se puede sacar la distancia de separación de las toberas:

$$Distancia\ de\ separación = Q_{Tobera\ DUE-S} \cdot \frac{(L - L_{15}) + 2 \cdot L_{15}}{Q_{Total\ impulsión}} = Q_{Tobera\ DUE-S} \cdot \frac{L + L_{15}}{Q_{Total\ impulsión}}$$

$$Distancia\ de\ separación = 925,00 \cdot \frac{126,30 + 87,00}{38588,00} = 5,11\ m$$

Donde:

$Q_{Tobera\ DUE-S}$: Caudal de la tobera elegida

Habiendo sacado la distancia de separación, se pueden obtener las unidades que se instalarán empleando la misma fórmula que anteriormente y redondeando hacia arriba de nuevo.

Finalmente, se calcula la distribución de las toberas, diferenciando las que se instalaran en un lado de la pared u otro. Se ha denominado toberas individuales a las toberas instaladas en las paredes cuya distancia con la pared de en frente sea inferior a 15m y toberas dobles en caso de que la longitud sea mayor.

$$Toberas\ dobles = Unidades \cdot \frac{2 \cdot \frac{L_{15}}{L}}{2 \cdot \frac{L_{15}}{L} + \frac{L - L_{15}}{L}} = 42 \cdot \frac{2 \cdot \frac{87,00}{126,30}}{2 \cdot \frac{87,00}{126,30} + \frac{126,30 - 87,00}{126,30}} = 34$$

$$Toberas\ individuales = Unidades - Toberas\ dobles = 8$$

Esto implica que habrá 34 toberas dispuestas unas en frente de otras, es decir, 17 a cada lado y otras 8 toberas instaladas sin ninguna tobera localizada en frente. Si el cálculo de toberas dobles diese impar, habría que coger el número par inferior para cuadrar la distribución.

A continuación, se muestran las toberas empleadas en cada sala y la distribución de estas:

SALA	Modelo Tobera TROX	Caudal real tobera (m³/h)	Distancia de separación (m)	Unidades	Toberas individuales	Toberas dobles
Facturación	DUE-S 315	925,00	5,11	42	8	34
Salidas	DUE-S 400	1550,00	4,56	67	1	66
Local comercial 1	DUE-S 250	680,00	3,71	9	9	0
Local comercial 2	DUE-S 250	680,00	4,15	9	9	0
Llegadas	DUE-S 400	1850,00	4,71	53	9	44
Salidas al exterior	DUE-S 315	1075,00	4,43	28	20	8

Tabla 33: Toberas empleadas en cada sala

Observando los resultados, es preferible instalar dos climatizadores independientes tanto en la zona de salidas como en la zona de llegadas para repartir las grandes exigencias de caudal. El reparto de caudal será lo más equitativo posible.

2.2.3 Cálculo y dimensionamiento de rejillas de retorno

Así como las toberas definen el caudal real que se impulsa a cada sala, las rejillas de retorno determinan el caudal real que retorna de estas y, servirá para dimensionar los conductos de retorno.

Las rejillas consiguen recircular el aire de las salas de vuelta a los climatizadores UTA garantizando un aire limpio y descontaminado. El criterio de dimensionamiento está sujeto a menos condiciones que las toberas por lo que el cálculo resulta más sencillo. Las rejillas se van a instalar en las esquinas de las salas, y en caso de que sea necesario retornar una cantidad de aire mayor, se colocan a lo largo de las paredes más largas de las salas simultáneamente, y a una distancia de separación suficiente entre ellas. Es importante aproximar la forma geométrica de las salas a rectángulos para facilitar el cálculo de la distancia de separación. La distribución de las rejillas tiene que ser simétrica para asegurar que se repartan correctamente por la sala y que no haya superposición entre ellas. Además, al igual que con las toberas, deben respetarse los límites de ruido y de pérdidas de carga: 35 dB y 25 Pa respectivamente.

En cada sala se ha usado un modelo o dos de rejilla para ajustar con exactitud el caudal de retorno y así conseguir optimizar costes y tener una instalación más eficiente. Con el fin de trabajar con una distribución simétrica, se han seleccionado las rejillas para que sumen en total un número par de unidades y haya las mismas a ambos lados de la sala. Se ha empleado el modelo de rejillas simples de deflexión con compuerta de regulación **AT-AG** del catálogo **TROX** en todos los casos. A continuación, se muestran las tablas donde se recogen las características específicas de las rejillas de cada sala y los parámetros de interés.

ZONA DE FACTURACIÓN	
Caudal retorno (m³/h)	31251,00
Nº modelos de rejillas de retorno empleados	1
Dimensiones rejillas de retorno AT-AG nº1 (mm x mm)	1225x525
Caudal unitario rejillas de retorno AT-AG nº1 (m³/h)	4000,00
Unidades	8
Distancia entre rejillas de retorno (m)	31,58

Tabla 34: Rejillas de retorno en la zona de facturación

ZONA DE SALIDAS	
Caudal retorno (m³/h)	92703,00
Nº modelos de rejillas de retorno empleados	2
Dimensiones rejillas de retorno AT-AG nº1 (mm x mm)	1225x525
Caudal unitario rejillas de retorno AT-AG nº1 (m³/h)	5000,00
Unidades	18
Dimensiones rejillas de retorno AT-AG nº2 (mm x mm)	825x425
Caudal unitario rejillas de retorno AT-AG nº2 (m³/h)	1400,00
Unidades	2
Distancia entre rejillas de retorno (m)	15,49

Tabla 35: Rejillas de retorno en la zona de salidas

LOCAL COMERCIAL 1	
Caudal retorno (m³/h)	4589,00
Nº modelos de rejillas de retorno empleados	1
Dimensiones rejillas de retorno AT-AG nº1 (mm x mm)	625x425
Caudal unitario rejillas de retorno AT-AG nº1 (m³/h)	1200,00
Unidades	4
Distancia entre rejillas de retorno (m)	32,2

Tabla 36: Rejillas de retorno en el local comercial 1

LOCAL COMERCIAL 2	
Caudal retorno (m³/h)	4395,00
Nº modelos de rejillas de retorno empleados	1
Dimensiones rejillas de retorno AT-AG nº1 (mm x mm)	625x425
Caudal unitario rejillas de retorno AT-AG nº1 (m³/h)	1200,00
Unidades	4
Distancia entre rejillas de retorno (m)	34,1

Tabla 37: Rejillas de retorno en el local comercial 2

ZONA DE LLEGADAS	
Caudal retorno (m³/h)	83683,00
Nº modelos de rejillas de retorno empleados	2
Dimensiones rejillas de retorno AT-AG nº1 (mm x mm)	1225x525
Caudal unitario rejillas de retorno AT-AG nº1 (m³/h)	4000,00
Unidades	20
Dimensiones rejillas de retorno AT-AG nº2 (mm x mm)	825x425
Caudal unitario rejillas de retorno AT-AG nº2 (m³/h)	2000,00
Unidades	2
Distancia entre rejillas de retorno (m)	13,18

Tabla 38: Rejillas de retorno en la zona de llegadas

ZONA DE SALIDAS AL EXTERIOR	
Caudal retorno (m³/h)	23554,00
Nº modelos de rejillas de retorno empleados	1
Dimensiones rejillas de retorno AT-AG nº1 (mm x mm)	1225x525
Caudal unitario rejillas de retorno AT-AG nº1 (m³/h)	4000,00
Unidades	6
Distancia entre rejillas de retorno (m)	34,40

Tabla 39: Rejillas de retorno en la zona de salidas al exterior

Tanto en zona de salidas como en la de llegadas, el caudal se distribuirá de la forma más equitativa posible entre los conductos de retorno de los climatizadores.

2.2.4 Dimensionamiento de la red de conductos

Tal y como se ha comentado en la memoria y previamente en el cálculo de caudales de aire, se van a diseñar los conductos rectangulares de acero galvanizado de la instalación que circulan por los falsos techos del aeropuerto. Como no hay sobrepresión en ninguna sala, se van a emplear conductos de impulsión y retorno empleados en los sistemas todo aire y, conductos de aire exterior en los sistemas de agua aire. El proceso de dimensionamiento será el mismo para todos los tipos de conducto.

Antes de nada, hay que dividir la red en circuitos con el fin de tener una instalación eficiente y, diseñar los tramos de cada uno teniendo en cuenta el caudal real que circula por estos. Se va a instalar un circuito de impulsión y otro de retorno por cada climatizador de aire. Por tanto, en las salas en las que hace falta instalar más de un climatizador de aire, es decir, en las zonas de salidas y llegadas, hay dos circuitos de impulsión y de retorno independientes entre sí. Por otro lado, se van a instalar dos circuitos de conductos exteriores para alimentar los terminales fan-coil, uno por cada planta a climatizar. Cada circuito se debe encargar de distribuir correctamente el aire a los fan-coils de cada una de las dos plantas en cuestión.

En la siguiente tabla queda, de forma simplificada, la división de la red de conductos en los distintos circuitos con los caudales reales que circulan a lo largo de estos. En el caso de los conductos de los sistemas todo aire, los caudales se han determinado a partir de las toberas o rejillas de retorno que mejor se ajustaban a las necesidades de caudal de cada sala. En los sistemas agua aire, se ha empleado el caudal obtenido a la hora de dimensionar las salas garantiza el confort térmico ya que en este caso el fan-coil no impone esa restricción:

- Sistemas todo aire: Se ha instalado un circuito de conductos de aire por cada equipo climatizador.

UTA	SALA	Q conducto de impulsión (m ³ /h)	Q conducto de retorno (m ³ /h)
AC-1	Zona de facturación	38588,00	32000,00
AC-2 1	Zona de salidas	52700,00	46400,00
AC-2 2	Zona de salidas	51150,00	46400,00
AC-3	Local comercial 1	6120,00	4800,00
AC-4	Local comercial 2	6120,00	4800,00
AC-5 1	Zona de llegadas	49950,00	42000,00
AC-5 2	Zona de llegadas	48100,00	42000,00
AC-6	Zona de salidas al exterior	30100,00	24000,00

Tabla 40: Caudales de aire por los conductos de impulsión y retorno

- Sistemas agua aire: Se ha instalado un circuito de conductos de aire exterior por cada planta.

PLANTA	Q aire exterior (m ³ /h)
Primera	8834,00
Baja	17723,00

Tabla 41: Caudales de aire por los conductos exteriores

A continuación, se van a diseñar, usando como ejemplo, los circuitos de impulsión y de retorno empleados para climatizar la zona de facturación y, se realizará el mismo proceso de dimensionamiento en los circuitos restantes.

Conociendo el caudal que impulsa cada tobera o que absorbe cada rejilla, se saca el caudal de cada tramo. Entonces, hay que apoyarse en el *Manual de cálculo de conductos del Carrier*, mediante el cual se obtiene, en primer lugar, el diámetro del conducto, y posteriormente, la conversión a un conducto equivalente de sección cuadrada empleando unas tablas de cálculo adjuntadas en el Anexo. Hay que considerar las condiciones citadas en la memoria que imponen una velocidad máxima de 7m/s y una pérdida de carga unitaria máxima de 0,012 mm.c.a/m.

A la hora de seleccionar los diámetros de los tramos, es importante evitar cambios pronunciados de sección entre los que colindan pues podría generar ruido excesivo y significar una pérdida de carga muy contundente. Al emplear el diagrama de cálculo de conductos del Carrier, hay que valorar las distintas posibles opciones de diseño para cada tramo y elegir la óptima con sensatez, así como cuando se definen las dimensiones rectangulares del conducto equivalente en cada caso. Por tanto, se ha optado por reducir lo máximo posible la pérdida de carga unitaria de cada tramo buscando un diámetro que no resulte demasiado grande en comparación con el que correspondiera a una pérdida de carga unitaria superior para no incrementar demasiado el coste de los conductos. De esta forma, se reduce el rozamiento a lo largo del conducto y, con ello, la presión estática y el gasto energético del ventilador que debe instalarse para impulsar el aire, traduciéndose en un presupuesto viable y una instalación de mayor calidad.

A continuación, se muestra los tramos de los conductos de impulsión y retorno de la zona de facturación y, los parámetros que definen cada uno de estos. Se ha incluido la longitud de cada tramo que será necesario para obtener posteriormente la pérdida de carga a lo largo de estos.

- Conducto de impulsión del climatizador AC-1 (Zona de facturación):

Tramo	Q (m ³ /h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)
0' a 0	38850	1400	1400x1100	9,00	0,025
0 a 1	15725	900	900x700	11,56	0,055
1 a 3	9250	800	800x650	2,56	0,030
3 a 5	8325	775	800x560	5,11	0,030
5 a 7	7400	750	800x560	5,11	0,030
7 a 9	6475	700	800x500	5,11	0,030
9 a 11	5550	660	600x580	5,11	0,030
11 a 13	4625	625	600x500	5,11	0,030
13 a 15	3700	570	600x410	5,11	0,030
15 a 17	2775	525	450x450	5,11	0,030
17 a 19	1850	440	400x340	5,11	0,030
19 a 21	925	380	350x300	5,11	0,015
1 a 22	6475	700	800x500	2,56	0,030
22 a 24	5550	660	600x580	5,11	0,030
24 a 26	4625	625	600x500	5,11	0,030
26 a 28	3700	570	600x410	5,11	0,030
28 a 30	2775	525	450x450	5,11	0,030
30 a 32	1850	440	400x340	5,11	0,030
32 a 34	925	380	350x300	5,11	0,015
0 a 2	23125	1100	1000x1000	7,19	0,038
2 a 35	9250	800	800x650	2,56	0,030

35 a 37	8325	775	800x560	5,11	0,030
37 a 39	7400	750	800x560	5,11	0,030
39 a 41	6475	700	800x500	5,11	0,030
41 a 43	5550	660	600x580	5,11	0,030
43 a 45	4625	625	600x500	5,11	0,030
45 a 47	3700	570	600x410	5,11	0,030
47 a 49	2775	525	450x450	5,11	0,030
49 a 51	1850	440	400x340	5,11	0,030
51 a 53	925	380	350x300	5,11	0,015
2 a 54	13875	925	900x700	2,56	0,030
54 a 56	12950	900	900x700	5,11	0,030
56 a 58	12025	880	800x700	5,11	0,030
58 a 60	11100	850	800x700	5,11	0,030
60 a 62	10175	825	800x650	5,11	0,030
62 a 64	9250	800	800x650	5,11	0,030
64 a 66	8325	775	800x560	5,11	0,030
66 a 68	7400	750	800x560	10,11	0,030
68 a 70	6475	700	800x500	5,11	0,030
70 a 72	5550	660	600x580	5,11	0,030
72 a 74	4625	625	600x500	5,11	0,030
74 a 76	3700	570	600x410	5,11	0,030
76 a 78	2775	525	450x450	5,11	0,030
78 a 80	1850	440	400x340	5,11	0,030
80 a 82	925	380	350x300	5,11	0,015

Tabla 42: Dimensionamiento de los conductos de impulsión de la zona de facturación

- Conducto de retorno del climatizador AC-1 (Zona de facturación):

Tramo	Q (m ³ /h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)
4 a 3	4000	630	600x500	31,58	0,020
3 a 1	8000	770	800x560	15,79	0,030
6 a 5	4000	630	600x500	31,58	0,020
5 a 1	8000	770	800x560	15,79	0,030
1 a 0	16000	1000	1000x850	9,20	0,030
8 a 7	4000	630	600x500	31,58	0,020
7 a 2	8000	770	800x560	15,79	0,030
10 a 9	4000	630	600x500	31,58	0,020
9 a 2	8000	770	800x560	15,79	0,030
2 a 0	16000	1000	1000x850	9,20	0,030
0 a 0'	32000	1325	1300x1050	16,00	0,030

Tabla 43: Dimensionamiento de los conductos de retorno de la zona de facturación

Una vez dimensionados los tramos de los conductos se procede al cálculo de las pérdidas de carga absolutas a lo largo de estos. Hay que estudiar las pérdidas de carga asociadas al rozamiento a lo largo de los conductos y las pérdidas secundarias ocasionadas por codos, derivaciones y otros accesorios de estos. Además, tanto las toberas como las rejillas de retorno y, las compuertas cortafuegos, significan una pérdida de carga considerable. Con el fin de simplificar el cálculo y dado que los valores de estas pérdidas

son fijos, se agruparán como pérdidas por difusión. Se ha considera una pérdida de 3,1 mm.c.a. pues las toberas o rejillas de retorno significan 2 mm.c.a y las compuertas cortafuegos 1,1 mm.c.a.

Las pérdidas por rozamiento se obtienen mediante el producto de la pérdida de carga unitaria de cada tramo y su respectiva longitud. En este caso hay que determinar el recorrido UTA-tobera o rejilla de retorno-UTA, que implique la mayor pérdida de carga, pues sirve para dimensionar los ventiladores de impulsión y retorno de aire de los climatizadores que se van a diseñar más adelante. En el caso de los sistemas de agua aire debe determinarse el recorrido UAP-fan-coil que implique la mayor pérdida de carga. A esta pérdida de carga se le suma la pérdida de carga por difusión y, al valor resultante, se le aplica un coeficiente de seguridad del 10%. Esta sería la pérdida de carga primaria del circuito.

Por último, hay que considerar los accesorios como codos y derivaciones a lo largo de los conductos, que implican una pérdida de carga secundaria que se traduce aproximadamente en un tercio de la pérdida de carga anterior, aplicándose también el coeficiente de seguridad. Así, se fija un margen para garantizar que el caudal de impulsión requerido llegue a todas las toberas y que el caudal de retorno consiga volver en su totalidad a los climatizadores o, que el caudal de aire exterior alcance todos los terminales de fan-coil.

A continuación, se muestran las tablas de cálculo de Excel mediante las cuales se han obtenido las pérdidas de carga por rozamiento y difusión de ambos circuitos:

- Conducto de impulsión del climatizador AC-1 (Zona de facturación):

Conducto							
Tramo	Q (m ³ /h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
0' a 0	38850	1400	1400 x 1100	9,00	0,025	0,225	0,225
0 a 1	15725	900	900 x 700	11,56	0,055	0,636	
1 a 3	9250	800	800 x 650	2,56	0,030	0,077	
3 a 5	8325	775	800 x 560	5,11	0,030	0,153	
5 a 7	7400	750	800 x 560	5,11	0,030	0,153	
7 a 9	6475	700	800 x 500	5,11	0,030	0,153	
9 a 11	5550	660	600 x 580	5,11	0,030	0,153	
11 a 13	4625	625	600 x 500	5,11	0,030	0,153	
13 a 15	3700	570	600 x 410	5,11	0,030	0,153	
15 a 17	2775	525	450 x 450	5,11	0,030	0,153	
17 a 19	1850	440	400 x 340	5,11	0,030	0,153	
19 a 21	925	380	350 x 300	5,11	0,015	0,077	
1 a 22	6475	700	800 x 500	2,56	0,030	0,077	
22 a 24	5550	660	600 x 580	5,11	0,030	0,153	
24 a 26	4625	625	600 x 500	5,11	0,030	0,153	
26 a 28	3700	570	600 x 410	5,11	0,030	0,153	
28 a 30	2775	525	450 x 450	5,11	0,030	0,153	
30 a 32	1850	440	400 x 340	5,11	0,030	0,153	
32 a 34	925	380	350 x 300	5,11	0,015	0,077	
0 a 2	23125	1100	1000 x 1000	7,19	0,038	0,270	0,270
2 a 35	9250	800	800 x 650	2,56	0,030	0,077	
35 a 37	8325	775	800 x 560	5,11	0,030	0,153	
37 a 39	7400	750	800 x 560	5,11	0,030	0,153	
39 a 41	6475	700	800 x 500	5,11	0,030	0,153	
41 a 43	5550	660	600 x 580	5,11	0,030	0,153	
43 a 45	4625	625	600 x 500	5,11	0,030	0,153	
45 a 47	3700	570	600 x 410	5,11	0,030	0,153	
47 a 49	2775	525	450 x 450	5,11	0,030	0,153	
49 a 51	1850	440	400 x 340	5,11	0,030	0,153	
51 a 53	925	380	350 x 300	5,11	0,015	0,077	
2 a 54	13875	925	900 x 700	2,56	0,030	0,077	0,077
54 a 56	12950	900	900 x 700	5,11	0,030	0,153	0,153
56 a 58	12025	880	800 x 700	5,11	0,030	0,153	0,153
58 a 60	11100	850	800 x 700	5,11	0,030	0,153	0,153
60 a 62	10175	825	800 x 650	5,11	0,030	0,153	0,153
62 a 64	9250	800	800 x 650	5,11	0,030	0,153	0,153
64 a 66	8325	775	800 x 560	5,11	0,030	0,153	0,153
66 a 68	7400	750	800 x 560	10,11	0,030	0,303	0,303
68 a 70	6475	700	800 x 500	5,11	0,030	0,153	0,153
70 a 72	5550	660	600 x 580	5,11	0,030	0,153	0,153
72 a 74	4625	625	600 x 500	5,11	0,030	0,153	0,153
74 a 76	3700	570	600 x 410	5,11	0,030	0,153	0,153
76 a 78	2775	525	450 x 450	5,11	0,030	0,153	0,153
78 a 80	1850	440	400 x 340	5,11	0,030	0,153	0,153
80 a 82	925	380	350 x 300	5,11	0,015	0,077	0,077
Subtotal							2,791
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							6,48

Tabla 44: Pérdidas de carga por rozamiento y difusión en los conductos de impulsión de la zona de facturación

- Conducto de retorno del climatizador AC-1 (Zona de facturación):

Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
4 a 3	4000	630	600x500	31,58	0,020	0,632	0,632
3 a 1	8000	770	800x560	15,79	0,030	0,474	0,474
6 a 5	4000	630	600x500	31,58	0,020	0,632	0,632
5 a 1	8000	770	800x560	15,79	0,030	0,474	0,474
1 a 0	16000	1000	1000x850	9,20	0,030	0,276	0,276
8 a 7	4000	630	600x500	31,58	0,020	0,632	
7 a 2	8000	770	800x560	15,79	0,030	0,474	
10 a 9	4000	630	600x500	31,58	0,020	0,632	
9 a 2	8000	770	800x560	15,79	0,030	0,474	
2 a 0	16000	1000	1000x850	9,20	0,030	0,276	
0 a 0'	32000	1325	1300x1050	16,00	0,030	0,175	0,175
Subtotal							2,662
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							6,34

Tabla 45: Pérdidas de carga por rozamiento y difusión en los conductos de retorno de la zona de facturación

Los tramos más desfavorables que definirán los ventiladores se han marcado en negrita.

Finalmente, hay que sumar las pérdidas de carga secundarias para poder dimensionar los ventiladores de los climatizadores. Las pérdidas de carga secundarias vienen dadas por:

$$\text{Pérdida de carga secundaria} = \frac{\text{Pérdida de carga primaria}}{3}$$

Por consiguiente, la pérdida de carga total más desfavorable de ambos conductos es:

Conducto de impulsión UTA AC-1	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	6,48
Pérdida secundaria	2,16
TOTAL	8,64

Tabla 46: Pérdidas de carga totales de los conductos de impulsión de la UTA AC-1

Conducto de retorno UTA AC-1	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	6,34
Pérdida secundaria	2,11
TOTAL	8,45

Tabla 47: Pérdidas de carga totales de los conductos de retorno de la UTA AC-1

La pérdida de carga total coincide con la presión estática que deben tener los ventiladores de los que disponen los climatizadores y las unidades de aire primario.

En cuanto al dimensionamiento de los conductos y al cálculo de pérdidas de carga primarias del resto de conductos se ha adjuntado la hoja de cálculo de Excel en los Anexos. Cabe destacar que, en los conductos exteriores de aire, se ha mantenido la pérdida de difusión de 3,1 mm.c.a dado que sigue habiendo compuerta cortafuegos (implicando 1,1 mm.c.a) y, los propios terminales de los fan-coils llevan a cabo la función de la tobera, por lo que se asume que mantienen la pérdida de carga de 2 mm.c.a.

A continuación, se muestran las tablas con las pérdidas del resto de conductos, que van a servir para dimensionar todos los ventiladores. El coeficiente de 10% de seguridad se aplica a todas las pérdidas por rozamiento y pérdidas secundarias:

Tablas 48: Pérdida de carga total en los conductos de impulsión y retorno de los climatizadores

Conducto de impulsión UTA AC-2 1	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	6,03
Pérdida secundaria	2,01
TOTAL	8,04

Conducto de retorno UTA AC-2 1	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	6,6
Pérdida secundaria	2,20
TOTAL	8,80

Conducto de impulsión UTA AC-2 2	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	5,34
Pérdida secundaria	1,78
TOTAL	7,12

Conducto de retorno UTA AC-2 2	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	5,89
Pérdida secundaria	1,96
TOTAL	7,85

Conducto de impulsión UTA AC-3	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	4,63
Pérdida secundaria	1,54
TOTAL	6,17

Conducto de retorno UTA AC-3	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	5,33
Pérdida secundaria	1,78
TOTAL	7,11

Conducto de impulsión UTA AC-4	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	4,73

Pérdida secundaria	1,58
TOTAL	6,31

Conducto de retorno UTA AC-4	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	5,37
Pérdida secundaria	1,79
TOTAL	7,16

Conducto de impulsión UTA AC-5 1	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	5,64
Pérdida secundaria	1,88
TOTAL	7,52

Conducto de retorno UTA AC-5 1	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	5,87
Pérdida secundaria	1,96
TOTAL	7,83

Conducto de impulsión UTA AC-5 2	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	5,72
Pérdida secundaria	1,91
TOTAL	7,63

Conducto de retorno UTA AC-5 2	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	6,19
Pérdida secundaria	2,06
TOTAL	8,25

Conducto de impulsión UTA AC-6	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	6,69
Pérdida secundaria	2,23
TOTAL	8,92

Conducto de retorno UTA AC-6	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	5,58

Pérdida secundaria	1,86
TOTAL	7,44

Conducto de aire exterior UAP planta primera	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	8,63
Pérdida secundaria	2,88
TOTAL	11,51

Conducto de aire exterior UAP planta baja	Pérdidas (mm.c.a)
Pérdida primaria	6,45
Pérdida secundaria	2,15
TOTAL	8,60

Las pérdidas obtenidas se traducen en la presión estática nominal de los ventiladores, necesaria para impulsar el caudal de aire requerido:

- Desde las UTA hasta cada una de las toberas del circuito en cuestión o, desde las rejillas de retorno de vuelta a la UTA determinada.
- Desde las unidades de aire primario hasta los terminales de los fan-coils.

En ambos casos, los climatizadores que se van a instalar podrán disponer de ventiladores que puedan atender los requerimientos específicos de cada conducto.

2.2.5 Dimensionamiento y selección de los climatizadores

Habiendo calculado los caudales de aire y, dimensionado las toberas, rejillas de retorno y la red de conductos, ya se pueden definir los climatizadores de aire; tanto las UTA como las unidades de aire primario:

Tablas 49: Unidades de tratamiento de aire empleadas

UTA AC-1	
Caudal de impulsión (m ³ /h)	31864,80
Caudal de retorno (m ³ /h)	32000,00
Caudal de agua fría (l/h)	31864,80
Caudal de agua caliente (l/h)	9994,29
Potencia batería calor (kW)	185,29
Potencia batería frío (kW)	58,12
Pérdida de carga impulsión (Pa)	84,67
Pérdida de carga retorno (Pa)	82,81

UTA AC-2 1	
Caudal de impulsión (m ³ /h)	52700,00
Caudal de retorno (m ³ /h)	46400,00
Caudal de agua fría (l/h)	36443,30
Caudal de agua caliente (l/h)	11377,44
Potencia batería calor (kW)	211,92
Potencia batería frío (kW)	66,16
Pérdida de carga impulsión (Pa)	78,79
Pérdida de carga retorno (Pa)	86,24

UTA AC-2 2	
Caudal de impulsión (m ³ /h)	51150,00
Caudal de retorno (m ³ /h)	46400,00
Caudal de agua fría (l/h)	36443,30
Caudal de agua caliente (l/h)	11377,44
Potencia batería calor (kW)	211,92
Potencia batería frío (kW)	66,16
Pérdida de carga impulsión (Pa)	69,78
Pérdida de carga retorno (Pa)	76,93

UTA AC-3	
Caudal de impulsión (m ³ /h)	6120,00
Caudal de retorno (m ³ /h)	4800,00
Caudal de agua fría (l/h)	4810,60
Caudal de agua caliente (l/h)	1512,31
Potencia batería calor (kW)	27,97
Potencia batería frío (kW)	8,79
Pérdida de carga impulsión (Pa)	60,47
Pérdida de carga retorno (Pa)	69,68

UTA AC-4	
Caudal de impulsión (m ³ /h)	6120,00
Caudal de retorno (m ³ /h)	4800,00
Caudal de agua fría (l/h)	4514,20
Caudal de agua caliente (l/h)	1519,12
Potencia batería calor (kW)	26,25
Potencia batería frío (kW)	8,83
Pérdida de carga impulsión (Pa)	61,84
Pérdida de carga retorno (Pa)	70,17

UTA AC-5 1	
Caudal de impulsión (m ³ /h)	49950,00
Caudal de retorno (m ³ /h)	42000,00
Caudal de agua fría (l/h)	35930,40
Caudal de agua caliente (l/h)	16503,34
Potencia batería calor (kW)	208,94
Potencia batería frío (kW)	95,97
Pérdida de carga impulsión (Pa)	73,70
Pérdida de carga retorno (Pa)	76,73

UTA AC-5 2	
Caudal de impulsión (m ³ /h)	48100,00
Caudal de retorno (m ³ /h)	42000,00
Caudal de agua fría (l/h)	35930,40
Caudal de agua caliente (l/h)	16503,34
Potencia batería calor (kW)	208,94
Potencia batería frío (kW)	95,97
Pérdida de carga impulsión (Pa)	74,77
Pérdida de carga retorno (Pa)	80,85

UTA AC-6	
Caudal de impulsión (m ³ /h)	30100,00
Caudal de retorno (m ³ /h)	24000,00
Caudal de agua fría (l/h)	24284,20
Caudal de agua caliente (l/h)	14734,21
Potencia batería calor (kW)	141,21
Potencia batería frío (kW)	85,68
Pérdida de carga impulsión (Pa)	87,22
Pérdida de carga retorno (Pa)	72,91

Se han seleccionado climatizadores UTA de la serie **TKM 50 HE** y marca **TROX Technik**. Cuentan con la certificación **EUROVENT** y, por tanto, con los más altos estándares de independencia, fiabilidad e integridad. Se puede modelar a medida cada unidad de tratamiento de aire a las especificaciones de

diseño y, dado que pueden trabajar con caudales de aire de hasta 110.000 m³/h, se ajustan perfectamente a cualquier climatizador de la instalación.

Tabla 50: Unidades de aire primario empleadas

UAP Planta Primera	
Caudal exterior de aire (m ³ /h)	1575,00
Caudal de agua fría (l/h)	6945,00
Caudal de agua caliente (l/h)	5291,00
Pérdida de carga (Pa)	112,80

UAP Planta Baja	
Caudal exterior de aire (m ³ /h)	1845,00
Caudal de agua fría (l/h)	12274,00
Caudal de agua caliente (l/h)	4842,00
Pérdida de carga (Pa)	84,28

Se ha seleccionado la unidad de aire primario **TBS-EC-23** de **TROX Technik**, encargada de suministrar un caudal de aire de ventilación de hasta 2500 m³/h a los fan-coils de las plantas. Estos climatizadores disponen de ventiladores tipo plug-fan que cuentan con un motor EC incorporado en función de la pérdida de carga específica a combatir. Las TBS-EC son unidades estándar de tratamiento de aire de baja altura, especialmente indicadas para su instalación en falsos techos de alturas reducidas. Pueden suministrarse distintos tipos de reguladores de velocidad, para ajustar el caudal de los equipos a las necesidades de cada instalación.

2.2.6 Cálculo de fan-coils

Se van a instalar los equipos en las salas de forma independiente para garantizar el confort térmico de estas en cada caso. El fan-coil que hay que seleccionar debe cumplir ciertas exigencias de potencia térmica y caudal. Para las salas con mayores exigencias de carga térmica y de mayor superficie es posible que haya que instalar más de un equipo para combatir la carga y hacerlo de forma eficiente.

Los parámetros de interés para dimensionar el fan-coil son:

- Potencia Sensible Invierno (kW)
- Potencia Sensible Verano (kW)
- Caudal Agua Caliente (m³/h)
- Caudal Agua Fría (m³/h)

Estos parámetros se recogen en las siguientes tablas:

PLANTA PRIMERA				
SALA	Caudal agua fría (m ³ /h)	Caudal de agua caliente (m ³ /h)	Carga Total Invierno (kW)	Carga Total Verano (kW)
Venta de billetes norte 1-7	0,168	0,048	0,278	0,977
Venta de billetes este 1	0,454	0,456	2,649	2,642
Venta de billetes este 2-5	0,417	0,390	2,269	2,427
Oficina de administración 1-3	0,442	0,339	1,969	2,568
Oficina de administración 4	0,615	0,512	2,975	3,576
Información	0,838	0,737	4,284	4,873
Oficina de administración 5	0,868	0,673	3,916	5,05

Tabla 51: Parámetro de s dimensionamiento de los fan-coils - Planta primera

PLANTA BAJA				
SALA	Caudal agua fría (m ³ /h)	Caudal de agua caliente (m ³ /h)	Carga Total Invierno (kW)	Carga Total Verano (kW)
Oficina del patio sur 1	2,108	0,745	4,334	12,256
Oficina del patio sur 2	1,469	0,536	3,118	8,541
Oficina del patio sur 3-4	1,463	0,536	3,118	8,509
Oficina del patio sur 5	1,349	0,385	2,24	7,843
Oficina del patio sur 6	0,169	0,090	0,521	0,985
Oficina del patio sur 7	1,107	0,448	2,604	6,437
Oficina del patio sur 8	0,992	0,294	1,71	5,767
Oficina del patio sur 9	0,252	0,149	0,869	1,463
Zona de rentacar 1-5	0,235	0,143	0,834	1,368
Zona de rentacar 6-7	0,16	0,086	0,5	0,929
Información	0,407	0,236	1,372	2,367

Tabla 52: Parámetros de dimensionamiento de los fan-coils - Planta baja

La carga térmica máxima se da en la oficina del patio sur 1 y es de 12,256kW. Se puede confirmar que se elegido bien qué salas se deben climatizar mediante sistemas agua-aire, pues hasta los 15kW se pueden

combatir las cargas de forma eficiente sin necesidad de emplear un climatizador de aire que aumentaría el presupuesto.

Se ha empleado el catálogo **Hitecsa** para seleccionar en equipo ideal para sala. Se ha optado por emplear diversos modelos de fan-coil de la serie **FCW/FCCW** de 4 vías que irán instalados en el falso techo de las salas. A la hora de escoger de fan-coil para sala, este debe cumplir las cuatro exigencias por las que se definen los fan-coils, citadas en las tablas anteriores. En los casos en lo que ha hecho falta más potencia o caudal de la que puede proporcionar un único fan-coil, se han instalado dos terminales. Se han considerado las salas cuya superficie era lo suficientemente amplia como para tener que usar dos terminales de menor potencia y caudal, en vez de un único terminal pese a que se cumpliera con los requisitos de dimensionamiento, con el fin de repartir el aire homogéneamente en el interior de la sala.

En el Anexo aparece el catálogo empleado, donde se pueden ver los parámetros que definen los modelos de fan-coil empleados. Se han tomado los valores de refrigeración correspondientes a una temperatura del agua de 7°C a 12°C, y de calefacción, los correspondientes a una temperatura de entrada de 50°C y salida a 45°C. En ambos casos, tanto para potencias como caudales, se ha cogido el valor medio que corresponde a la velocidad cableada de fábrica.

A continuación, se muestran las tablas con los modelos y el número de terminales empleados:

PLANTA PRIMERA		
SALA	Modelo	Nº Fan-coils
Venta de billetes norte 1-7	30	1
Venta de billetes este 1	90	1
Venta de billetes este 2-5	70	1
Oficina de administración 1-3	70	1
Oficina de administración 4	90	1
Información	70	2
Oficina de administración 5	100	1

Tabla 53: Terminales fan-coil empleados en las salas - Planta primera

PLANTA BAJA		
SALA	Modelo	Nº Fan-coils
Oficina del patio sur 1	110	2
Oficina del patio sur 2	100	2
Oficina del patio sur 3-4	100	2
Oficina del patio sur 5	100	2
Oficina del patio sur 6	30	1
Oficina del patio sur 7	110	1
Oficina del patio sur 8	110	1
Oficina del patio sur 9	40	1
Zona de rentacar 1-5	30	1
Zona de rentacar 6-7	20	1
Información	30	2

Tabla 54: Terminales fan-coil empleados en las salas - Planta baja

2.2.7 Red de tuberías

Tal y como se explicó en la memoria, se va a instalar una red cerrada de tuberías de acero y de sección circular. La red va a contar con dos tipos de circuito independientes donde algunas tuberías se emplearán para la impulsión del agua y otras para el retorno, y transportarán agua caliente o fría. A la hora de diseñarlas, las dimensiones de las tuberías de agua fría y caliente difieren, pues el diagrama de Moody varía en función del caudal y de la temperatura. Sin embargo, no hay diferencia geométrica si son de impulsión o retorno pues son circuitos de ida y vuelta por lo que el caudal a la salida del colector de impulsión es el mismo que el que llega al de retorno.

Por una parte, están los circuitos primarios en los que el agua, que llega desde las tuberías de retorno de los circuitos secundarios, se recoge en los colectores de retorno y se impulsa a través de las bombas primarias hasta el colector de impulsión pasando a través de la caldera o equipos de refrigeración, en función de si se trata del circuito primario de agua caliente o fría respectivamente. Los equipos de climatización se ocupan de acondicionar el agua que ha sufrido intercambios de calor en el proceso de climatización y garantizan que salga por el colector de impulsión en las condiciones adecuadas.

A continuación, se muestra el caudal de agua que circula a lo largo de los dos circuitos primarios, es decir, el total de agua caliente y agua fría que circulan de manera independiente por la instalación:

Circuito primario de refrigeración	
Caudal agua fría (l/h)	229440,2
Longitud tubería (m)	6,00

Tabla 55: Circuito primario de refrigeración

Circuito primario de calefacción	
Caudal agua caliente (l/h)	93654,5
Longitud tubería (m)	6,00

Tabla 56: Circuito primario de calefacción

Por otra parte, están los circuitos secundarios que van desde las bombas secundarias, alojadas en la cubierta a la salida de los colectores de impulsión, hasta las baterías de los climatizadores en la cubierta o los terminales de los fan-coils situados en el falso techo de las salas en las distintas plantas. El recorrido de retorno es prácticamente idéntico con el flujo de agua en el sentido opuesto, con la ligera diferencia de que el agua circula desde las baterías de los climatizadores o los terminales fan-coil hasta el colector de retorno. La red de tuberías secundarias se va a diseñar de tal forma que haya un circuito independiente para las alimentar las baterías de los climatizadores y un circuito independiente de tuberías que alimente los fan-coils por cada planta. Es decir, a se van a instalar dos circuitos secundarios independientes que vayan desde la cubierta hasta la planta primera, por un lado, y hasta la planta baja por otro, donde alimentarán los fan-coils de las distintas salas.

A continuación, se muestra el caudal que circula a lo largo de los circuitos secundarios:

Planta Primera – Fan-coils			
SALA	Caudal agua fría (l/h)	Caudal de agua caliente (l/h)	Nº fan-coils
Venta de billetes norte 1-7	168,00	48,00	1
Venta de billetes este 1	454,00	456,00	1
Venta de billetes este 2-5	417,00	390,00	1
Oficina de administración 1-3	442,00	339,00	1
Oficina de administración 4	615,00	512,00	1
Información	838,00	737,00	2
Oficina de administración 5	868,00	673,00	1

Tabla 57: Caudal de agua a los terminales fan-coil - Planta primera

Planta Baja – Fan-coils			
SALA	Caudal agua fría (l/h)	Caudal de agua caliente (l/h)	Nº fan-coils
Oficina del patio sur 1	2108	745	2
Oficina del patio sur 2	1469	536	2
Oficina del patio sur 3-4	1463	536	2
Oficina del patio sur 5	1349	385	2
Oficina del patio sur 6	169	90	1
Oficina del patio sur 7	1107	448	1
Oficina del patio sur 8	992	294	1
Oficina del patio sur 9	252	149	1
Zona de rentacar 1-5	235	143	1
Zona de rentacar 6-7	160	86	1
Información	407	236	2

Tabla 58: Caudal de agua a los terminales fan-coil - Planta baja

Teniendo el caudal que circula por la instalación hay que diseñar los tramos de la red de tuberías para que la distribución geométrica de cada circuito sea la más eficiente posible.

Los circuitos primarios constan de un único tramo por el que circula todo el caudal, sin embargo, la ubicación de estos en la cubierta es importante. Se van a instalar en la cara norte del edificio ya que esta posición es óptima para alimentar las bombas secundarias que posteriormente impulsarán simultáneamente el agua hacia tres circuitos secundarios diferentes. Analizándolo de forma conjunta, esta es la ubicación más conveniente teniendo en cuenta la posición de las baterías de los climatizadores, que viene determinada por condiciones más restrictivas de la red de conductos, y la de los fan-coils.

En cuanto a los circuitos secundarios, hay que diseñar la red para que circule el caudal requerido por cada tramo. Además, hay que tratar de reducir al máximo la longitud de los tramos de las tuberías para minimizar la pérdida de carga total y el número de metros de tubería empleados, pues ambas suponen un aumento de presupuesto innecesario si no se diseñan adecuadamente.

Una vez conocido el caudal de cada tramo, hay que apoyarse en los Diagramas de Moody del acero DIN 2440 y DIN 2448 para agua caliente a 50°C y agua fría a 10°C obteniendo el diámetro de cada uno de estos. Se estudian por separado las tuberías de agua fría y caliente a pesar de que los tramos recorridos sean los mismos, pues el Diagrama de Moody varía con la temperatura, y las necesidades de refrigeración y calefacción son diferentes, lo que significa que los caudales de circulación son dispares. Sin embargo, los tramos de impulsión y retorno, sí que tienen el mismo diámetro pues el caudal que circula a través de estos es el mismo. Tal y como se ha explicado en la memoria, hay que considerar dos restricciones a la hora de determinar el diámetro correspondiente a cada caudal. No se puede sobrepasar en ningún tramo los 2 m/s de velocidad ni tampoco los 20 mm.c.a/m de pérdida de carga.

A la hora de dimensionar los tramos de la red de tuberías, se ha optado por reducir lo máximo posible la pérdida de carga unitaria de cada tramo buscando un diámetro que no resulte demasiado grande en comparación con el que correspondiera a una pérdida de carga unitaria superior para no incrementar demasiado el coste de las tuberías. De esta forma, se reduce el rozamiento a lo largo de la tubería y, con ello, la altura efectiva y el gasto energético de la bomba que debe instalarse para impulsar el agua, traduciéndose en un presupuesto viable y una instalación de mayor calidad.

A continuación, se muestra un ejemplo del circuito primario de refrigeración y otro del circuito secundario de agua fría de la planta primera. En el primer ejemplo, hay un único tramo por el que circula el caudal total, mientras que en el segundo se han representado todos los tramos del circuito secundario incluyendo el caudal que circula por cada uno de estos. Se han incluido también el resto de los parámetros de interés, algunos de los cuales necesarios para calcular la pérdida de carga por rozamiento, así como el diámetro nominal:

- Circuito primario de refrigeración:

Caudal agua fría (l/h)	229440,2
Diámetro Nominal (mm)	200
Pérdidas (mm.c.a./m)	17
Velocidad (m/s)	1,91
Longitud tubería (m)	6,00

Tabla 59: Parámetros del circuito primario de refrigeración

- Circuito secundario de refrigeración de la planta primera:

TRAMO	Q (l / h)	DN (mm)	Pérdidas (mm.c.a./m)	V (m/s)	L (m)
0 a 1	6945	65	6	0,53	44,44
1 a 2	4823	50	11	0,62	7,80
2 a 3	419	25	3	0,21	0,50
2 a 4	4404	50	10	0,59	3,75
4 a 5	419	25	3	0,21	0,50
4 a 6	3985	50	8	0,52	3,75
6 a 7	168	15	9	0,24	0,50
6 a 8	3817	50	7	0,48	2,50
8 a 9	168	15	9	0,24	0,50
8 a 10	3649	50	7	0,48	2,50
10 a 11	168	15	9	0,24	0,50
10 a 12	3481	50	6	0,44	10,00
12 a 13	168	15	9	0,24	0,50
12 a 14	3313	50	6	0,44	2,50
14 a 15	168	15	9	0,24	0,50
14 a 16	3145	50	5	0,4	2,50
16 a 17	168	15	9	0,24	0,50
16 a 18	2977	50	5	0,4	5,00
18 a 19	168	15	9	0,24	0,50
18 a 20	2809	50	4	0,35	2,10
20 a 21	615	25	7	0,3	0,50

20 a 22	2194	40	9	0,47	7,50
22 a 23	442	25	4	0,24	0,50
22 a 24	1752	40	5	0,36	3,75
24 a 25	442	25	4	0,24	0,50
24 a 26	1310	32	6	0,36	3,75
26 a 27	442	25	4	0,24	0,50
26 a 28	868	32	4	0,27	5,94
2 a 29	2122	40	8	0,44	12,81
29 a 30	454	20	13	0,36	0,50
29 a 31	1668	40	5	0,34	6,25
31 a 32	417	20	11	0,33	0,50
31 a 33	1251	40	3	0,26	2,50
33 a 34	417	20	11	0,33	0,50
33 a 35	834	25	12	0,41	5,00
35 a 36	417	20	11	0,33	0,50
35 a 37	417	20	11	0,33	2,50

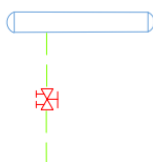
Tabla 60: Parámetros del circuito secundario de la planta primera

Una vez calculado el diámetro de los tramos de las tuberías hay que seleccionar las válvulas, filtros y otros accesorios para asegurar el conexionado entre las tuberías y los equipos, garantizando el correcto funcionamiento de la instalación. A continuación, se van a analizar los elementos necesarios para conectar adecuadamente las tuberías con los distintos equipos, mostrándose un esquema del detalle en cada caso:

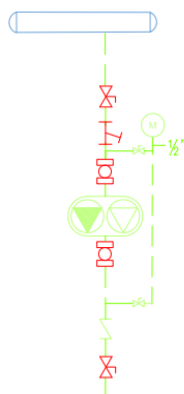
1. Detalle de conexión de tubería a bomba:

- Dos válvulas de corte
- Una válvula de regulación micrométrica
- Un filtro
- Dos manguitos anti vibratorios

RETORNO DE BOMBA



IMPULSIÓN



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

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

⊏ FILTRO

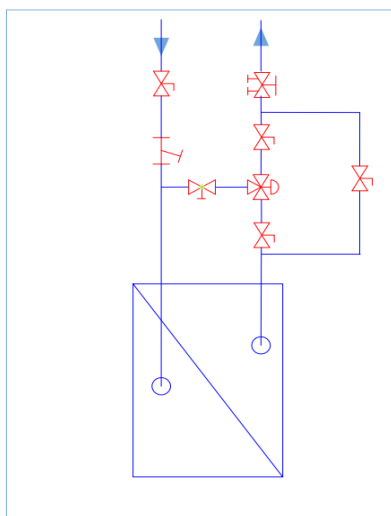
⊠ VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA

⊗ VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

⊏ MANGUITO ANTIVIBRATORIO

2. Detalle de conexión de tubería a batería de climatizador:

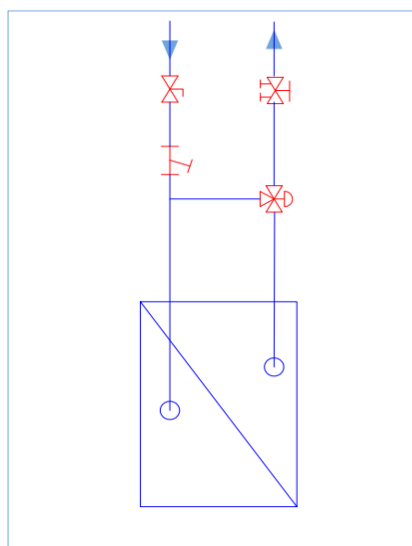
- Cuatro válvulas de corte
- Una válvula de regulación micrométrica
- Una válvula de control 3 vías
- Una válvula de asiento o globo
- Un filtro



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

3. Detalle de conexión de tubería a terminal de fan-coil:

- Una válvula de corte
- Una válvula de regulación micrométrica
- Una válvula de control 3 vías
- Un filtro



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

Estas válvulas y de más accesorios resultan imprescindibles, pero suponen una pérdida de carga muy significativa. Además, la caldera, el equipo de refrigeración y la batería del climatizador también implican una pérdida de carga elevada que debe contabilizarse.

En la siguiente tabla se muestran las pérdidas de carga que supone cada equipo:

Equipo	Pérdidas (m.c.a)
Equipo refrigerador	7,00
Caldera	3,00
Batería climatizador	3,00
Valvulería bomba primaria/secundaria	3,00
Valvulería baterías climatizador	3,00
Valvulería fan-coil	1,00

Tabla 61: Pérdidas de carga de cada equipo de la red de tuberías

Por último, a lo largo de las tuberías secundarias hay accesorios como codos y tes, que implican una pérdida de carga secundaria que se traduce aproximadamente en un tercio de la pérdida de carga por rozamiento.

Por tanto, las pérdidas de carga asociadas a los equipos de climatización, válvulas u otros accesorios de conexiónado, deben sumarse a las pérdidas por rozamiento, cuyo valor se ha obtenido mediante unas hojas de cálculo de Excel y empleando el Diagrama de Moody. Por último, hay añadir las pérdidas secundarias en los circuitos secundarios. Aunque las pérdidas por rozamiento sean, generalmente, inferiores a las ocasionadas por los equipos y las válvulas, son fundamentales para determinar el recorrido más desfavorable, determinando la altura efectiva de la bomba necesaria para garantizar que el agua alcance todos los puntos del circuito. Las pérdidas de carga debidas a válvulas, equipos y de más accesorios, son iguales para todos los recorridos de los circuitos independientemente de la longitud de estos.

A continuación, se muestran las pérdidas de carga totales del circuito primario de refrigeración:

Circuito primario de refrigeración	Pérdidas (m.c.a)
Equipo refrigerador	7,00
Valvulería bomba primaria	3,00
Rozamiento	0,102
TOTAL	10,14

Tabla 62: Pérdidas de carga totales del circuito primario de refrigeración

Las pérdidas por rozamiento y secundarias se han obtenido de la siguiente forma:

$$Pérd\ por\ rozamiento = Pérd\ unitarias \cdot Longitud = 0,017 \left(\frac{m.c.a}{m} \right) \cdot 6 (m) = 0,102\ m.c.a$$

En los circuitos primarios no hay pérdidas secundarias ocasionadas por accesorios en las tuberías como codos o tes ya que son tramos rectos. Por tanto, la altura efectiva de la bomba primaria en este caso sería de 10,14 m.c.a.

Por otro lado, se muestra el cálculo de pérdidas de carga del circuito secundario de agua fría de la planta primera.

En primer lugar, se obtienen las pérdidas de carga por rozamiento obtenidas mediante la hoja de cálculo de Excel. En negrita aparecen los tramos del recorrido de fluido más desfavorable. La suma de estos se multiplica por dos para contabilizar el retorno del agua hasta el colector de retorno. Aunque el recorrido de vuelta no sea exactamente el mismo que el de ida, dado que el circuito parte desde las bombas secundarias localizadas a la salida del colector de impulsión y vuelve al colector de retorno, la diferencia de distancia es despreciable y no es necesario tenerla en cuenta habiendo considerado además un 10% de margen de seguridad:

TRAMO	Q (l/h)	DN (mm)	Perd. (mm.c.a./m)	V (m/s)	L (m)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. tramo bomba (mm.c.a.)
0 a 1	6945	65	6	0,53	44,44	266,64	266,64
1 a 2	4823	50	11	0,62	7,80	85,80	85,80
2 a 3	419	25	3	0,21	0,50	1,50	
2 a 4	4404	50	10	0,59	3,75	37,50	37,50
4 a 5	419	25	3	0,21	0,50	1,50	
4 a 6	3985	50	8	0,52	3,75	30,00	30,00
6 a 7	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
6 a 8	3817	50	7	0,48	2,50	17,50	17,50
8 a 9	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
8 a 10	3649	50	7	0,48	2,50	17,50	17,50
10 a 11	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
10 a 12	3481	50	6	0,44	10,00	60,00	60,00
12 a 13	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
12 a 14	3313	50	6	0,44	2,50	15,00	15,00
14 a 15	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
14 a 16	3145	50	5	0,4	2,50	12,50	12,50
16 a 17	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
16 a 18	2977	50	5	0,4	5,00	25,00	25,00
18 a 19	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
18 a 20	2809	50	4	0,35	2,10	8,40	8,40
20 a 21	615	25	7	0,3	0,50	3,50	
20 a 22	2194	40	9	0,47	7,50	67,50	67,50
22 a 23	442	25	4	0,24	0,50	2,00	
22 a 24	1752	40	5	0,36	3,75	18,75	18,75
24 a 25	442	25	4	0,24	0,50	2,00	
24 a 26	1310	32	6	0,36	3,75	22,50	22,50
26 a 27	442	25	4	0,24	0,50	2,00	
26 a 28	868	32	4	0,27	5,94	23,76	23,76
2 a 29	2122	40	8	0,44	12,81	102,48	
29 a 30	454	20	13	0,36	0,50	6,50	
29 a 31	1668	40	5	0,34	6,25	31,25	
31 a 32	417	20	11	0,33	0,50	5,50	
31 a 33	1251	40	3	0,26	2,50	7,50	
33 a 34	417	20	11	0,33	0,50	5,50	
33 a 35	834	25	12	0,41	5,00	60,00	
35 a 36	417	20	11	0,33	0,50	5,50	
35 a 37	417	20	11	0,33	2,50	27,50	
						Pérd. de carga	708,35
						% segur.	10,00%
						ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	1,558

La altura efectiva de la bomba obtenida refleja la pérdida de carga del circuito de ida y vuelta más desfavorable debida al rozamiento y considerando un coeficiente de seguridad del 10%. Las pérdidas de carga secundarias implican una tercera parte de las pérdidas de rozamiento, y debe contabilizarse para dimensionar la bomba correctamente. Por tanto, la altura efectiva debido a esta pérdida de carga secundaria queda como:

$$\text{Pérdida de carga secundaria} = \frac{\text{Pérdida de carga rozamiento}}{3} = \frac{1,558}{3} = 0,519 \text{ m. c. a}$$

Por consiguiente, la pérdida de carga total más desfavorable de este circuito de agua fría es:

Circuito secundario de agua fría planta primera	Pérdidas (m.c.a)
Valvulería bomba secundaria	3,00
Valvulería fan-coil	1,00
Rozamiento	1,558
Pérdidas secundarias	0,519
TOTAL	6,01

Tabla 63: Pérdidas de carga totales del circuito secundario de agua fría de la planta primera

La pérdida de carga total coincide con la altura efectiva de la bomba secundaria de agua fría de este circuito que sería de 6,01 m.c.a.

En cuanto al dimensionamiento de las tuberías y al cálculo de pérdidas de carga por rozamiento del resto de circuitos se ha adjuntado la hoja de cálculo de Excel en los Anexos.

A continuación, se muestran las tablas con las pérdidas del resto de circuitos, que van a servir para dimensionar todas las bombas. El coeficiente de 10% de seguridad se aplica a todas las pérdidas por rozamiento y pérdidas secundarias:

Tablas 64: Pérdidas de carga totales de los circuitos

Circuito primario de calefacción	Pérdidas (m.c.a)
Caldera	3,00
Valvulería bomba primaria	3,00
Rozamiento	0,078
Secundarias	0,026
TOTAL	6,10

Circuito secundario de agua caliente planta primera	Pérdidas (m.c.a)
Valvulería bomba secundaria	3,00
Valvulería fan-coil	1,00
Rozamiento	2,127
Pérdidas secundarias	0,709
TOTAL	6,84

Circuito secundario de agua fría planta baja	Pérdidas (m.c.a)
Valvulería bomba secundaria	3,00
Valvulería fan-coil	1,00
Rozamiento	1,392
Pérdidas secundarias	0,464
TOTAL	5,86

Circuito secundario de agua caliente planta baja	Pérdidas (m.c.a)
Valvulería bomba secundaria	3,00
Valvulería fan-coil	1,00
Rozamiento	0,855
Pérdidas secundarias	0,285
TOTAL	5,14

Circuito secundario de agua fría cubierta	Pérdidas (m.c.a)
Valvulería bomba secundaria	3,00
Valvulería baterías climatizador	3,00
Batería climatizador	3,00
Rozamiento	1,370
Secundarias	0,457
TOTAL	10,83

Circuito secundario de agua fría cubierta	Pérdidas (m.c.a)
Valvulería bomba secundaria	3,00
Valvulería baterías climatizador	3,00
Batería climatizador	3,00
Rozamiento	0,966
Secundarias	0,322
TOTAL	10,29

2.2.8 Bombas

Tal y como se explicó en la memoria, las bombas sirven para repartir el agua adecuadamente por la red de tuberías de la instalación.

Se van a instalar dos bombas primarias, una en cada circuito primario, que se encargan de impulsar el agua desde el colector de retorno al colector de impulsión, pasando por la caldera o el equipo de refrigeración según se encuentren en el circuito primario de agua caliente o fría, respectivamente. Estas bombas primarias deben ser capaces de impulsar el caudal total de agua fría o agua caliente de circula por la instalación, a la par que superar las pérdidas de carga ocasionadas principalmente, por las válvulas y accesorios de la propia bomba y por la caldera o equipo de refrigeración y, en menor medida, por el rozamiento y los accesorios de las tuberías.

En cuanto a los circuitos secundarios, se van a instalar un total de seis bombas secundarias, una por cada circuito. Tres de ellas se encuentran a la salida del colector de impulsión del circuito primario de refrigeración y las otras tres a la salida del colector de impulsión del circuito primario de calefacción. Estas bombas se ocupan de alimentar, de manera independiente, las baterías de los climatizadores en la cubierta, los terminales de los fan-coils de la planta primera y los terminales de los fan-coils de la planta baja, recirculando el agua de nuevo hasta los colectores de retorno.

Por tanto, en total se van a instalar un total de 8 bombas de una altura efectiva determinada y capaces de impulsar el caudal requerido a cada circuito. En el cálculo de tuberías se han analizado las pérdidas de carga máximas de cada circuito por separado que equivale a la altura efectiva mínima de la bomba. Se han seleccionado las bombas que disponen de un punto de trabajo que garantiza el funcionamiento óptimo de la instalación y que se han ajustan económicamente de cara a un presupuesto viable.

Se pueden diferenciar dos tipos de bombas en esta instalación. Mientras que la altura efectiva de las bombas es relativamente homogénea en todos los casos, tanto las bombas primarias como las bombas secundarias de los circuitos encargadas de alimentar los climatizadores, deben impulsar un caudal muy superior de las bombas secundarias que se ocupan de alimentar los fan-coils.

Se han seleccionado bombas del fabricante **GRUNDFOS**, adjuntándose la información necesaria de cada bomba en el Anexo. En el caso de las bombas destinadas a alimentar únicamente los fan-coils, se han elegido bombas **GRUNDFOS MAGNA1**, relativamente sencillas y cuya velocidad nominal de rotación es de 1500 rpm., pero de prestaciones ideales para su función. Con respecto a las otras bombas, se ha optado por bombas de bancada normalizadas de 6 polos, ideales para trabajar con caudales elevados y con exigencias de altura específica no demasiado exigentes. Concretamente, se han elegido bombas **GRUNDFOS NB**, de velocidad angular nominal de 970 rpm. A continuación, se muestran las bombas seleccionadas, separadas según la agrupación citada:

Tablas 65: Características de las bombas seleccionadas

Circuito	Altura efectiva (m.c.a)	Caudal (m ³ /h)	Modelo de la bomba	Potencia del motor (W)
Circuito secundario de agua fría planta primera	6,01	6,95	MAGNA1 40-80 F	267
Circuito secundario de agua caliente planta primera	6,84	5,29	MAGNA1 25-100	176
Circuito secundario de agua fría planta baja	5,86	12,27	MAGNA1 40-100 F	370
Circuito secundario de agua caliente planta baja	5,14	4,84	MAGNA1 25-100	176

Circuito	Altura efectiva (m.c.a)	Caudal (m³/h)	Modelo de la bomba	Potencia del motor (kW)
Circuito primario de refrigeración	10,14	229,44	NB 150-250/282	11,00
Circuito primario de calefacción	6,10	93,65	NB 125-200/215	3,00
Circuito secundario de agua fría cubierta	10,83	210,22	NB 150-250/282	11,00
Circuito secundario de agua fría cubierta	10,29	83,52	NB 100-315/272	4,00

2.2.9 Caldera

La caldera sirve como sistema de producción de calor, proporcionando el agua caliente que circula por la instalación. El agua caliente de las tuberías circula desde la caldera, ubicada en la cubierta, el colector de impulsión. El sistema consigue aportar el calor requerido al agua para acondicionarla adecuadamente y mantener el confort térmico durante el verano.

La potencia térmica total en invierno es de 451621,03 kcal/h o 525,24 kW, por lo que se ha seleccionado una caldera **Vitocrossal 300 CT3U** de la marca **Viessman** cuya ficha técnica se ha incluido en el Anexo. Se disponen de 3 opciones de diseño para este modelo de caldera que permiten trabajar en rangos distintos de potencia. Si se trabaja con la opción más potente y a una temperatura de funcionamiento de 30°C-50°C, la caldera puede suministrar una potencia térmica útil desde 400 kW hasta 630 kW trabajando a 5,5 bar. La caldera de la instalación trabaja dentro de ese rango de temperaturas, pues el agua entra a 45°C y sale a 50°C, y además supera con holgura la potencia térmica mínima requerida dándole un margen de seguridad. De esta forma, se consigue un ahorro energético y un funcionamiento eficiente, pues se consigue combatir las cargas térmicas sin necesidad de que la caldera trabaje al máximo. Además, la caldera cuenta con un depósito de gran volumen de 406L y, no se ve afectada por el caudal volumétrico, que en este caso es bastante inferior al de agua fría ya que las exigencias térmicas no son tan severas como en verano.

Este modelo corresponde a la tercera columna de la ficha técnica donde se puede ver las características técnicas con mayor detalle.

2.2.10 Grupo frigorífico

El sistema frigorífico se ocupa de la producción de frío, proporcionando el agua fría que circula por la instalación. El agua fría de las tuberías circula desde el grupo frigorífico, ubicado en la cubierta, hasta el colector de impulsión. El sistema consigue absorber el calor requerido del agua para acondicionarla adecuadamente y mantener el confort térmico durante el verano.

La potencia térmica total en verano es de 1118671 kcal/h o 1301,01 kW, por lo que se ha seleccionado el **Aquaforce 30XA-A-450** de la marca **Carrier** cuya ficha técnica se incluye en el Anexo y que se compondrá de aluminio y cobre. Aunque el modelo 400 de esta serie sería suficiente para combatir la potencia térmica, no puede trabajar con un caudal de 229,44 m³/h o 62,72 L/s, bastante elevado dadas las exigencias térmicas en verano, por lo que se va a seleccionar el modelo 450 de esta serie, caracterizado por tener un valor de nominal de 426,8 toneladas y una potencia de 1499,5 kW, pudiendo trabajar con un caudal de hasta 64,4L/s. Por tanto, sería el equipo ideal para afrontar las exigencias térmicas de la instalación. El equipo cuenta con compresores de tornillo rotativo de altísima eficiencia gracias a las válvulas que cuentan con deslizamiento infinitamente variable, consiguiendo un punto de trabajo idéntico a las condiciones de carga reales.

Pliego de condiciones

3.1 Condiciones técnicas

3.1.1 Generalidades

El sistema de climatización será instalado por empresas habilitadas, y dicha instalación se cumplirá con la normativa vigente y estará sujeta a las condiciones técnicas respectivas garantizando la buena práctica.

3.2 Redes de tuberías y conductos

3.2.1 Aislamiento de tuberías

Tanto la red de tuberías como los equipos o accesorios involucrados en los circuitos de esta deberán disponer de un aislamiento térmico, siempre y cuando cumplan las siguientes condiciones:

- La temperatura del agua que circula por los circuitos de calefacción supere los 40°C cuando se encuentren en locales no calefactados
- La temperatura del agua que circula por los circuitos de refrigeración sea inferior a la Tª ambiente local.

En la siguiente tabla encontramos los espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios de los circuitos de calefacción.

Tª máxima del fluido (°C)	Diámetro exterior (mm)				
	D ≤ 35	35 < D ≤ 60	60 < D ≤ 90	90 < D ≤ 140	D > 140
40-60	25	30	30	30	35
>60-100	25	30	30	40	40
>100-180	30	40	40	50	50

Tabla 66: Espesores mínimos de aislamiento de tuberías y accesorios - Agua caliente

En la siguiente tabla encontramos los espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios de los circuitos de refrigeración.

Tª máxima del fluido (°C)	Diámetro exterior (mm)				
	D ≤ 35	35 < D ≤ 60	60 < D ≤ 90	90 < D ≤ 140	D > 140
40-60	30	40	40	50	50
>60-100	20	30	30	40	40
>100-180	20	20	30	30	30

Tabla 67: Espesores mínimos de aislamiento de tuberías y accesorios - Agua caliente

3.2.2 Aislamiento de conductos

Tanto la red de conductos como los equipos o accesorios involucrados en los circuitos de esta deberán disponer de un aislamiento térmico para que el calor disipado no supere el 4% del que circula a través de los tramos de los conductos.

3.2.3 Vaciado y purgue

Las tuberías se diseñarán de forma que sea posible el acceso a estas para vaciarlas, distinguiéndose dos tipos:

- Vaciado parcial: Se llevará a cabo empleando un elemento cuyo diámetro nominal sea igual o superior a 20 mm.
- Vaciado total: Se llevará a cabo a partir del punto con mejor acceso de toda la instalación empleando una válvula.

Además, deberán garantizarse el purgue incorporando un dispositivo de purga de aire con un diámetro nominal igual o superior a 15 mm en los puntos más altos de la red.

3.2.4 Circuitos cerrados

Los circuitos de calefacción deberán incluir una válvula de alivio y al menos una válvula de seguridad. De esta forma se conseguirá que la descarga este conducido a un lugar seguro y sea visible.

3.2.5 Dilatación

En los intercambios de calor, las tuberías sufren dilataciones que pueden causar problemas graves como roturas si no se compensan apropiadamente en los puntos más débiles.

3.2.6 Filtración

Se instalará un filtro con una luz igual o inferior a 1 mm en la red de tuberías con el fin de garantizar su seguridad, imponiendo una velocidad de paso máxima igual a la velocidad del agua de las tuberías contiguas.

3.2.7 Medición

Es imprescindible incluir aparatos de medida en puntos de fácil acceso a lo largo de toda la instalación para garantizar el control de los distintos parámetros de interés que intervienen en esta.

Deberán medirse continuamente los valores de los parámetros, especialmente en los lugares de la instalación donde se lleven a cabo variaciones de las magnitudes de estos, como ocurre con la temperatura del agua en un intercambio de calor. Las medidas de la temperatura se efectuarán mediante sensores que penetren en el interior de la tubería o mediante una vaina, y en algún caso se empleará un pirómetro.

Además, será de vital importancia mantener los niveles de presión adecuados por lo que se emplearán manómetros que irán colocados cuidadosamente en los puntos con mayor tendencia a una variación de presión significativa.

A continuación, se cita el equipamiento estándar para instalaciones como la de este proyecto, cuya potencia nominal supera los 70kW:

- A la entrada y salida del grupo frigorífico y de la caldera se instalará un termómetro y un manómetro para llevar un control de las magnitudes de temperatura y presión.
- Se empleará un termómetro en cada colector los circuitos primarios de refrigeración y calefacción.
- Se controlará que no haya cambios bruscos de presión en los vasos de expansión colocando manómetros en estos.
- Se instalará un manómetro en cada bomba primaria o secundaria.
- En dispositivos fan-coil, un termómetro a la entrada y a la salida.
- Tanto en las unidades de tratamiento de aire (conductos de impulsión y retorno) como en las unidades de aire primario (conductos exteriores) se colocarán termómetros para controlar la temperatura del aire.
- En las baterías de las unidades de tratamiento de aire se instalarán termómetros para controlar la temperatura del agua.

3.3 Exigencia de eficiencia energética

3.3.1 Generación de calor

3.3.1.1 Requisitos mínimos de rendimiento energético de los generadores de calor.

A la hora de escoger la caldera deberá tenerse en cuenta el rendimiento a potencia nominal la temperatura media del agua en la caldera de acuerdo con lo que establece el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero.

Será recomendable emplear una caldera de alta eficiencia energética como una de combustión o biomasa.

Habrá que definir en detalles las prestaciones térmicas de los generadores de calor.

3.3.2 Generación de frío

3.3.3

3.3.3.1 Requisitos mínimos de rendimiento energético de los generadores de frío

Se indicarán los coeficientes EER y COP de cada equipo desde el máximo de demanda hasta el límite inferior de parcialización teniendo en cuenta las condiciones previstas de diseño.

Salvo excepciones justificadas la temperatura del agua refrigerada a la salida de las plantas se mantendrá constante al variar la demanda.

El salto de temperatura será una función creciente de la potencia del generador hasta el límite establecido por el justificante ahorrando potencia de bombeo.

3.3.3.2 Escalonamiento de potencia en centrales de generación de frío

Las centrales de generación de frío se diseñan para un número de generadores que cubra la variación de la demanda con una eficiencia próxima a la máxima.

Podremos obtener parcialización de la potencia con escalonamiento o continuidad.

Si el límite inferior de la demanda fuese superior al límite inferior de parcialización del generador, se instalará un sistema que cubra esa demanda y que se empleará para limitar la punta de la demanda.

3.4 Montaje

3.4.1 Pruebas

3.4.1.1 Equipos

A demás de los valores nominales conocidos, se realizarán ensayos para recoger los datos de funcionamiento de los equipos y aparatos del sistema de climatización.

- Deberán realizarse mediciones del para determinar el rendimiento real del conjunto caldera – quemador.
- Deberá tenerse en cuenta la potencia absorbida a la hora de fijar la temperatura de funcionamiento del agua.

3.4.1.2 Pruebas de estanqueidad de la red de tuberías de agua

- Generalidades

Se deben probar hidrostáticamente las redes de circulación de fluidos portadores, con el objetivo de asegurar su estanqueidad. Son válidas las pruebas realizadas de acuerdo con la norma UNE 100151 o UNE-ENV 12108

- Preparación y limpieza de redes de tuberías

Previo a la realización de la prueba y el llenado se deben limpiar las tuberías de agua eliminando los residuos procedentes del montaje.

Para la realización de la prueba es necesario el cierre de los terminales abiertos, la comprobación de que los aparatos y accesorios pueden soportar la presión a la que serán sometidos y en caso de no ser así deben ser excluidos.

Una vez completada la instalación la limpieza se llevará a cabo llenando y vaciando la instalación el número de veces necesaria con agua o una solución acuosa de un producto detergente establecido por el fabricante, no estando permitido productos detergentes en tuberías de agua destinada a usos sanitarios.

Tras el llenado, actuarán las bombas dejando circular el agua el tiempo indicado por el fabricante. Posteriormente se vaciará la red y se enjuagará con agua del dispositivo de alimentación.

En redes cerradas con fluidos a menor de 100 °C se realizará la operación de limpieza repetidamente hasta que el pH del agua del circuito sea menor a 7,5.

- Prueba preliminar de estanqueidad

Es una prueba realizada a baja presión, con la que detectaremos fallos de continuidad de la red y evitará los daños provocados por la prueba de resistencia mecánica. Se emplea el fluido transportado o agua a la presión de llenado

Durará la prueba preliminar hasta que se verifique la estanqueidad de las uniones.

- Prueba de resistencia mecánica

Tras realizar la prueba preliminar y con la red llena del fluido de prueba se someten a las uniones a un esfuerzo. Se excluirán los equipos aparatos y accesorios que no soporten la presión.

La prueba de resistencia tendrá la duración necesaria para verificar visualmente la resistencia estructural de tuberías y equipos.

- Reparación de fugas

La reparación de fugas se realiza desmontando la sección donde se haya producido la fuga y sustituyendo la parte defectuosa con material nuevo.

Una vez reparados los fallos se volverá a empezar por la prueba preliminar, repitiendo tantas veces como sea necesario.

- Pruebas de estanquidad de los circuitos frigoríficos

Los circuitos frigoríficos serán sometidos a las pruebas especificadas en la normativa vigente.

- Pruebas de libre dilatación

Tras las pruebas anteriormente citadas las instalaciones con generadores de calor se llevan hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad.

Durante el enfriamiento se comprueba visualmente que no se hayan producido deformaciones asegurando el sistema de expansión.

3.4.1.3 Pruebas de recepción de redes de conductos de aire

- Preparación y limpieza de redes de conductos

Se realizará una limpieza interior de los conductos una vez completado el montaje de la red de la UTA, y antes de conectar las unidades terminales y de montar los elementos de acabado

Se cumplirán las condiciones en la norma UNE 100012

Antes de que una red de conductos sea inaccesible se realizan pruebas de resistencia mecánica y de estanquidad, comprobando que se cumplen lo requerido.

Es necesario al realizar las pruebas que las aperturas de los conductos estén cerradas rígidamente.

- Pruebas de resistencia estructural y estanquidad

El caudal de fuga admitido se ajustará a lo indicado en el proyecto dependiendo de la estanquidad elegida.

3.4.1.4 Pruebas finales

Las pruebas finales se realizarán siguiendo las instrucciones de la norma UNE-EN 12599:01 en lo que hace referencia a los controles y mediciones funcionales.

3.5 Mantenimiento y uso

3.5.1 Mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas

Las instalaciones térmicas se utilizarán y mantendrán de conformidad con los procedimientos establecidos a continuación, su potencia térmica nominal y sus características técnicas.

- Un programa de mantenimiento preventivo
- Un programa de gestión energética.
- Instrucciones de seguridad actualizadas.
- Instrucciones de manejo y maniobra.
- Un programa de funcionamiento.

3.5.2 Programa de mantenimiento preventivo

Habrá que regirse por el *Manual de Uso y Mantenimiento*.

El director de mantenimiento será el responsable de actualizar y adecuar permanente de la instalación.

3.5.3 Programa de gestión energética

Será fundamental llevar un control periódico de los generadores de calor y frío para garantizar su buen rendimiento tal que:

Revisión de los equipos generadores de calor:

- Entre 20 y 70kW: Cada 2 años
- Entre 70 y 1000 kW: Cada 3 meses
- Más de 1000 kW: Cada mes

Revisión de los equipos generadores de frío:

- Entre 70 y 1000 kW: Cada 3 meses
- Más de 1000 kW: Cada mes

3.5.4 Instrucciones de seguridad

Cada instalación deberá abordar unos requisitos concretos para garantizar la seguridad a todos sus empleados, especialmente a los que más expuestos están a los riesgos que pueda haber.

Si la potencia térmica nominal supera los 70 kW, como en este caso, deberá señalizarse todos los accesos a las máquinas, equipos y aparatos para garantizar la seguridad. Se señalarán especialmente los siguientes aspectos:

- Parada de los equipos antes de una intervención.
- Desconexión de la corriente eléctrica antes de intervenir en un equipo.
- Colocación de advertencias antes de intervenir en un equipo.
- Indicaciones de seguridad para distintas presiones, temperaturas, intensidades eléctricas, etc.
- Cierre de válvulas antes de apertura de circuito hidráulico.

3.5.5 Instrucciones de manejo y maniobra

Deberán establecerse ciertos procedimientos a la hora de poner la instalación en marcha y de pararla, pese a que esta instalación está diseñada para funcionar 24/7/365, se realizará paradas y puestas en marcha locales, y excepcionalmente, alguna parada total. Servirán para efectuar la puesta en marcha y parada de la instalación, de forma local o total.

3.5.6 Instrucciones de funcionamiento

Habrá que garantizar un uso energético eficiente, por lo que la instalación deberá ajustar su consumo energético al mínimo demandado en cada situación.

Si la potencia térmica nominal supera los 70 kW, como en este caso, deberán tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- Horario de puesta en marcha y parada de la instalación
- Orden de puesta en marcha y parada de equipos
- Programa de modificación del régimen de funcionamiento
- Programa de paradas intermedias del conjunto o de parte de los equipos
- Programa y régimen especial para fines de semana y condiciones especiales

3.6 Inspección

3.6.1 Inspecciones periódicas de eficiencia energética

3.6.1.1 *Inspección de los generadores de calor*

Cuando la potencia térmica nominal instalada sea igual o mayor a 20kW se realizarán inspecciones en los generadores de calor.

En cada inspección:

- Se evaluará el rendimiento
- Se determinarán las operaciones de mantenimiento correspondientes según el registro oficial.

3.6.1.2 *Inspección de los generadores de frío*

Cuando la potencia térmica nominal instalada sea igual o mayor a 12kW se realizarán inspecciones en los generadores de frío.

En la inspección:

- Se evaluará el rendimiento
- Se determinarán las operaciones de mantenimiento correspondientes según el registro oficial.

3.6.1.3 *Inspección de la instalación térmica completa*

En caso de que se cumpla cualquier de los puntos anteriores y la instalación tenga una antigüedad de más de 15 años, deberá inspeccionarse toda la instalación, donde:

- Se evaluará el rendimiento de toda instalación y se analizará el sistema relacionado con la exigencia de eficiencia energética
- Se determinarán las operaciones de mantenimiento correspondientes según el registro oficial.
- Se elaborará un estudio de asesoramiento para mejorar el rendimiento energéticamente en caso de que sea necesario.

3.6.2 Inspecciones no periódicas

Se regirán por el propio personal acreditado de los servicios de los organismos de Andalucía será que tendrá potestad revisar las instalaciones:

- Por iniciativa propia o del gobierno
- Por no haber llevado un mantenimiento adecuado
- Por alguna denuncia externa

Además, el dueño de la instalación puede solicitar una inspección a la Comunidad Autónoma de Andalucía, que deberá ser evaluada y aprobada para que se lleve a cabo.

Presupuesto

4.1 Descripción de los equipos empleados

A continuación, se van a describir los equipos empleados en la instalación, destacando las especificaciones técnicas principales. Las descripciones se han sacado a partir de catálogos y fichas técnicas oficiales, adjuntadas en la bibliografía.

4.1.1 Climatizadores de aire

Climatizador 1 TROX TKM 50 HE

Descripción: Toda la serie TKM 50 HE EU es ideal para sistemas de climatización todo aire. Cuenta con certificación EUROVENT. Esta certificación permite a las instalaciones garantizar que los equipos en ellas instalados funcionarán en conformidad con las especificaciones manifestadas en su diseño y el coste energético derivado de su funcionamiento se ajusta - en todo momento - con la previsión inicial. La ejecución EU de la serie TKM 50 HE está íntegramente certificada para caudales de aire hasta 110.000 m³ /h y es accesible para selección desde YAHUS EU. Está formada por un bastidor auto-portante de perfiles de aluminio extruido con rotura de puente térmico y pintado, con las esquinas de fundición de aluminio. La mayor ventaja de este equipo es que puede adaptarse a las necesidades específicas de cada usuario, tratándose de un sistema completamente eficiente.

Especificaciones técnicas:

- Caudal de impulsión (m³/h): 31864,80
- Caudal de retorno (m³/h): 32000,00
- Caudal de agua fría (l/h): 31864,80
- Caudal de agua caliente (l/h): 9994,29
- Potencia batería calor (kW): 185,29
- Potencia batería frío (kW): 58,12
- Pérdida de carga impulsión (Pa): 84,67
- Pérdida de carga retorno (Pa): 82,81

Climatizador 2 TROX TKM 50 HE

Descripción: Ver descripción Climatizador 1 TROX TKM 50 HE

Especificaciones técnicas:

- Caudal de impulsión (m³/h): 52700,00
- Caudal de retorno (m³/h): 46400,00
- Caudal de agua fría (l/h) : 36443,30
- Caudal de agua caliente (l/h): 11377,44
- Potencia batería calor (kW): 211,92
- Potencia batería frío (kW): 66,16
- Pérdida de carga impulsión (Pa): 78,79
- Pérdida de carga retorno (Pa): 86,24

Climatizador 3 TROX TKM 50 HE

Descripción: Ver descripción Climatizador 1 TROX TKM 50 HE

Especificaciones técnicas:

- Caudal de impulsión (m³/h): 51150,00
- Caudal de retorno (m³/h): 46400,00
- Caudal de agua fría (l/h): 36443,30
- Caudal de agua caliente (l/h): 11377,44
- Potencia batería calor (kW): 211,92
- Potencia batería frío (kW): 66,16
- Pérdida de carga impulsión (Pa): 69,78
- Pérdida de carga retorno (Pa): 76,93

Climatizador 4 TROX TKM 50 HE

Descripción: Ver descripción Climatizador 1 TROX TKM 50 HE

Especificaciones técnicas:

- Caudal de impulsión (m³/h): 6120,00
- Caudal de retorno (m³/h): 4800,00
- Caudal de agua fría (l/h) : 4810,60
- Caudal de agua caliente (l/h): 1512,31
- Potencia batería calor (kW): 27,97
- Potencia batería frío (kW): 8,79
- Pérdida de carga impulsión (Pa): 60,47
- Pérdida de carga retorno (Pa): 69,68

Climatizador 5 TROX TKM 50 HE

Descripción: Ver descripción Climatizador 1 TROX TKM 50 HE

Especificaciones técnicas:

- Caudal de impulsión (m³/h): 6120,00
- Caudal de retorno (m³/h): 4800,00
- Caudal de agua fría (l/h): 4514,20
- Caudal de agua caliente (l/h): 1519,12
- Potencia batería calor (kW): 26,25
- Potencia batería frío (kW): 8,83
- Pérdida de carga impulsión (Pa): 61,84
- Pérdida de carga retorno (Pa): 70,17

Climatizador 6 TROX TKM 50 HE

Descripción: Ver descripción Climatizador 1 TROX TKM 50 HE

Especificaciones técnicas:

- Caudal de impulsión (m³/h): 49950,00
- Caudal de retorno (m³/h): 42000,00
- Caudal de agua fría (l/h): 35930,40
- Caudal de agua caliente (l/h): 16503,34
- Potencia batería calor (kW): 208,94
- Potencia batería frío (kW): 95,97
- Pérdida de carga impulsión (Pa): 73,70
- Pérdida de carga retorno (Pa): 76,73

Climatizador 7 TROX TKM 50 HE

Descripción: Ver descripción Climatizador 1 TROX TKM 50 HE

Especificaciones técnicas:

- Caudal de impulsión (m³/h): 48100,00
- Caudal de retorno (m³/h): 42000,00
- Caudal de agua fría (l/h): 35930,40
- Caudal de agua caliente (l/h): 16503,34
- Potencia batería calor (kW): 208,94
- Potencia batería frío (kW): 95,97
- Pérdida de carga impulsión (Pa): 74,77
- Pérdida de carga retorno (Pa): 80,85

Climatizador 8 TROX TKM 50 HE

Descripción: Ver descripción Climatizador 1 TROX TKM 50 HE

Especificaciones técnicas:

- Caudal de impulsión (m³/h): 30100,00
- Caudal de retorno (m³/h): 24000,00
- Caudal de agua fría (l/h): 24284,20
- Caudal de agua caliente (l/h): 14734,21
- Potencia batería calor (kW): 141,21
- Potencia batería frío (kW): 85,68
- Pérdida de carga impulsión (Pa): 87,22
- Pérdida de carga retorno (Pa): 72,91

Unidad de aire primario 1 TBS-EC-23

Descripción:

Los climatizadores TBS-EC de TROX son unidades estándar de tratamiento de aire de baja altura, especialmente indicadas para su instalación en falsos techos de alturas reducidas, trabajando con caudales de hasta 2500 m³/h. El bastidor lo forman perfiles de chapa de acero galvanizado, pintado, con esquinas de aluminio inyectado y con junta de estanqueidad perimetral. Constan de ventiladores tipo plug-fan con motor EC incorporado, baterías de refrigeración y calefacción, y los filtros necesarios. Pueden suministrarse distintos tipos de reguladores de velocidad, para ajustar el caudal de los equipos a las necesidades de cada instalación.

Especificaciones técnicas:

- Caudal de aire exterior (m³/h): 2000 m³/h
- Pérdida de carga (Pa): 112,80
- Diámetro colector: 1 1/4"
- Altura H (mm): 475 mm

Unidad de aire primario 2 TBS-EC-23

Descripción: Ver descripción Unidad de aire primario 1 TBS-EC-23

Especificaciones técnicas:

- Caudal de aire exterior (m³/h): 2000 m³/h
- Pérdida de carga (Pa): 84,28
- Diámetro colector: 1 1/4"
- Altura H (mm): 475 mm

4.1.2 Fan-coils

Unidad fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 20

Descripción:

El fancoil FCW-FCCW es un terminal con ventilador centrífugo de 3 velocidades o EC (opcional). Se caracteriza por su diseño moderno y permite la instalación en cualquier ambiente. Estos terminales son de 4 tubos por los que circula el agua; una entrada y salida de agua fría, y una entrada y salida de agua caliente. Se instala en el falso techo de las salas, y asegura aislamiento térmico y acústico.

Especificaciones técnicas:

- Potencia sensible refrigeración (kW): 0,96
- Potencia sensible calefacción (kW): 1,67
- Caudal agua fría (l/h): 194
- Caudal agua caliente (l/h): 147

- Temperatura entrada/salida fría: 7°C /12°C
- Temperatura entrada/salida caliente: 50°C/45°C

Unidad fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 30

Descripción: Ver descripción unidad de fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 20

Especificaciones técnicas:

- Potencia sensible refrigeración (kW): 1,39
- Potencia sensible calefacción (kW): 2,45
- Caudal agua fría (l/h): 316
- Caudal agua caliente (l/h): 215
- Temperatura entrada/salida fría: 7°C /12°C
- Temperatura entrada/salida caliente: 50°C/45°C

Unidad fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 40

Descripción: Ver descripción unidad de fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 20

Especificaciones técnicas:

- Potencia sensible refrigeración (kW): 1,49
- Potencia sensible calefacción (kW): 2,33
- Caudal agua fría (l/h): 326
- Caudal agua caliente (l/h): 205
- Temperatura entrada/salida fría: 7°C /12°C
- Temperatura entrada/salida caliente: 50°C/45°C

Unidad fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 70

Descripción: Ver descripción unidad de fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 20

Especificaciones técnicas:

- Potencia sensible refrigeración (kW): 4,29
- Potencia sensible calefacción (kW): 1,67
- Caudal agua fría (l/h): 656
- Caudal agua caliente (l/h): 377
- Temperatura entrada/salida fría: 7°C /12°C
- Temperatura entrada/salida caliente: 50°C/45°C

Unidad fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 90

Descripción: Ver descripción unidad de fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 20

Especificaciones técnicas:

- Potencia sensible refrigeración (kW): 3,85
- Potencia sensible calefacción (kW): 5,99
- Caudal agua fría (l/h): 875
- Caudal agua caliente (l/h): 527
- Temperatura entrada/salida fría: 7°C /12°C
- Temperatura entrada/salida caliente: 50°C/45°C

Unidad fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 100

Descripción: Ver descripción unidad de fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 20

Especificaciones técnicas:

- Potencia sensible refrigeración (kW): 5,05
- Potencia sensible calefacción (kW): 7,67
- Caudal agua fría (l/h): 1180
- Caudal agua caliente (l/h): 674
- Temperatura entrada/salida fría: 7°C /12°C
- Temperatura entrada/salida caliente: 50°C/45°C

Unidad fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 110

Descripción: Ver descripción unidad de fan-coil Hitecsa serie FCW/FCCW Modelo 20

Especificaciones técnicas:

- Potencia sensible refrigeración (kW): 6,57
- Potencia sensible calefacción (kW): 9,13
- Caudal agua fría (l/h): 1492
- Caudal agua caliente (l/h): 802
- Temperatura entrada/salida fría: 7°C /12°C
- Temperatura entrada/salida caliente: 50°C/45°C

4.1.3 Conductos de aire

Conductos de aire CLIMAVER

Descripción:

Se han empleado conductos CLIMAVER, realizados a partir de planchas de chapa metálica de acero galvanizado las cuales se cortan y se conforman para dar al conducto la geometría necesaria para la distribución de aire. Puesto que el metal es un conductor térmico, los conductos de chapa metálica deben

aislarse térmicamente. Los conductos vienen dotados de los recubrimientos especificados por el RITE, entre ellos el aislamiento de este. El presupuesto se calculará en función de la superficie total de conducto. El precio del recubrimiento está incluido en el precio por metro cuadrado

Especificaciones técnicas:

- Superficie de conducto total: 8157,66 m²

4.1.4 Tuberías de agua

Tuberías de agua- Acero DIN 2440 y 2448

Descripción:

Las tuberías empleadas son de acero y cumplen con la norma DIN 2440 y DIN 2448. Se ocupan del transporte de agua caliente y agua fría por toda la instalación. Según las condiciones de caudal, velocidad y pérdida de carga a lo largo de cada tramo, se han ajustados el diámetro nominal más conveniente. Las tuberías cuentan con aislamiento térmico y pintura anticorrosiva, cuyo coste se ha incluido en el precio de las tuberías.

Especificaciones técnicas:

A continuación, se muestran los diámetros nominales de estas tuberías:

- DIN 2440
 - 10 mm (3/8")
 - 15 mm (1/2")
 - 20 mm (3/4")
 - 25 mm (1")
 - 32 mm (1 1/4")
 - 40 mm (1 1/2")
 - 50 mm (2")
 - 65 mm (2 1/2")
 - 80 mm (3")
 - 100 mm (4")
 - 125 mm (5")
 - 150 mm (6")
- DIN 2448
 - 200 mm (8")
 - 250 mm (10")
 - 300 mm (12")
 - 350 mm (14")
 - 400 mm (16")
 - 450 mm (18")

4.1.5 Toberas

Tobera TROX DUE-S 250 3:

Descripción:

Toberas de largo alcance Serie DUE, especialmente indicadas para zonas donde el aire de impulsión debe superar grandes distancias hasta la zona de habitabilidad, con unas óptimas características acústicas tanto en refrigeración como en calefacción. Con inclinación 30° arriba y abajo. Para cada tamaño de la serie hay 3 caudales de impulsión posibles. Para diferenciar los distintos modelos para cada tamaño de tobera de la serie, han sido enumerados del 1 al 3 en orden ascendente de caudal. El coste de la conexión tobera-conducto se ha incluido en el precio.

Especificaciones técnicas:

- Caudal: 680 m³/h
- Potencia sonora: 40 dB
- Diámetro efectivo de salida de aire: 300 mm

Tobera TROX DUE-S 315 1:

Descripción: Ver descripción Modelo DUE-S 250 3

Unidades:

Especificaciones técnicas:

- Caudal: 925 m³/h
- Potencia sonora: 30 dB
- Diámetro efectivo de salida de aire: 376 mm

Tobera TROX DUE-S 315 2:

Descripción: Ver descripción Modelo DUE-S 250 3

Unidades:

Especificaciones técnicas:

- Caudal: 1075 m³/h
- Potencia sonora: 35 dB
- Diámetro efectivo de salida de aire: 376 mm

Tobera TROX DUE-S 400 2

Descripción: Ver descripción Modelo DUE-S 250

Especificaciones técnicas:

- Caudal: 1550 m³/h
- Potencia sonora: 40 dB
- Diámetro efectivo de salida de aire: 474 mm

Tobera TROX DUE-S 400 3

Descripción: Ver descripción Modelo DUE-S 250

Especificaciones técnicas:

- Caudal: 1850 m³/h
- Potencia sonora: 45 dB
- Diámetro efectivo de salida de aire: 474 mm

4.1.6 Rejillas de retorno

Rejilla de retorno TROX AT-AG 625x425

Descripción:

Rejilla de aluminio indicada para instalación en pared, antepecho de ventana y conducto, lamas horizontales regulables con acabado estándar aluminio E6-C-0. Rejilla de simple deflexión con compuerta de regulación. La rejilla de retorno es rectangular de dimensiones L (Longitud nominal mm) x H (Altura nominal mm). El coste de la conexión rejilla-conducto se ha incluido en el precio.

Especificaciones técnicas:

- Caudal: 1200 m³/h
- Potencia sonora: 30 dB
- Área efectiva: 0,134 m²

Rejilla de retorno 1 TROX AT-AG 825x425

Descripción: Ver descripción Modelo AT-AG 625x425

Especificaciones técnicas:

- Caudal: 1400 m³/h
- Potencia sonora: 15 dB
- Área efectiva: 0,180 m²

Rejilla de retorno 2 TROX AT-AG 825x425

Descripción: Ver descripción Modelo AT-AG 625x425

Especificaciones técnicas:

- Caudal: 2000 m³/h
- Potencia sonora: 24 dB
- Área efectiva: 0,180 m²

Rejilla de retorno 1 TROX AT-AG 1225x525

Descripción: Ver descripción Modelo AT-AG 625x425

Especificaciones técnicas:

- Caudal: 4000 m³/h
- Potencia sonora: 28 dB
- Área efectiva: 0,340 m²

Rejilla de retorno 2 TROX AT-AG 1225x525

Descripción: Ver descripción Modelo AT-AG 625x425

Especificaciones técnicas:

- Caudal: 5000 m³/h
- Potencia sonora: 34 dB
- Área efectiva: 0,340 m²

4.1.7 Bombas

Bomba 1 GRUNFOS MAGNA1 25-100

Descripción:

La gama MAGNA1 de eficiencia energética cubre todos los requisitos del sistema, por lo que es ideal para un sistema de calefacción y refrigeración como los de la instalación. Se caracteriza por ser una bomba circuladora de bajo consumo, de instalación y puesta en marcha sencilla y, de alto rendimiento. Tiene integrado un control electrónico, con una entrada digital y una salida de relé, además del sistema de comunicación remota de Grundfos GO. Las bombas se pueden ajustar a un punto de trabajo específico comprendido en un cierto intervalo para optimizar el rendimiento y reducir los costes energéticos. Pueden trabajar bajo las condiciones de 3 curvas de presión proporcional, 3 curvas de presión constante y 3 curvas velocidad constante. Las bombas disponen de carcasas aislantes y se caracterizan por su bajo ruido. Además, no precisan mantenimiento y tienen una vida útil prolongada. Se van a dar las especificaciones técnicas en las condiciones reales de trabajo, fijadas por el caudal de la bomba.

Especificaciones técnicas:

- Caudal de agua (m³/h): 5,29
- Presión (m.c.a): 6,80
- Velocidad de giro (rpm): 1500

- Potencia Motor (W): 176

Bomba 2 GRUNFOS MAGNA1 25-100

Descripción: Ver descripción de Bomba 1 GRUNFOS MAGNA1 25-100

Especificaciones técnicas:

- Caudal de agua (m³/h): 4,84
- Presión (m.c.a): 7,25
- Velocidad de giro (rpm): 1500
- Potencia Motor (W): 176

Bomba GRUNFOS MAGNA1 40-80F

Descripción: Ver descripción de Bomba 1 GRUNFOS MAGNA1 25-100

Especificaciones técnicas:

- Caudal de agua (m³/h): 6,95
- Presión (m.c.a): 7,00
- Velocidad de giro (rpm): 1500
- Potencia Motor (W): 267

Bomba GRUNFOS MAGNA1 40-100F

Descripción: Ver descripción de Bomba 1 GRUNFOS MAGNA1 25-100

Especificaciones técnicas:

- Caudal de agua (m³/h): 12,27
- Presión (m.c.a): 6,25
- Velocidad de giro (rpm): 1500
- Potencia Motor (W): 370

Bomba GRUNFOS NB 125-200/215

Descripción:

La gama NB ofrece bombas de acoplamiento cerrado cuya robustez y fiabilidad las convierten en las bombas idóneas para el uso en cualquiera aplicación. Es una bomba de prestaciones muy sofisticadas, fabricada en fundición para trabajar en entornos con mayores exigencias de caudal y altura, y preparada para funcionar a máximo rendimiento ofreciendo la máxima eficiencia energética. Dispone de una hidráulica optimizada, un eje de acero inoxidable para prevenir la corrosión, y un sellado con junta tórica entre el cuerpo de la bomba y la tapa para que no haya fugas. El cuerpo de la bomba y el rodete son de hierro fundido y los anillos de desgaste de bronce, materiales óptimos para conseguir un

funcionamiento excepcional. El motor, trifásico y de velocidad fija, se refrigera a partir de un ventilador con dimensiones según los estándares IEC y DIN. La bomba dispone de 6 polos, pudiendo ajustarse al punto de trabajo para conseguir un rendimiento ideal.

Especificaciones técnicas:

- Caudal de agua (m³/h): 93,65
- Presión (m.c.a): 6,25
- Velocidad de giro (rpm): 970
- Potencia Motor (kW): 3,00

Bomba GRUNFOS NB 100-315/272

Descripción: Ver descripción de Bomba GRUNFOS NB 125-200/215

Especificaciones técnicas:

- Caudal de agua (m³/h): 83,52
- Presión (m.c.a): 10,75
- Velocidad de giro (rpm): 970
- Potencia Motor (kW): 4,00

Bomba GRUNFOS 1 NB 150-250/282

Descripción: Ver descripción de Bomba GRUNFOS NB 125-200/215

Especificaciones técnicas:

- Caudal de agua (m³/h): 210,22
- Presión (m.c.a): 11,25
- Velocidad de giro (rpm): 970
- Potencia Motor (kW): 11,00

Bomba GRUNFOS 2 NB 150-250/282

Descripción: Ver descripción de Bomba GRUNFOS NB 125-200/215

Especificaciones técnicas:

- Caudal de agua (m³/h): 229,44
- Presión (m.c.a): 11,00
- Velocidad de giro (rpm): 970
- Potencia Motor (kW): 11,00

4.1.8 Caldera

Caldera Viessmann - Vitocrossal 300 Modelo CT3U

Descripción:

Es una caldera de condensación a gas que emplea un quemador cilíndrico modulante MatriX (silencioso y poco contaminante) y, que dispone de una potencia de 400 a 630 kW. Se caracteriza por trabajar a un rendimiento del 98% (H_s)/109% (H_i), y por tener elevada fiabilidad y larga vida útil gracias a la superficie de transmisión Inox-Crossal de acero inoxidable (alta aleación) que la hace muy resistente a la corrosión. Cuenta con un aislamiento térmico de alta eficacia, una cámara de combustión refrigerada por agua y un sistema de regulación del propio fabricante (Vitotronic).

Especificaciones técnicas:

- Potencia: 400-630 kW
- Caudal de agua: 93654,50 l/h
- Temperatura entrada/salida: 45°C/50°C
- Presión de servicio admisible: 5,5 bar
- Modelo del quemador: MatriX
- Marca del quemador: Viessmann
- Dimensiones totales (Longitud x Anchura x Altura) [mm]: 1960 x 1221 x 1987
- Peso total: 935 kg

4.1.9 Grupo frigorífico

Grupo frigorífico Carrier - Aquaforce 30XA-A-450

Descripción:

El equipo de producción de frío de refrigeración por aire (R-134a) de la serie Aquaforce está reconocido por su eficiencia. Este equipo está compuesto de aluminio y cobre, y es uno de los más asequibles en cuanto a operación y mantenimiento. Ofrece un EER (Energy Efficiency Ratio) trabajando a plena carga de hasta 10.9 y un IPLV (Integrated Part-Load Value) de hasta 15,4 gracias a la tecnología de intercambiador de calor Novation. Dado el deslizamiento infinitamente variable de las válvulas de los compresores de tornillo rotativo de alta eficiencia, el equipo frigorífico consigue ajustarse a las condiciones de carga reales, consiguiendo un rendimiento excepcional. Esto tiene un impacto significativo en ahorro de energía y de coste. Trabaja en un amplio rango de valores discretos de potencias entre 265 y 1615 kW, pudiéndose ajustar a las condiciones de cada instalación.

Especificaciones técnicas:

- Potencia: 1499,5 kW
- Caudal de agua: 229440,20 l/h
- Temperatura entrada/salida: 12°C/7°C
- Compresores: Tornillo rotativo
- Refrigerante: R-134a
- Dimensiones totales (Longitud x Anchura x Altura) [mm]: 13158 x 2255 x 2300
- Peso total: 12066 kg

4.1.10 Válvulas y elementos de conexionado

Descripción:

Las válvulas son necesarias para regular el caudal de circulación y controlar el fluido. El resto de los elementos de conexionado garantizan la seguridad, el control del fluido y un correcto funcionamiento de la instalación. Se han empleado los siguientes elementos:

- **Válvulas de control de 3 vías:** Regulan el suministro de caudal en toda la instalación, empleándose tanto en las baterías de los climatizadores como en fan-coils. Controlan el flujo del fluido, pudiendo modificar la pérdida de carga, así como la temperatura y la presión.
- **Válvulas de corte:** Pueden cortar el flujo de fluido en ciertos puntos de la instalación si así se requiere: En climatizadores, fan-coils, calderas y grupos frigoríficos.
- **Válvulas de asiento o globo:** Controlan y regulan el flujo del fluido en las baterías de los climatizadores exclusivamente.
- **Válvulas de regulación micrométrica:** Se utilizan en el conexionado en bombas, fan-coils y climatizadores para garantizar una minuciosa regulación del caudal de los fluidos. Disponen de un tapón con junta de estanqueidad para impedir pérdidas hacia el exterior.
- **Filtros:** Sirven como decantadores de partículas y agentes patógenos para mantener una instalación limpia y saludable. Protegen los componentes de la instalación, colocándose en las tuberías de agua a la entrada los climatizadores, fan-coils y bombas, para evitar que puedan sufrir daños.
- **Manguitos antivibratorios:** Reducen las transmisiones vibratorias de las bombas al resto de la instalación haciendo de amortiguadores.

4.1.11 Otros elementos auxiliares

Descripción:

Además, se han empleado los siguientes elementos:

- **Compuertas cortafuegos:** Se han colocado en los conductos de impulsión y retorno para compartimentarlos en las zonas con riesgo de incendio o propagación de fuego, y donde pueda haber presencia de gases tóxicos y humo. Por tanto, son esenciales especialmente en los conductos con contacto exterior y en los que atraviesen plantas.
- **Aparatos de medida:** Se han instalado termómetros y manómetros diferenciales para controlar la temperatura y la presión respectivamente.
- **Vasos de expansión:** Absorben aumentos de presión del agua en la caldera, causados por el aumento de temperatura de esta en los circuitos de calefacción, manteniendo la presión constante entre unos valores nominales y con ello, la seguridad en la instalación.

4.1.12 Instalación de control y puesta en marcha

Por último, se han contabilizado los costes de la instalación eléctrica, con todos los equipos pertinentes, así como la mano de obra:

- Cuadros eléctricos
- Software
- Elementos de control
- Transformadores

- Relés
- Conexiones eléctricas
- Mano de obra

4.2 Sumas parciales

Tabla 68: Presupuestos parciales de la instalación

Climatizadores UTA				
Marca	Modelo	Unidades	Precio unitario	Precio total
TROX	TKM 50 HE (AC-1)	1	65.935,50 €	65.935,50 €
TROX	TKM 50 HE (AC-2 1)	1	105.193,50 €	105.193,50 €
TROX	TKM 50 HE (AC-2 2)	1	103.122,00 €	103.122,00 €
TROX	TKM 50 HE (AC-3)	1	27.928,50 €	27.928,50 €
TROX	TKM 50 HE (AC-4)	1	27.634,50 €	27.634,50 €
TROX	TKM 50 HE (AC-5 1)	1	102.345,00 €	102.345,00 €
TROX	TKM 50 HE (AC-5 2)	1	99.511,50 €	99.511,50 €
TROX	TKM 50 HE (AC-6)	1	64.209,00 €	64.209,00 €
Total climatizadores UTA				595.879,50 €

Unidades de aire primario				
Marca	Modelo	Unidades	Precio unitario	Precio total
TROX	TBS-EC-23	2	15.195,13 €	30.390,26 €
Total unidades de aire primario				30.390,26 €

Unidades de Fan-coil				
Marca	Modelo	Unidades	Precio unitario	Precio total
Hitecsa	FCW/FCCW Modelo 20	2	591,76 €	1.183,52 €
Hitecsa	FCW/FCCW Modelo 30	15	845,27 €	12.678,98 €
Hitecsa	FCW/FCCW Modelo 40	1	907,48 €	907,48 €
Hitecsa	FCW/FCCW Modelo 70	9	1.476,53 €	13.288,73 €
Hitecsa	FCW/FCCW Modelo 90	2	1.613,85 €	3.227,70 €
Hitecsa	FCW/FCCW Modelo 100	9	1.892,45 €	17.032,01 €
Hitecsa	FCW/FCCW Modelo 110	4	1.956,42 €	7.825,68 €
Total fan-coils				56.144,09 €

Conductos de aire			
Marca	Superficie (m2)	Precio/m2	Precio total
Climaver	8157,66	48,6472	396.847,51 €
Total conductos			396.847,51 €

Tuberías de acero				
Norma	Diámetro	Longitud (m)	Precio/m	Precio total
DIN 2440	10 mm (3/8")	15,26	19,81 €	302,33 €
DIN 2440	15 mm (1/2")	27,26	24,28 €	661,83 €
DIN 2440	20 mm (3/4")	74,64	28,03 €	2.091,83 €
DIN 2440	25 mm (1")	85,76	33,65 €	2.885,52 €
DIN 2440	32 mm (1 1/4")	103,60	40,06 €	4.150,22 €
DIN 2440	40 mm (1 1/2")	281,11	49,47 €	13.906,26 €
DIN 2440	50 mm (2")	271,61	62,51 €	16.978,03 €
DIN 2440	65 mm (2 1/2")	202,06	79,78 €	16.120,35 €
DIN 2440	80 mm (3")	216,13	93,13 €	20.128,19 €
DIN 2440	100 mm (4")	20,00	105,79 €	2.115,80 €
DIN 2440	125 mm (5")	235,00	142,65 €	33.522,75 €
DIN 2440	150 mm (6")	256,75	170,23 €	43.706,55 €
DIN 2448	200 mm (8")	31,00	201,77 €	6.254,81 €
DIN 2448	250 mm (10")	17,13	255,72 €	4.379,14 €
Total tuberías				167.203,60 €

Toberas				
Marca	Modelo	Unidades	Precio unitario	Precio total
TROX	DUE-S 250	18	514,80 €	9.266,40 €
TROX	DUE-S 315	70	670,73 €	46.950,75 €
TROX	DUE-S 400	120	899,85 €	107.982,54 €
Total toberas				164.199,69 €

Rejillas de retorno				
Marca	Modelo	Unidades	Precio unitario	Precio total
TROX	AT-AG 625x425	8	151,41 €	1.211,28 €
TROX	AT-AG 825x425	4	188,99 €	755,94 €
TROX	AT-AG 1225x525	52	285,94 €	14.868,88 €
Total rejillas de retorno				16.836,10 €

Bombas				
Marca	Modelo	Unidades	Precio unitario	Precio total
Grundfos	MAGNA1 25-100	2	1.585,50 €	3.171,00 €
Grundfos	MAGNA1 40-80F	1	2.337,00 €	2.337,00 €
Grundfos	MAGNA1 40-100F	1	2.577,00 €	2.577,00 €
Grundfos	NB 125-200/215	1	4.813,90 €	4.813,90 €
Grundfos	NB 100-315/272	1	4.962,63 €	4.962,63 €
Grundfos	NB 150-250/282	2	9.649,90 €	19.299,80 €
Subtotal bombas				37.161,33 €
Bombas en paralelo				37.161,33 €
Total de bombas				74.322,66 €

Calderas (con quemador incluido)				
Marca	Modelo	Unidades	Precio unitario	Precio total
Viessman	Vitocrossal 300 CT3U	1	79.784,86 €	79.784,86 €
Total calderas				79.784,86 €

Grupos frigoríficos				
Marca	Modelo	Unidades	Precio unitario	Precio total
Carrier	Aquaforce 30XA-A-450	1	211.398,00 €	211.398,00 €
Total Grupos frigoríficos				211.398,00 €

Válvulas y elementos de conexionado			
Tipo	Unidades	Precio unitario medio	Precio total
3 vías	50	272,58 €	13.629,00 €
Corte	106	179,24 €	18.999,44 €
Asiento	8	190,95 €	1.527,64 €
Regulación Micrométrica	66	265,16 €	17.500,23 €
Manguitos antivibratorios	32	149,24 €	4.775,76 €
Filtros	66	291,89 €	19.264,41 €
Total			75.696,48 €

Otros elementos auxiliares	
Elemento	Precio total estimado
Compuertas cortafuegos	29.000,00 €
Aparatos de medida	
Vasos de expansión	

Instalación de control y puesta en marcha	
Cuadros eléctricos	200.000,00 €
Software	
Elementos de control	
Transformadores	
Relés	
Conexiones eléctrica	
Mano de obra	

4.3 Presupuesto total

Elemento	Precio
Climatizadores UTA	595.879,50 €
Unidades de aire primario	30.390,26 €
Unidades de fan-coil	56.144,09 €
Conductos de aire	396.847,51 €
Tuberías de agua	167.203,60 €
Toberas	164.199,69 €
Rejillas de retorno	16.836,10 €
Bombas	74.322,66 €
Caldera	79.784,86 €
Grupos frigorífico	211.398,00 €
Válvulas y elementos conex.	75.696,48 €
Otros elementos auxiliares	29.000,00 €
Instalación de control y puesta en marcha	200.000,00 €
TOTAL	2.097.702,74 €


















Tabla 69: Presupuesto total de la instalación

El presupuesto total para el proyecto de reforma del sistema de climatización del aeropuerto de Málaga asciende a **2.097.702,74 €** que corresponde a 180,54€/m².

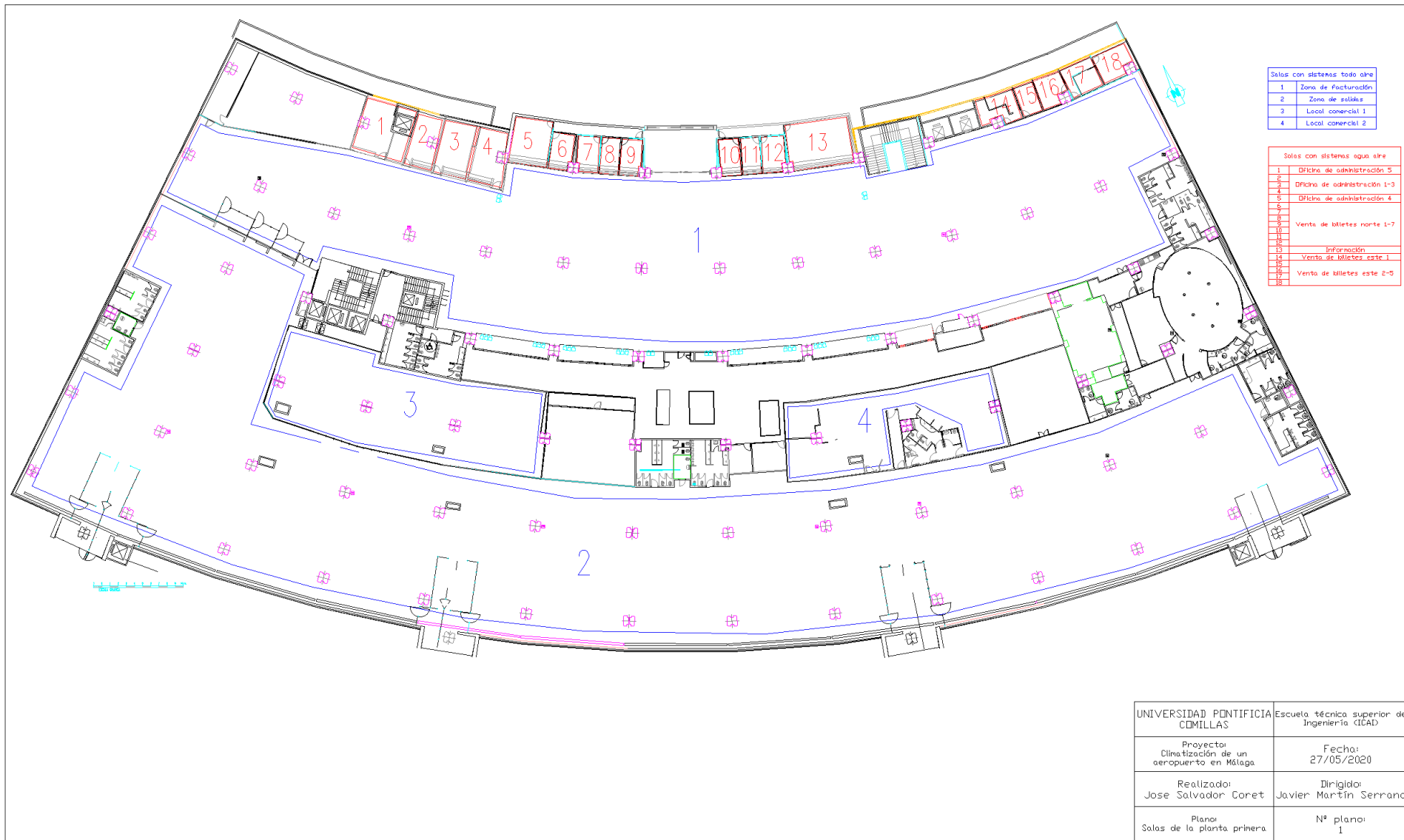
Planos

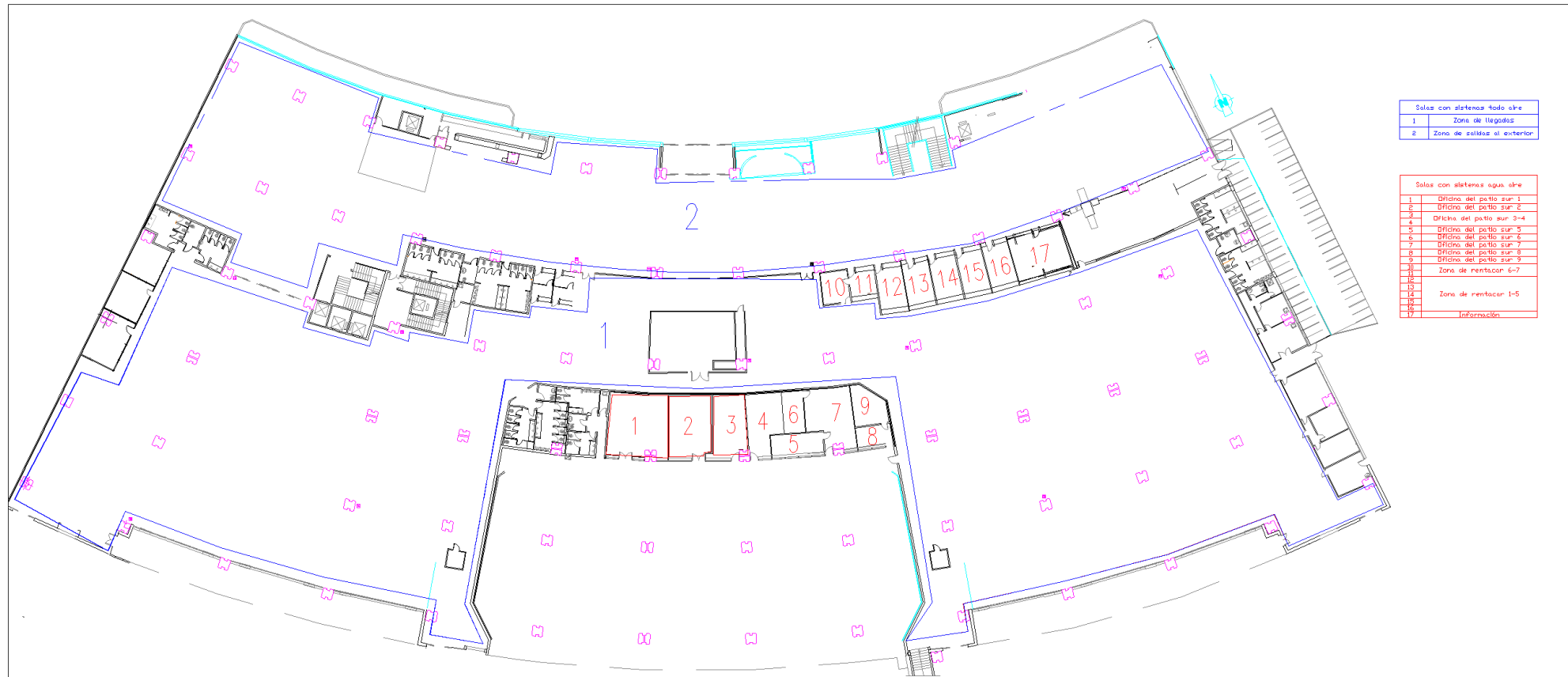
A continuación, se representan un total de 9 planos para poder diseñar la instalación. En algunos casos se ha adjuntado un detalle adicional en el Anexo para poder visualizar mejor una zona concreta de interés. Tanto en la red hidráulica como en la de conductos, se han incluido etiquetas con los números correspondientes a los tramos de forma que se puedan conocer las dimensiones de estos.

Se adjunta la leyenda completa empleada en los planos:

LEYENDA	
	CONDUCTO DE IMPULSIÓN
	CONDUCTO DE RETORNO
	CONDUCTO EXTERIOR
	TUBERIAS DE 4 VÍAS
	TUBERIAS DE IMPULSION FRIO
	TUBERIAS DE RETORNO FRIO
	TUBERIAS DE IMPULSION CALOR
	TUBERIAS DE RETORNO CALOR
	BAJANTE DE CONDUCTO DE IMPULSIÓN
	BAJANTE DE CONDUCTO DE RETORNO
	BAJADA DE CONDUCTO EXTERIOR
	BOMBA
	TERMINAL FAN-COIL
	SUBIDA Y BAJADA DE TUBERÍAS
	TOBERA DE IMPULSION
	REJILLA DE RETORNO
	REJILLA DE RETORNO TIPO 2

Cada plano cuenta su leyenda individual correspondiente.

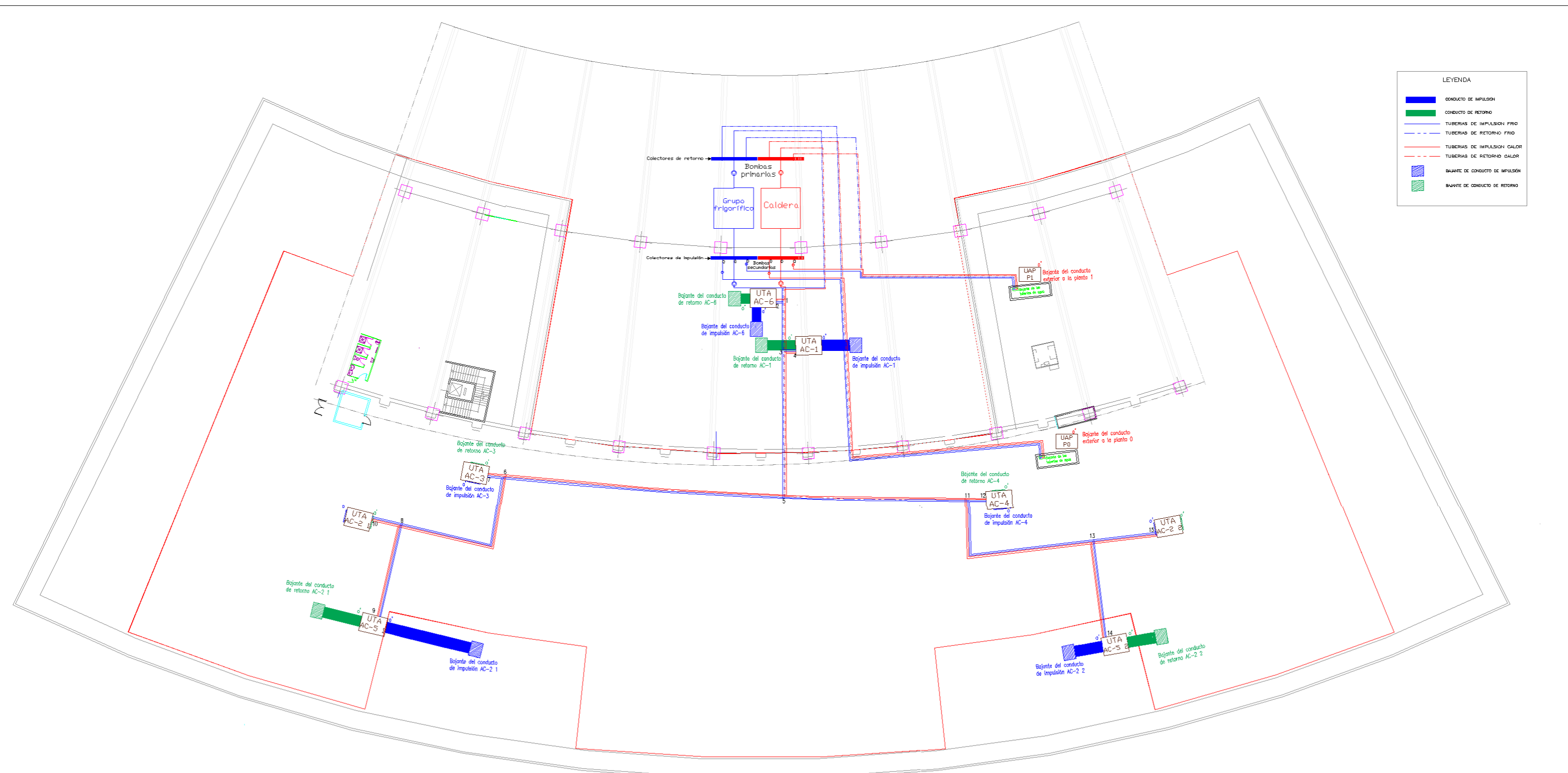




Salas con sistemas todo aire	
1	Zona de llegadas
2	Zona de salas al exterior

Salas con sistemas agua aire	
1	Oficina del patio sur 1
2	Oficina del patio sur 2
3	Oficina del patio sur 3-4
5	Oficina del patio sur 5
6	Oficina del patio sur 6
7	Oficina del patio sur 7
8	Oficina del patio sur 8
9	Oficina del patio sur 9
10	Zona de rentacar 6-7
11	
12	Zona de rentacar 1-5
13	
14	
15	
16	
17	Información

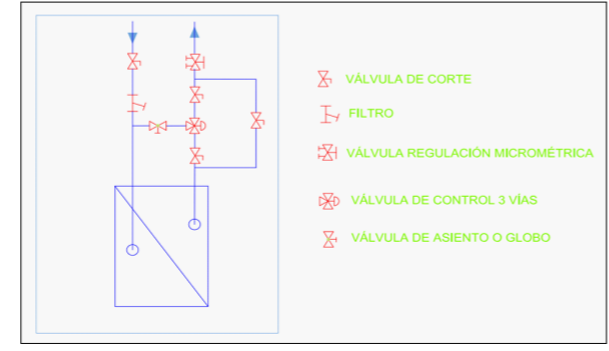
UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS	Escuela técnica superior de Ingeniería (ICAI)
Proyecto: Climatización de un aeropuerto en Málaga	Fecha: 27/05/2020
Realizado: Jose Salvador Coret	Dirigido: Javier Martín Serrano
Plano: Salas de la planta baja	Nº plano: 2



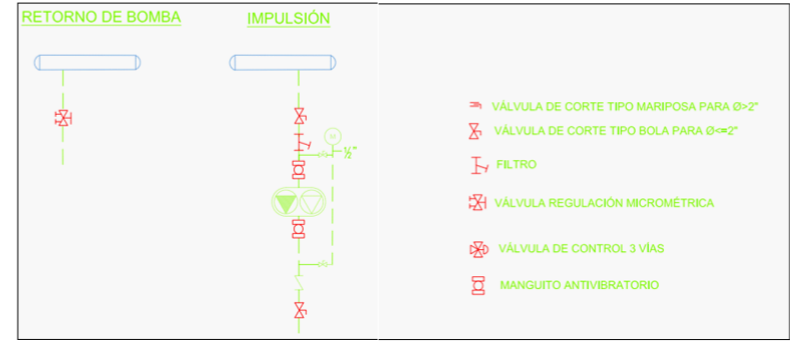
LEYENDA

—	CONDUCTO DE IMPULSIÓN
—	CONDUCTO DE RETORNO
- - -	TUBERÍAS DE IMPULSIÓN FRÍO
- - -	TUBERÍAS DE RETORNO FRÍO
—	TUBERÍAS DE IMPULSIÓN CALOR
- - -	TUBERÍAS DE RETORNO CALOR
▨	BAJANTE DE CONDUCTO DE IMPULSIÓN
▨	BAJANTE DE CONDUCTO DE RETORNO

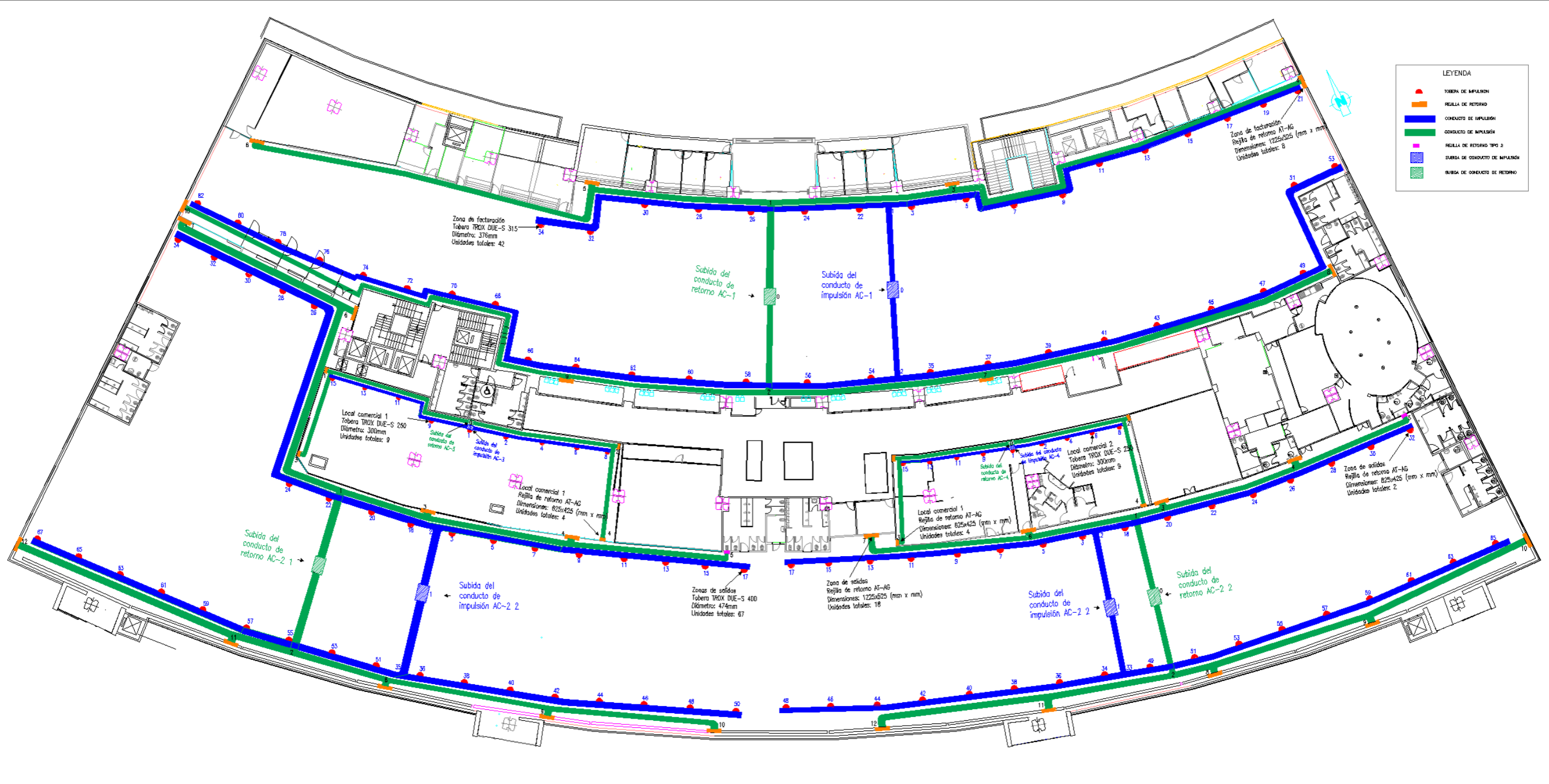
CONEXIONADO TUBERÍA-BATERÍA DE CLIMATIZADOR



CONEXIONADO TUBERÍA-BOMBA



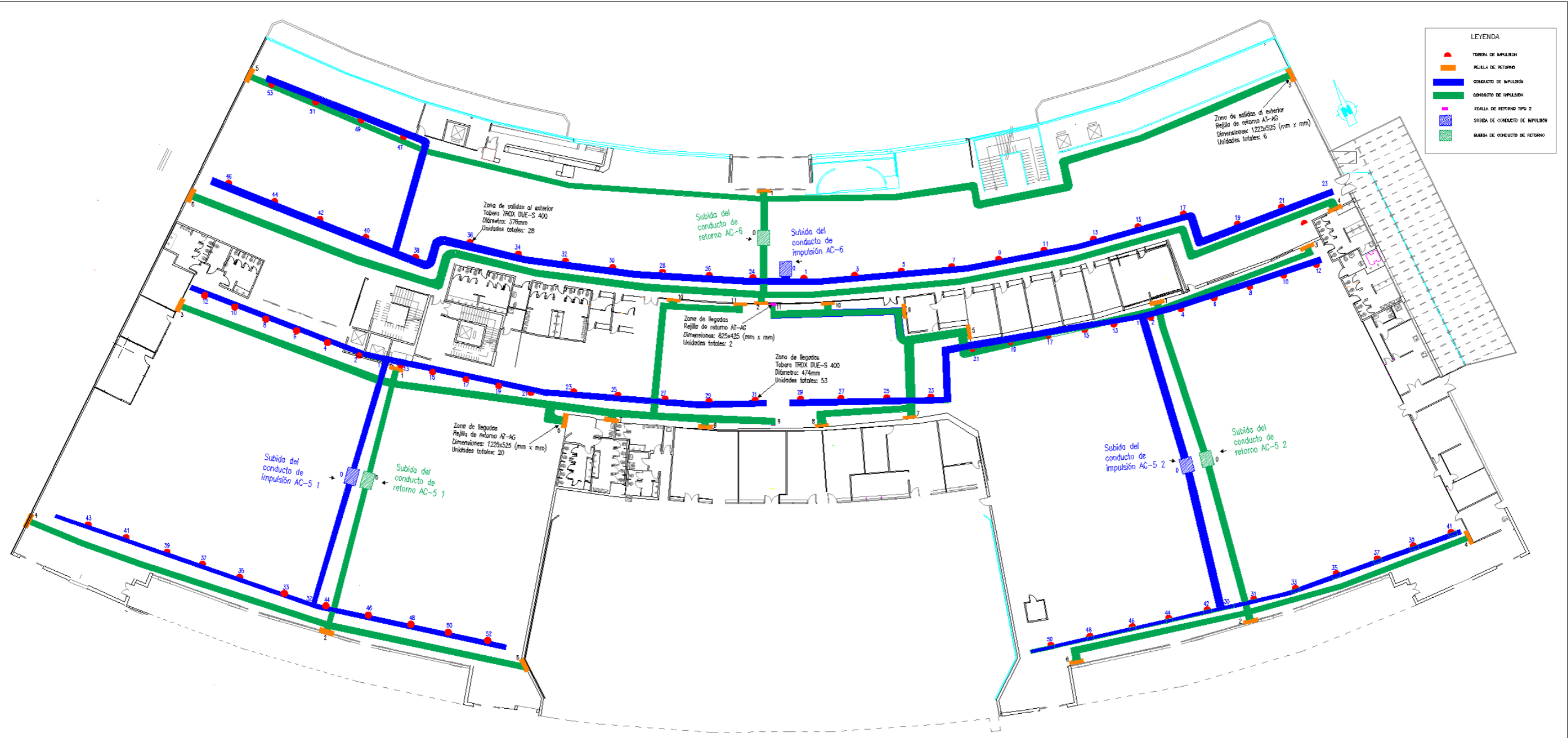
UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS	Escuela técnica superior de Ingeniería (ICAI)
Proyecto: Climatización de un aeropuerto en Málaga	Fecha: 27/05/2020
Realizado: Jose Salvador Coret	Dirigido: Javier Martín Serrano
Plano: Cubierta	Nº plano: 3



LEYENDA

- TOBERA DE IMPULSIÓN
- REJILLA DE RETORNO
- CONDUCTO DE IMPULSIÓN
- CONDUCTO DE RETORNO
- REJILLA DE RETORNO TIPO 2
- ▭ SUBIDA DE CONDUCTO DE IMPULSIÓN
- ▭ SUBIDA DE CONDUCTO DE RETORNO

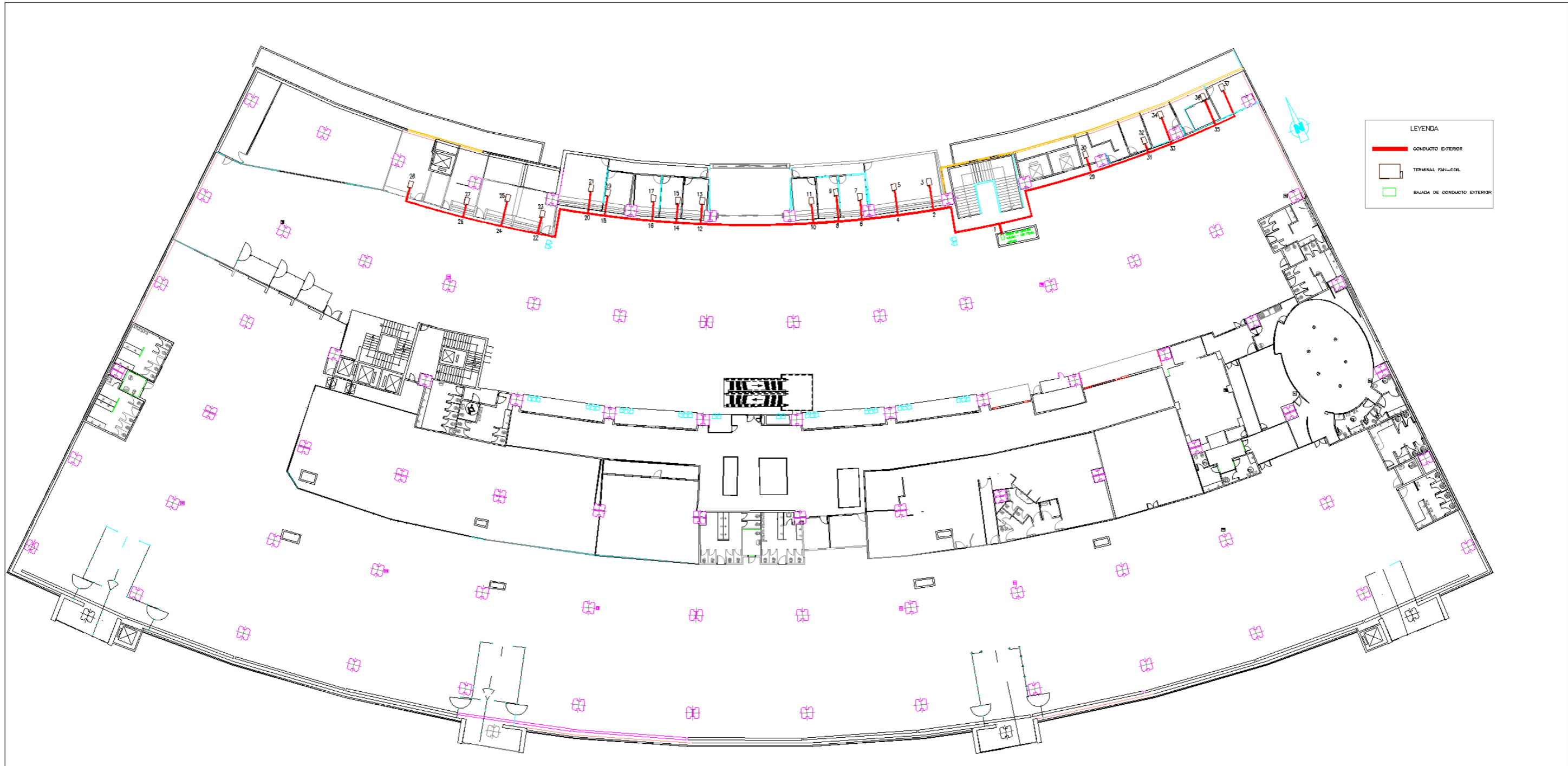
UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS	Escuela técnica superior de Ingeniería (ICAI)
Proyecto: Climatización de un aeropuerto en Málaga	Fecha: 27/05/2020
Realizado: Jose Salvador Coret	Dirigido: Javier Martín Serrano
Plano: Conductos de la planta primera	Nº plano: 4



LEYENDA

- TOBERA DE IMPULSION
- REJILLA DE RETORNO
- CONDUCTO DE IMPULSION
- CONDUCTO DE RETORNO
- REJILLA DE RETORNO TIPO 2
- SUBIDA DE CONDUCTO DE IMPULSION
- SUBIDA DE CONDUCTO DE RETORNO

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS	Escuela técnica superior de Ingeniería (ICAI)
Proyecto: Climatización de un aeropuerto en Málaga	Fecha: 27/05/2020
Realizado: Jose Salvador Coret	Dirigido: Javier Martín Serrano
Plano: Conductos de la planta baja	Nº plano: 5



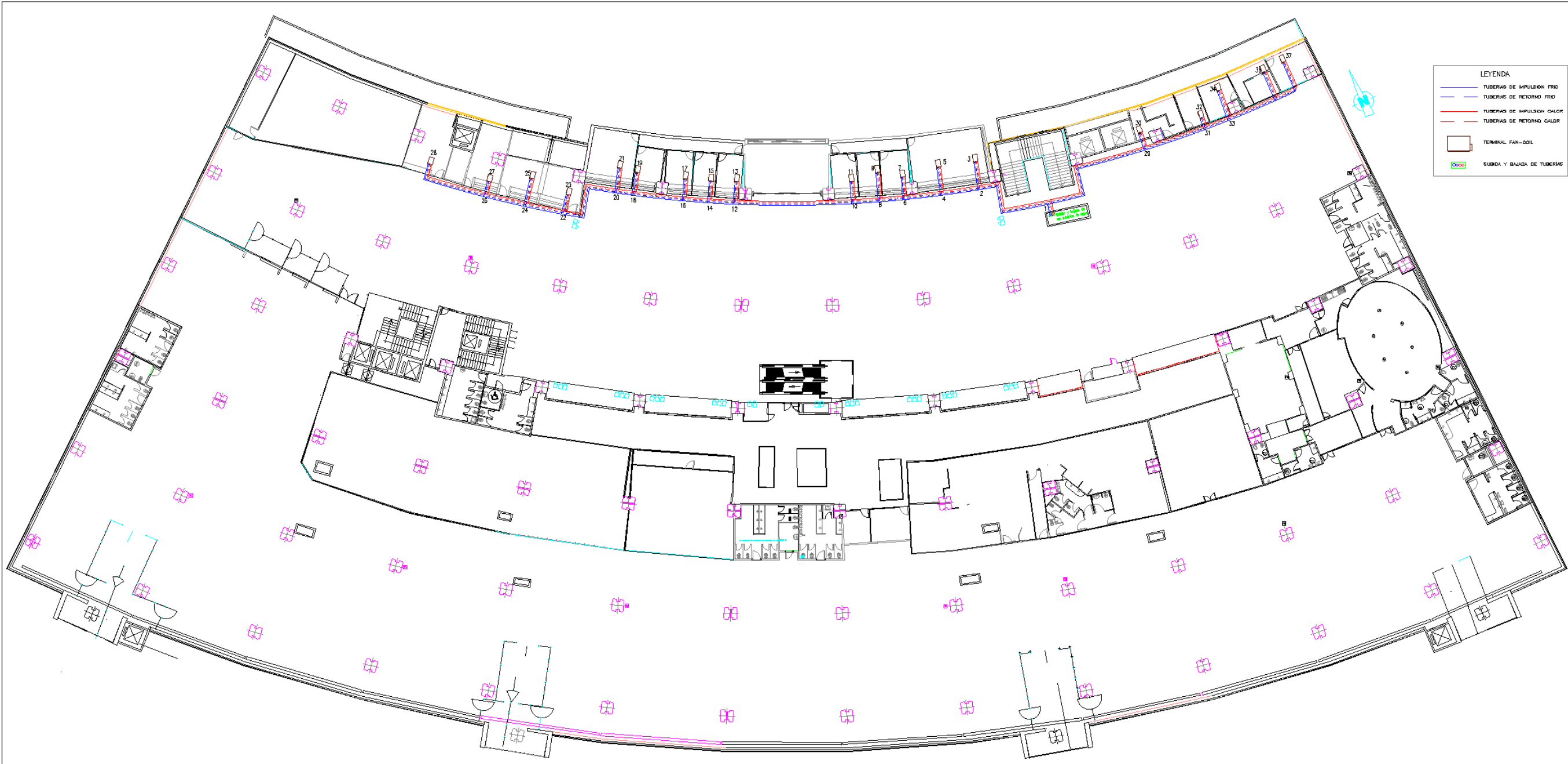
LEYENDA

—	CONDUCTO EXTERIOR
	TERMINAL FAN-COIL
	BAJADA DE CONDUCTO EXTERIOR

UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS	Escuela técnica superior de Ingeniería (ICAD)
Proyecto: Climatización de un aeropuerto en Málaga	Fecha: 27/05/2020
Realizado: Jose Salvador Coret	Dirigido: Javier Martín Serrano
Plano: Conductos exteriores planta primera	Nº plano: 6



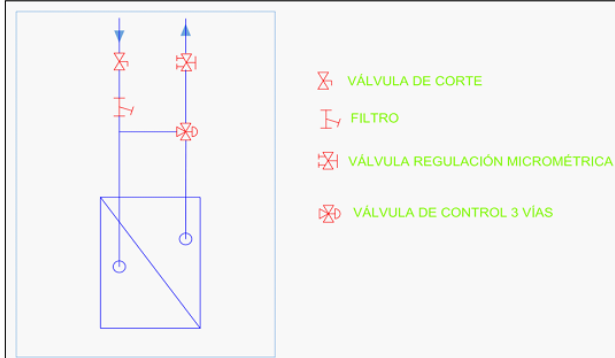
UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS	Escuela técnica superior de Ingeniería (ICAD)
Proyecto: Climatización de un aeropuerto en Málaga	Fecha: 27/05/2020
Realizado: Jose Salvador Coret	Dirigido: Javier Martín Serrano
Plano: Conductos exteriores planta baja	Nº plano: 7



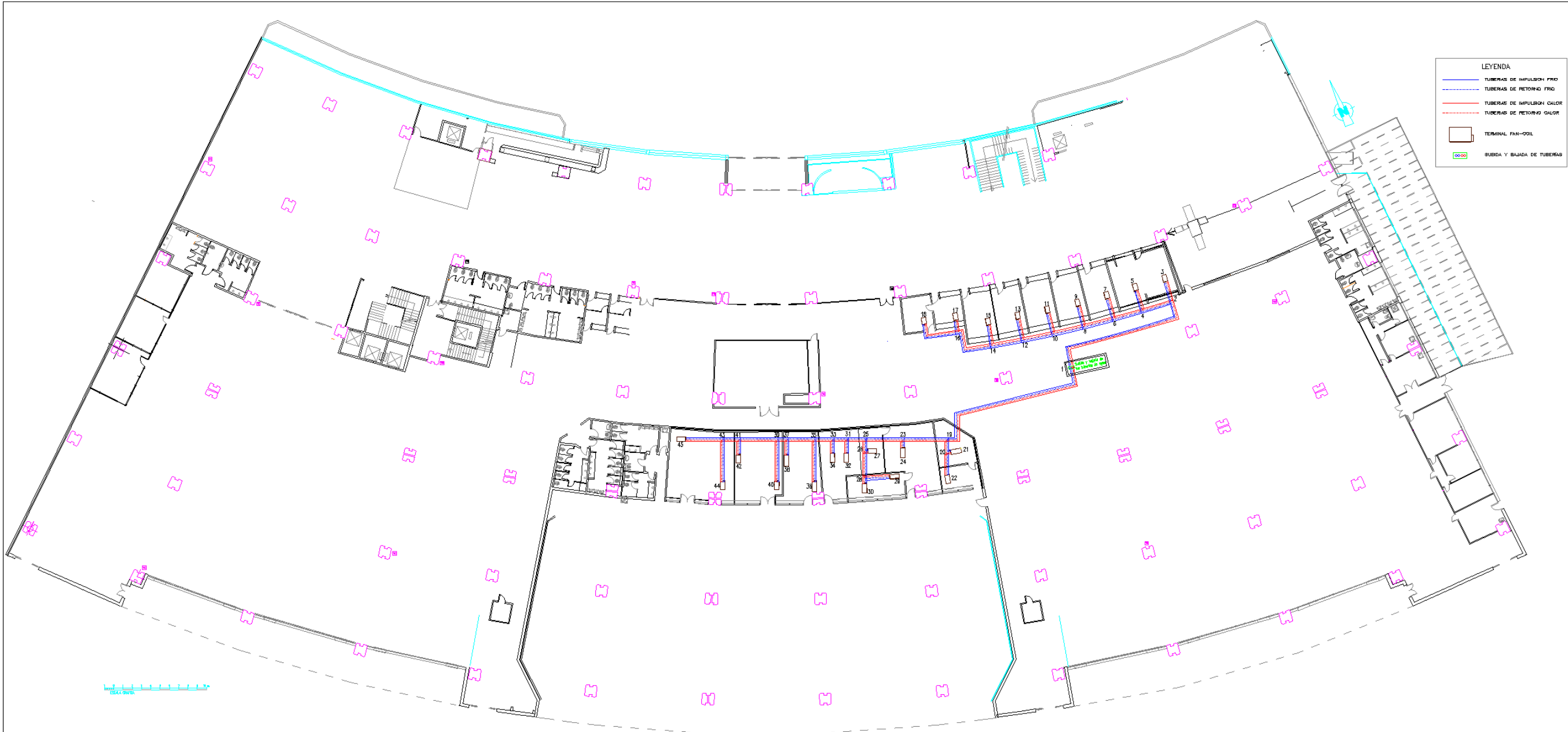
LEYENDA

- TUBERÍAS DE IMPULSION FRIO
- TUBERÍAS DE RETORNO FRIO
- TUBERÍAS DE IMPULSION CALOR
- TUBERÍAS DE RETORNO CALOR
- TERMINAL FAN-COIL
- SUBIDA Y BANDA DE TUBERÍAS

CONEXIONADO TUBERÍA-FAN COIL



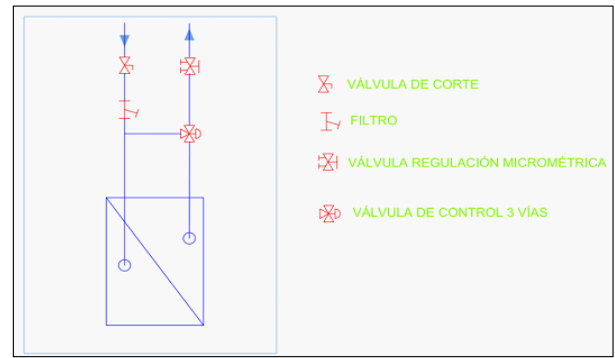
UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS	Escuela técnica superior de Ingeniería ICAD
Proyecto: Climatización de un aeropuerto en Málaga	Fecha: 27/05/2020
Realizado: Jose Salvador Coret	Dirigido: Javier Martín Serrano
Plano: Tuberías de la planta primera	Nº plano: 8



LEYENDA

	TUBERIAS DE IMPULSION FRIO
	TUBERIAS DE RETORNO FRIO
	TUBERIAS DE IMPULSION CALOR
	TUBERIAS DE RETORNO CALOR
	TERMINAL FAN-COIL
	SUBIDA Y BAJADA DE TUBERIAS

CONEXIONADO TUBERÍA-FAN COIL



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS	Escuela técnica superior de Ingeniería (ICAI)
Proyecto: Climatización de un aeropuerto en Málaga	Fecha: 27/05/2020
Realizado: Jose Salvador Coret	Dirigido: Javier Martín Serrano
Plano: Tuberías de la planta baja	Nº plano: 9

Anexo

6.1 Objetivos de desarrollo sostenible

El proyecto busca reformar la instalación de climatización de gran parte del aeropuerto. Durante la realización de este, se han tenido en cuenta algunas de las medidas aprobadas por la ONU en la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible que se han tenido en cuenta a la hora de diseñar la instalación. Concretamente:

- Objetivo 7-Energía asequible y no contaminante: Con el fin de duplicar a tasa mundial de mejora de eficiencia energética y aumentar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética, de cara a 2030.
- Objetivo 9-Industria innovación e infraestructuras: Trabajando para modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.



Algunas de estas medidas se han podido aplicar, en mayor o menor medida, en la propia reforma pues involucraban directamente a los equipos de climatización y resultaban viables de cara al presupuesto del proyecto. A lo largo del proyecto se ha ido valorando la implementación de estos objetivos de desarrollo sostenible en los diseños de la instalación, contrastándola con el aumento de presupuesto implicado para determinar donde habría viabilidad.

Sin embargo, hay otros elementos o equipos que no pertenecen al sistema de climatización como tal, pero dado el compromiso hacia un desarrollo sostenible, se han valorado como posible proyecto adicional o auxiliar con el objetivo de que, no solo el sistema de climatización, sino que el aeropuerto en general sea eficiente energéticamente, dotado de un consumo más autosuficiente.

Tanto en la red de tuberías como en la red de conductos, se ha tratado de reducir la pérdida de carga a la hora de dimensionar los tramos de las redes, sin excederse demasiado en el diámetro, pero minimizando lo máximo posible las pérdidas de carga por rozamiento y las pérdidas secundarias. Es decir, si para un cierto caudal había dos posibilidades de diámetro razonables, se ha elegido siempre la que menor pérdida de carga implicase. Por consiguiente, tanto las bombas como los ventiladores de los conductos de aire precisan una altura efectiva o presión estática inferior, que se traduce en gasto energético menor por parte del motor eléctrico pues no hace falta consumir tanta potencia por parte de estos equipos para satisfacer las condiciones de confort térmico. Aunque el coste de la red de tuberías o conductos aumente según sus dimensiones, esta subida de presupuesto se compensa con la reducción de gasto energético de los equipos y el precio de estos, pues no se necesitan bombas o ventiladores tan sofisticados. Es más, el coste de las tuberías y conductos ha sido inferior a la estimación inicial. Si, además, se valora desde el punto de vista de la sostenibilidad, es la alternativa ideal.

En términos cuantitativos, esto implica una reducción de pérdida de carga del 60% en los conductos de aire, y del 30% en las tuberías de agua. Esto se traduce en torno a:

- Un **ahorro energético** en las bombas de **36MWh**. En caso de emplearse la pérdida de carga límite de 20mm.c.a/ml para disminuir al máximo el presupuesto en tuberías, la potencia total de las

bombas instaladas superaría por 10 kW (como mínimo) a la actual, pues sería necesaria para poder aportar el aumento altura necesaria para superar dicha pérdida de carga. En ese caso, el presupuesto en bombas aumentaría un 40%, un aumento de 29.729,06€, significando un ahorro económico importante.

- Un **ahorro energético** en los climatizadores UTA en cuanto a la distribución del aire (ventilación) del 25%, un total de **43,2 MWh** (aproximadamente 12kW de potencia de ahorro total). Se han diseñado los climatizadores TROX TKM 50 HE con las condiciones de presión para una pérdida de carga constante en los conductos de 0,12mm.c.a/ml y la potencia de trabajo sufría ese aumento. Según el generador de precios, el aumento de coste en climatizadores UTA sería en torno al 9%, es decir: 53.629,16€.

Por otro lado, se ha tenido en cuenta la ubicación de todos los equipos de la instalación. Se ha insistido especialmente en la ubicación de los climatizadores, situándolos lo más cerca posible del centro geométrico formado por las toberas o los terminales de fan-coils de la sala o planta a la que alimentan. De esta forma, se reduce la distancia de la red de tuberías y conductos minimizando, por tanto, la pérdida de carga. Esta medida, optimiza el presupuesto al emplearse menos metros de tubería o conducto, pero, sobre todo, vuelve generar un impacto positivo de cara a la sostenibilidad y el medioambiente.

En términos cuantitativos, por cada ahorro de 10 m de tubería (0,55% de la red actual), las bombas ahorran 660 kWh (reducción de 0,183kW en la potencia total de las bombas) y el presupuesto de tuberías se reduce una media de 910,01€. Por otro lado, por cada ahorro 100 m² de conducto (1,23% de la red actual), los climatizadores ahorran en torno a 882,72 kWh (reducción de 0,245 kW en la potencia total de los climatizadores) y se ahorran 4864,72€.

En un principio se estudió la posibilidad de instalar una bomba de calor aerotermia, pues estos equipos cuentan con un 75% de energía renovable que se encuentra en el aire y un 25% de energía eléctrica. Sin embargo, dadas las exigencias térmicas y el presupuesto del proyecto de reforma de la instalación de climatización, no resultaba rentable emplear esta de fuente de energía. Por consiguiente, se ha instalado una caldera de condensación que sí se ajusta al presupuesto y tiene ciertas ventajas energéticas. La caldera recupera parte del vapor de agua generado por la combustión en su interior y este se puede reutilizar de nuevo en el proceso. Por tanto, hay un doble efecto positivo pues se recupera parte de la energía liberada y se pierde una menor cantidad de humo; teniendo rendimientos superiores al 100% y un ahorro entre 15-30% de gas, un ahorro energético significativo. Además, estas calderas suponen una reducción de emisiones de CO y NO_x frente a otras tecnologías.

Concretamente, tiene rendimientos de hasta el 109% ahorrando un 15% de energía en comparación con una caldera convencional de baja temperatura que funcione al 96% de rendimiento, es decir, 78,87kW de potencia o 283,6kWh de energía. El ahorro de emisiones de NO_x y CO es de 20mg/kWh y 15mg/kWh respectivamente, lo que significa niveles extremadamente positivos. De esta manera se ahorra energía (ahorro económico en consumo) y se consigue un sistema eficaz, sostenible y poco contaminante.

Tal y como se ha comentado, se ha aprovechado para estudiar la posibilidad de desarrollar algún proyecto en la instalación con el fin de disponer de energía asequible y no contaminante, garantizar un consumo responsable y, mirar hacia el progreso tecnológico y la innovación. Este proyecto se complementaría perfectamente con el proyecto actual de reforma del sistema de climatización, cuyo resultado sería un

aeropuerto tremendamente sofisticado que generaría un impacto social que acogería la idea de promover estos valores del Desarrollo Sostenible.

Se ha valorado la instalación de paneles solares fotovoltaicos situados en la cubierta del aeropuerto para aprovechar la abundante e intensa radiación solar que hay Málaga, priorizando el uso de energías renovables para reducir la contaminación y conseguir una instalación eficiente energéticamente. Dada la localización del aeropuerto, la escasa altura con respecto del mar y el clima de sur de España, la energía solar es la energía renovable óptima para el proyecto en cuestión. Es más, según un estudio estadístico oficial adjuntado en el Anexo, Málaga es la ciudad peninsular española con mayor irradiación solar: 2,97 kW·h/m² de media diaria. Los paneles solares fotovoltaicos pueden convertir hasta el 20% de la energía solar en energía eléctrica. Esto implica que, si se instalan adecuadamente; orientados hacia el sur y perpendiculares a la incidencia solar, pueden significar un ahorro energético muy importante. A largo plazo y con una inversión considerable, este sistema podría abastecer al sistema de climatización e incluso a gran parte del resto del aeropuerto. Este tipo de inversiones son las que promueven la innovación, el desarrollo industrial y la sostenibilidad. Como es evidente, este proyecto no se ha incluido como parte de la reforma del sistema de climatización porque además de disparar el presupuesto, no se emplearía exclusivamente para abastecer al sistema de climatización sino al aeropuerto en general.

6.2 Tablas de cálculo de las cargas térmicas

6.2.1 Cálculo de carga de invierno – Planta primera

- Zona de facturación:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO											
Temp. Exterior	4,3	°C									
Temp. Interior	22	°C									
Temp. TERRENO	9	°C									
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			46,1		46,1	2,90	17,7	1,25	1,10	3252
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	17,7	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			42,0		42,0	2,90	17,7	1,20	1,15	2975
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			76,8	46,1	30,7	0,49	17,7	1,15	1,10	337
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			70,0	42,0	28,0	0,49	17,7	1,10	1,15	307
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0
SUELO				0,0		0,0	1,00	13,0	1,00	1,15	0
LNC				389,9		389,9	1,20	8,9	1,00	1,00	4141
VOLUMEN	0										TOTAL 11012
	CAUDAL										
	m3/h										
AIRE EXTERIOR	7337										Kcal/h 38959,47

- Zona de salidas:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO											
Temp. Exterior	4,3	°C									
Temp. Interior	22	°C									
Temp. TERRENO	9	°C									
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			29,0		29,0	2,90	17,7	1,25	1,10	2045
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			650,4		650,4	2,90	17,7	1,00	1,10	36722
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			111,7		111,7	2,90	17,7	1,20	1,15	7914
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			48,3	29,0	19,3	0,49	17,7	1,15	1,10	212
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			1084,0	650,4	433,6	0,49	17,7	1,00	1,10	4136
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			186,2	111,7	74,5	0,49	17,7	1,10	1,15	817
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0
SUELO				0,0		0,0	1,00	13,0	1,00	1,15	0
LNC				567,7		567,7	1,20	8,9	1,00	1,00	6029
VOLUMEN	0										TOTAL 57876
	CAUDAL										
	m3/h										
AIRE EXTERIOR	10527										Kcal/h 55898,37

- Venta de billetes este 2-5

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO											
Temp. Exterior	4,3	°C									
Temp. Interior	22	°C									
Temp. TERRENO	9	°C									
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm ² °C)	T ² int - T ² ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
CRISTAL	N			16,8		16,8	2,90	17,7	1,35	1,15	1339
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	17,7	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	17,7	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			28,0	16,8	11,2	0,49	17,7	1,20	1,15	134
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0
SUELO				0,0		0,0	1,00	13,0	1,00	1,15	0
LNC				0,0		0,0	1,20	8,9	1,00	1,00	0
VOLUMEN	0									TOTAL	1473
	CAUDAL										
	m3/h										
AIRE EXTERIOR	90									Kcal/h	477,9

- Oficina de administración 1-3

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO											
Temp. Exterior	4,3	°C									
Temp. Interior	22	°C									
Temp. TERRENO	9	°C									
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm ² °C)	T ² int - T ² ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
CRISTAL	N			13,9		13,9	2,90	17,7	1,35	1,15	1105
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	17,7	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	17,7	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			23,1	13,9	9,2	0,49	17,7	1,20	1,15	111
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0
SUELO				0,0		0,0	1,00	13,0	1,00	1,15	0
LNC				0,0		0,0	1,20	8,9	1,00	1,00	0
VOLUMEN	0									TOTAL	1215
	CAUDAL										
	m3/h										
AIRE EXTERIOR	90									Kcal/h	477,9

- Oficina del patio sur 1:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	4,3	°C										
Temp. Interior	22	°C										
Temp. TERRENO	9	°C										
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T°int - T°ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0	
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,10	0	
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0	
CRISTAL	S			29,0		29,0	2,90	17,7	1,00	1,10	1636	
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	17,7	1,20	1,15	0	
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0	
MURO EXT.	S			48,3	29,0	19,3	0,49	17,7	1,00	1,10	184	
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,15	0	
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0	
SUELO				47,6		47,6	1,00	13,0	1,00	1,15	712	
LNC				0,0		0,0	1,20	8,9	1,00	1,00	0	
VOLUMEN	0										TOTAL	2532
CAUDAL												
m3/h												
AIRE EXTERIOR	225	Kcal/h	1194,75									

- Oficina del patio sur 2:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	4,3	°C										
Temp. Interior	22	°C										
Temp. TERRENO	9	°C										
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T°int - T°ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0	
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,10	0	
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0	
CRISTAL	S			19,7		19,7	2,90	17,7	1,00	1,10	1115	
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0	
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	17,7	1,20	1,15	0	
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0	
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0	
MURO EXT.	S			32,9	19,7	13,2	0,49	17,7	1,00	1,10	126	
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0	
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,15	0	
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0	
SUELO				32,4		32,4	1,00	13,0	1,00	1,15	485	
LNC				0,0		0,0	1,20	8,9	1,00	1,00	0	
VOLUMEN	0										TOTAL	1725
CAUDAL												
m3/h												
AIRE EXTERIOR	180	Kcal/h	955,8									

- Oficina del patio sur 3-4:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	4,3	°C										
Temp. Interior	22	°C										
Temp. TERRENO	9	°C										
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0	
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E		✓	0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,10	0	
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0	
CRISTAL	S		✓	19,7		19,7	2,90	17,7	1,00	1,10	1115	
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0	
CRISTAL	O		✓	0,0		0,0	2,90	17,7	1,20	1,15	0	
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0	
MURO EXT.	N		✓	0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E		✓	0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0	
MURO EXT.	S		✓	32,9	19,7	13,2	0,49	17,7	1,00	1,10	126	
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0	
MURO EXT.	O		✓	0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,15	0	
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0	
SUELO				32,4		32,4	1,00	13,0	1,00	1,15	485	
LNC				0,0		0,0	1,20	8,9	1,00	1,00	0	
VOLUMEN	0										TOTAL	1725
CAUDAL												
m3/h												
AIRE EXTERIOR	180	Kcal/h										
		955,8										

- Oficina del patio sur 5:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO												
Temp. Exterior	4,3	°C										
Temp. Interior	22	°C										
Temp. TERRENO	9	°C										
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0	
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0	
CRISTAL	E		✓	0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,10	0	
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0	
CRISTAL	S		✓	23,5		23,5	2,90	17,7	1,00	1,10	1328	
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0	
CRISTAL	O		✓	0,0		0,0	2,90	17,7	1,20	1,15	0	
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0	
MURO EXT.	N		✓	0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0	
MURO EXT.	E		✓	0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,10	0	
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0	
MURO EXT.	S		✓	39,2	23,5	15,7	0,49	17,7	1,00	1,10	150	
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0	
MURO EXT.	O		✓	0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,15	0	
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0	
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0	
SUELO				14,0		14,0	1,00	13,0	1,00	1,15	209	
LNC				0,0		0,0	1,20	8,9	1,00	1,00	0	
VOLUMEN	0										TOTAL	1687
CAUDAL												
m3/h												
AIRE EXTERIOR	45	Kcal/h										
		238,95										

- Oficina del patio sur 6:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO											
Temp. Exterior	4,3	°C									
Temp. Interior	22	°C									
Temp. TERRENO	9	°C									
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	17,7	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	17,7	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0
SUELO				14,0		14,0	1,00	13,0	1,00	1,15	209
LNC				0,0		0,0	1,20	8,9	1,00	1,00	0
VOLUMEN	0									TOTAL	209
	CAUDAL										
	m3/h										
AIRE EXTERIOR	45									Kcal/h	238,95

- Oficina del patio sur 7:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO											
Temp. Exterior	4,3	°C									
Temp. Interior	22	°C									
Temp. TERRENO	9	°C									
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			12,6		12,6	2,90	17,7	1,00	1,10	711
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	17,7	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			21,0	12,6	8,4	0,49	17,7	1,00	1,10	80
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0
SUELO				32,9		32,9	1,00	13,0	1,00	1,15	492
LNC				0,0		0,0	1,20	8,9	1,00	1,00	0
VOLUMEN	0									TOTAL	1283
	CAUDAL										
	m3/h										
AIRE EXTERIOR	180									Kcal/h	955,8

- Oficina del patio sur 8:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO											
Temp. Exterior	4,3	°C									
Temp. Interior	22	°C									
Temp. TERRENO	9	°C									
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T°int - T°ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			16,8		16,8	2,90	17,7	1,00	1,10	949
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	17,7	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			28,0	16,8	11,2	0,49	17,7	1,00	1,10	107
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0
SUELO				11,8		11,8	1,00	13,0	1,00	1,15	176
LNC				0,0		0,0	1,20	8,9	1,00	1,00	0
VOLUMEN	0									TOTAL	1231
	CAUDAL										
	m3/h										
AIRE EXTERIOR	45									Kcal/h	238,95

- Oficina del patio sur 9:

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO											
Temp. Exterior	4,3	°C									
Temp. Interior	22	°C									
Temp. TERRENO	9	°C									
	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T°int - T°ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	17,7	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	17,7	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	17,7	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	17,7	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	17,7	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	17,7	1,00	1,15	0
SUELO				18,0		18,0	1,00	13,0	1,00	1,15	269
LNC				0,0		0,0	1,20	8,9	1,00	1,00	0
VOLUMEN	0									TOTAL	269
	CAUDAL										
	m3/h										
AIRE EXTERIOR	90									Kcal/h	477,9

6.2.3 Cálculo de carga de verano – Planta primera

- Zona de facturación:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS													
Proyecto:		Climatización de un centro docente							5 de marzo de 2020				
Planta:		PRIMERA			Zona:		AC-1						
DIMENSIONES:		X		=		2.031,32		m2					
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		HORA SOLAR: 16			
										MES: julio			
										malaga			
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr			
NORTE	Cristal		m2 x	37	x	0,48		Exteriores	31,2	21,1	40	11,6	
NE	Cristal		m2 x	37	x	0,48		Interiores	24,0	17,0	50	9,2	
ESTE	Cristal	46,07	m2 x	37	x	0,48	818	DIFERENCIA	7,2			2,4	
SE	Cristal		m2 x	37	x	0,48		CALOR LATENTE					
SUR	Cristal		m2 x	41	x	0,48		Infiltración	m3/h x	2,4	x	0,72	
SO	Cristal		m2 x	377	x	0,48		Personas	253	Personas	x	55	
OESTE	Cristal	42,00	m2 x	519	x	0,48	10.463	Aplicaciones					
NO	Cristal		m2 x	332	x	0,48		SUBTOTAL				13.915	
	Claraboya		m2 x	399	x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		1.392	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL		15.307			
NORTE	Pared		m2 x	4,8	x	0,65		Aire Ext.	7.337,00	m3/h x	2,4 x	0,15 BF x 0,72	1.870
NE	Pared		m2 x	6,0	x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				17.177	
ESTE	Pared	30,72	m2 x	6,0	x	0,65	120	CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				135.256	
SE	Pared		m2 x	9,3	x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared		m2 x	13,7	x	0,65		Sensible	7.337,00	m3/h x	7,2 x (1- 0,15 BF) x 0,3	13.471	
SO	Pared		m2 x	17,1	x	0,65		Latente	7.337,00	m3/h x	2,4 x (1- 0,15 BF) x 0,72	10.597	
OESTE	Pared	28,00	m2 x	13,7	x	0,65	249	SUBTOTAL				24.068	
NO	Pared		m2 x	6,0	x	0,65		GRAN CALOR TOTAL				159.324	
	Tejado-Sol		m2 x	18,7	x	0,46		A.D.P.					
	Tejado-Sombra		m2 x	3,7	x	0,46		FACTOR CALOR SENSIBLE	118.079	Efec. Sens. Local	=	0,87	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		Efec. Total Local					
Total Cristal	88,07	m2 x	7,2	x	2,60	1.649	ADP Indicado=				°C		
Tabiques LNC	389,90	m2 x	3,6	x	1,20	1.684	ADP Seleccionado=		12		°C		
Techo LNC		m2 x	3,6	x	2,02		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO						
Suelo		m2 x	3,6	x	1,10		ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc		24,0	-	12	ADP)=	10,20
Suelo exterior		m2 x	7,2	x	1,10		CAUDAL DE AIRE M3/H	118.079	Sensible Local	=	38.588		
Puertas	45,98	m2 x	7,2	x	2,00	662	0,3 X		10,2	ΔT			
Infiltración		m3/h x	7,2	x	0,30		Observaciones:						
CALOR INTERNO						TOTALES							
Personas	253	Personas	x	57		14.421							
Alumbrado	40.626	Wattios x 0,86	x	1,25		43.673							
Aplicaciones, etc.		36.564	x	0,86		31.445							
Potencia			x										
Ganancias Adicionales			x										
SUBTOTAL						105.184		Nº DE O.T.:					
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %		CALCULADO POR:					
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						115.702							
Aire Exterior	7.337,00	m3/h x	7,2 x	0,15	BF x 0,3	2.377							
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						118.079							

- Zona de salidas:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS													
Proyecto:		Climatización de un centro docente							5 de marzo de 2020				
Planta:		PRIMERA			Zona:		AC-2						
DIMENSIONES:		X	=	2.905,92	m2	HORA SOLAR:		12					
CONCEPTO		SUPERFICIE	GAN. SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES:		SEPTIEMBRE		malaga			
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES					
NORTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48	Exteriores		BS	BH	%HR	TR	Gr/Kgr	
NE	Cristal	m2 x	44	x	0,48	Interiores		29,5	19,9	41		10,8	
ESTE	Cristal	28,98 m2 x	44	x	0,48	DIFERENCIA		24,0	17,0	50		9,2	
SE	Cristal	m2 x	285	x	0,48			5,5				1,6	
SUR	Cristal	650,37 m2 x	443	x	0,48			CALOR LATENTE					
SO	Cristal	m2 x	285	x	0,48	138.295		Infiltración	m3/h x	1,6	x	0,72	
OESTE	Cristal	111,72 m2 x	44	x	0,48	2.360		Personas	363	Personas	x	55	
NO	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Aplicaciones				19.965	
	Claraboya	m2 x	580	x	0,48			SUBTOTAL					
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		COEFICIENTE DE SEGURIDAD					
								10 %					
								CALOR LATENTE DEL LOCAL					
NORTE	Pared	m2 x		x	0,65	Aire Ext.		10.527,00	m3/h x	1,6	x	0,15	BF x 0,72
NE	Pared	m2 x	9,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					
ESTE	Pared	19,32 m2 x	15,5	x	0,65	195		23.736					
SE	Pared	m2 x	13,9	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					
SUR	Pared	433,58 m2 x	5,0	x	0,65	1.409		339.619					
SO	Pared	m2 x		x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR					
OESTE	Pared	74,48 m2 x	0,5	x	0,65	24		Sensible	10.527,00	m3/h x	5,5 x (1-	0,15 BF) x 0,3	
NO	Pared	m2 x		x	0,65			Latente	10.527,00	m3/h x	1,6 x (1-	0,15 BF) x 0,72	
	Tejado-Sol	m2 x	7,2	x	0,46			SUBTOTAL					
	Tejado-Sombra	m2 x		x	0,46			24.814					
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		A.D.P.					
Total Cristal	791,07	m2 x	5,5	x	2,60	11.312		FACTOR CALOR SENSIBLE	315.883	Efec. Sens. Local	=	0,93	
Tabiques LNC	567,70	m2 x	2,8	x	1,20	1.907			339.619	Efec. Total Local			
Techo LNC		m2 x	2,8	x	2,02			ADP Indicado= °C					
Suelo		m2 x	2,8	x	1,10			ADP Seleccionado= °C					
Suelo exterior		m2 x	5,5	x	1,10			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
Puertas	48,40	m2 x	5,5	x	2,00	532		Δ T=(1-0,15 BF)x(°C Loc 24,0 - 12 ADP)= 10,20					
Infiltración		m3/h x	5,5	x	0,30			CAUDAL DE AIRE M3/H	315.883	Sensible Local	=	103.230	
CALOR INTERNO						TOTALES		Observaciones:					
Personas	363	Personas	x		57	20.691							
Alumbrado	58.118	Wattios x 0,86	x		1,25	62.477							
Aplicaciones, etc.		52.307	x		0,86	44.984							
Potencia			x					Nº DE O.T.:					
Ganancias Adicionales			x					CALCULADO POR:					
SUBTOTAL						284.798							
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %		28.480					
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						313.278							
Aire Exterior	10.527,00	m3/h x	5,5	x	0,15	BF x 0,3	2.605						
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						315.883							

- Local comercial 1:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS												
Proyecto:		Climatización de un centro docente								5 de marzo de 2020		
Planta:		PRIMERA			Zona:		AC-3					
DIMENSIONES:		X		=		360,64		m2		HORA SOLAR: 12		
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE malaga		
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr		
NORTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Exteriores	29,5	19,9	41	10,8
NE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Interiores	24,0	17,0	50	9,2
ESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			DIFERENCIA	5,5			1,6
SE	Cristal	m2 x	285	x	0,48			CALOR LATENTE				
SUR	Cristal	m2 x	443	x	0,48			Infiltración	m3/h x	1,6	x	0,72
SO	Cristal	m2 x	285	x	0,48			Personas	45	Personas	x	55
OESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Aplicaciones				
NO	Cristal	m2 x	44	x	0,48			SUBTOTAL 2.475				
	Claraboya	m2 x	580	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		248
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL		2.723		
NORTE	Pared	m2 x		x	0,65			Aire Ext.	1.305,00	m3/h x	1,6 x	0,15 BF x 0,72
NE	Pared	m2 x	9,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL 2.943				
ESTE	Pared	m2 x	15,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL 20.977				
SE	Pared	m2 x	13,9	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR				
SUR	Pared	m2 x	5,0	x	0,65			Sensible	1.305,00	m3/h x	5,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3	1.830
SO	Pared	m2 x		x	0,65			Latente	1.305,00	m3/h x	1,6 x (1- 0,15 BF) x 0,72	1.246
OESTE	Pared	m2 x	0,5	x	0,65			SUBTOTAL 3.076				
NO	Pared	m2 x		x	0,65			GRAN CALOR TOTAL 24.053				
	Tejado-Sol	m2 x	7,2	x	0,46			A.D.P.				
	Tejado-Sombra	m2 x		x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE	18.034	Efec. Sens. Local	=	0,86
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		FACTOR CALOR SENSIBLE	20.977	Efec. Total Local	=	
Total Cristal		m2 x	5,5	x	2,60			ADP Indicado=		°C		
Tabiques LNC	59,50	m2 x	2,8	x	1,20	200		ADP Seleccionado=		12 °C		
Techo LNC		m2 x	2,8	x	2,02			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO				
Suelo		m2 x	2,8	x	1,10			$\Delta T = (1 - 0,15 BF) \times (^{\circ}C \text{ Loc} - ^{\circ}C \text{ Ext})$		24,0 - 12 ADP = 10,20		
Suelo exterior		m2 x	5,5	x	1,10			CAUDAL DE AIRE M3/H	18.034	Sensible Local	=	5.894
Puertas		m2 x	5,5	x	2,00			0,3 X	10,2	ΔT	=	
Infiltración		m3/h x	5,5	x	0,30			CALOR INTERNO				
CALOR INTERNO						TOTALES		Observaciones:				
Personas	45	Personas	x	57	2.565			Nº DE O.T.:				
Alumbrado	7.213	Wattios x 0,86	x	1,25	7.754			CALCULADO POR:				
Aplicaciones, etc.		6.492	x	0,86	5.583			SUBTOTAL 16.101				
Potencia			x					COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 % 1.610				
Ganancias Adicionales			x					CALOR SENSIBLE DEL LOCAL 17.711				
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						TOTALES		Aire Exterior 1.305,00 m3/h x 5,5 x 0,15 BF x 0,3 323				
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						TOTALES		18.034				

- Local comercial 2:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS												
Proyecto:		Climatización de un centro docente								5 de marzo de 2020		
Planta:		PRIMERA			Zona:		AC-4					
DIMENSIONES:		X		=		334,31		m2		HORA SOLAR: 12		
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE malaga		
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr		
NORTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Exteriores	29,5	19,9	41	10,8
NE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Interiores	24,0	17,0	50	9,2
ESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			DIFERENCIA	5,5			1,6
SE	Cristal	m2 x	285	x	0,48			CALOR LATENTE				
SUR	Cristal	m2 x	443	x	0,48			Infiltración	m3/h x	1,6	x	0,72
SO	Cristal	m2 x	285	x	0,48			Personas	41	Personas	x	55
OESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Aplicaciones				
NO	Cristal	m2 x	44	x	0,48			SUBTOTAL				
	Claraboya	m2 x	580	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10 %		226
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				2.481
NORTE	Pared	m2 x		x	0,65			Aire Ext.	1.189,00	m3/h x	1,6 x	0,15 BF x 0,72
NE	Pared	m2 x	9,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				
ESTE	Pared	m2 x	15,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				
SE	Pared	m2 x	13,9	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR				
SUR	Pared	m2 x	5,0	x	0,65			Sensible	1.189,00	m3/h x	5,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3	1.668
SO	Pared	m2 x		x	0,65			Latente	1.189,00	m3/h x	1,6 x (1- 0,15 BF) x 0,72	1.135
OESTE	Pared	m2 x	0,5	x	0,65			SUBTOTAL				
NO	Pared	m2 x		x	0,65			GRAN CALOR TOTAL				
	Tejado-Sol	m2 x	7,2	x	0,46			22.571				
	Tejado-Sombra	m2 x		x	0,46			A.D.P.				
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		FACTOR CALOR SENSIBLE		17.087 Efec. Sens. Local		0,86
	Total Cristal	m2 x	5,5	x	2,60			19.768 Efec. Total Local		=		
	Tabiques LNC	120,75	m2 x	2,8	1,20			ADP Indicado=				°C
	Techo LNC	m2 x	2,8	x	2,02			ADP Seleccionado=		12		°C
	Suelo	m2 x	2,8	x	1,10			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO				
	Suelo exterior	m2 x	5,5	x	1,10			Δ T=(1-0,15 BF)x(°C Loc		24,0 - 12		ADP)= 10,20
	Puertas	14,52	m2 x	5,5	2,00			CAUDAL DE AIRE M3/H		17.087 Sensible Local		= 5.584
	Infiltración	m3/h x	5,5	x	0,30			0,3 X		10,2		Δ T
CALOR INTERNO						TOTALES		Observaciones:				
Personas	41	Personas	x	57	2.337			Nº DE O.T.:				
Alumbrado	6.686	Wattios x 0,86	x	1,25	7.188			CALCULADO POR:				
Aplicaciones, etc.		6.018	x	0,86	5.175							
Potencia			x									
Ganancias Adicionales			x									
SUBTOTAL						15.266						
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %		1.527				
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						16.793						
Aire Exterior	1.189,00	m3/h x	5,5 x	0,15	BF x 0,3	294						
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						17.087						

- Venta de billetes norte 1-7

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS										
Proyecto:		Climatización de un centro docente							5 de marzo de 2020	
Planta:		PRIMERA			Zona:		Venta billetes norte 1-7			
DIMENSIONES:		X		=		12,38		m2		
HORA SOLAR:		15		malaga						
MES:		AGOSTO								
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES		
CONDICIONES		BS		BH		%HR		TR		Gr/Kgr
Exteriores		31,2		21,1		40				11,6
Interiores		24,0		17,0		50				9,2
DIFERENCIA		7,2								2,4
CALOR LATENTE										
Infiltración		m3/h x		2,4		x		0,72		
Personas		1		Personas		x		55		55
Aplicaciones										
SUBTOTAL								55		
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10		%
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		
CALOR LATENTE DEL LOCAL								61		
Aire Ext.		45,00 m3/h x		2,4 x		0,15		BF x 0,72		11
CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL								72		
CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL								692		
CALOR AIRE EXTERIOR										
Sensible		45,00 m3/h x		7,2 x (1- 0,15 BF)		x 0,3				83
Latente		45,00 m3/h x		2,4 x (1- 0,15 BF)		x 0,72				65
SUBTOTAL								148		
GRAN CALOR TOTAL								839		
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES		
A. D. P.										
FACTOR CALOR SENSIBLE		619		Efec. Sens. Local		=		0,90		
		692		Efec. Total Local						
ADP Indicado=										°C
ADP Seleccionado=								12		°C
CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO										
Δ T=(1-0,15 BF)x(°C Loc		24,0		-		12		ADP)=		10,20
CAUDAL DE AIRE M3/H		619		Sensible Local		=		202		
		0,3 X		10,2		Δ T				
CALOR INTERNO								TOTALES		
Personas		1		Personas		x		57		57
Alumbrado		248		Wattios x 0,86		x		1,25		266
Aplicaciones, etc.				223		x		0,86		192
Potencia						x				
Ganancias Adicionales						x				
SUBTOTAL								550		
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10		%
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL								605		
Aire Exterior		45,00 m3/h x		7,2 x		0,15		BF x 0,3		15
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL								619		
Observaciones:										
Nº DE O.T.:										
CALCULADO POR:										

- Venta de billetes este 1

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Climatización de un centro docente								5 de marzo de 2020	
Planta:		PRIMERA			Zona:		Venta billetes ala este 1				
DIMENSIONES:		X		=		17,60		m2		HORA SOLAR: 15	
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: AGOSTO malaga	
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES		CONDICIONES	
NORTE		Cristal	16,80	m2 x	41	x	0,48	331		Exteriores	31,2
NE		Cristal		m2 x	41	x	0,48			Interiores	24,0
ESTE		Cristal		m2 x	41	x	0,48			DIFERENCIA	7,2
SE		Cristal		m2 x	41	x	0,48			CALOR LATENTE	
SUR		Cristal		m2 x	161	x	0,48			Infiltración	m3/h x 2,4
SO		Cristal		m2 x	463	x	0,48			Personas	2 Personas x 55
OESTE		Cristal		m2 x	460	x	0,48			Aplicaciones	
NO		Cristal		m2 x	145	x	0,48			SUBTOTAL 110	
		Claraboya		m2 x	475	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 % 11	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL 121	
NORTE		Pared	11,20	m2 x	3,7	x	0,65	27		Aire Ext.	90,00 m3/h x 2,4 x 0,15 BF x 0,72
NE		Pared		m2 x	5,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL 144	
ESTE		Pared		m2 x	6,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL 1.977	
SE		Pared		m2 x	11,0	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR	
SUR		Pared		m2 x	13,2	x	0,65			Sensible	90,00 m3/h x 7,2 x (1- 0,15 BF) x 0,3
SO		Pared		m2 x	12,6	x	0,65			Latente	90,00 m3/h x 2,4 x (1- 0,15 BF) x 0,72
OESTE		Pared		m2 x	9,9	x	0,65			SUBTOTAL 295	
NO		Pared		m2 x	4,8	x	0,65			GRAN CALOR TOTAL 2.272	
		Tejado-Sol		m2 x	16,5	x	0,46				
		Tejado-Sombra		m2 x	2,6	x	0,46				
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES		A. D. P.	
Total Cristal			16,80	m2 x	7,2	x	2,60	314		FACTOR CALOR SENSIBLE	1.833
Tabiques LNC			30,80	m2 x	3,6	x	1,20	133			Efec. Sens. Local = 0,93
Techo LNC				m2 x	3,6	x	2,02				Efec. Total Local =
Suelo				m2 x	3,6	x	1,10			ADP Indicado=	°C
Suelo exterior				m2 x	7,2	x	1,10			ADP Seleccionado=	12 °C
Puertas			4,84	m2 x	7,2	x	2,00	70		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO	
Infiltración				m3/h x	7,2	x	0,30			$\Delta T = (1 - 0,15 BF) \times ({}^{\circ}C \text{ Loc} - 24,0 - 12 \text{ ADP}) = 10,20$	
CALOR INTERNO								TOTALES		CAUDAL DE AIRE M3/H	
Personas			2	Personas	x		57	114		= 599	
Alumbrado			352	Wattios x 0,86	x		1,25	378			
Aplicaciones, etc.					x		0,86	272			
Potencia					x					Nº DE O.T.:	
Ganancias Adicionales					x					CALCULADO POR:	
SUBTOTAL								1.640			
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10 %		164	
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL								1.804			
Aire Exterior			90,00	m3/h x	7,2	x	0,15	29		BF x 0,3	
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL								1.833			

- Venta de billetes este 2-5

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Climatización de un centro docente								5 de marzo de 2020	
Planta:		PRIMERA			Zona:		Venta billetes ala este 2-5				
DIMENSIONES:		X		=		17,60		m2		HORA SOLAR: 15	
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: AGOSTO malaga	
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES		CONDICIONES	
NORTE		Cristal	16,80	m2 x	41	x	0,48	331		Exteriores	31,2
NE		Cristal		m2 x	41	x	0,48			Interiores	24,0
ESTE		Cristal		m2 x	41	x	0,48			DIFERENCIA	7,2
SE		Cristal		m2 x	41	x	0,48			CALOR LATENTE	
SUR		Cristal		m2 x	161	x	0,48			Infiltración	m3/h x 2,4
SO		Cristal		m2 x	463	x	0,48			Personas	2 Personas x 55
OESTE		Cristal		m2 x	460	x	0,48			Aplicaciones	
NO		Cristal		m2 x	145	x	0,48			SUBTOTAL 110	
		Claraboya		m2 x	475	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 %	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL 121	
NORTE		Pared	11,20	m2 x	3,7	x	0,65	27		Aire Ext.	90,00 m3/h x 2,4 x 0,15 BF x 0,72
NE		Pared		m2 x	5,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL 144	
ESTE		Pared		m2 x	6,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL 1.792	
SE		Pared		m2 x	11,0	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR	
SUR		Pared		m2 x	13,2	x	0,65			Sensible	90,00 m3/h x 7,2 x (1- 0,15 BF) x 0,3
SO		Pared		m2 x	12,6	x	0,65			Latente	90,00 m3/h x 2,4 x (1- 0,15 BF) x 0,72
OESTE		Pared		m2 x	9,9	x	0,65			SUBTOTAL 295	
NO		Pared		m2 x	4,8	x	0,65			GRAN CALOR TOTAL 2.087	
		Tejado-Sol		m2 x	16,5	x	0,46				
		Tejado-Sombra		m2 x	2,6	x	0,46				
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES		A. D. P.	
Total Cristal			16,80	m2 x	7,2	x	2,60	314		FACTOR CALOR SENSIBLE	1.648
Tabiques LNC				m2 x	3,6	x	1,20			Efec. Sens. Local	= 0,92
Techo LNC				m2 x	3,6	x	2,02			Efec. Total Local	
Suelo				m2 x	3,6	x	1,10			ADP Indicado=	°C
Suelo exterior				m2 x	7,2	x	1,10			ADP Seleccionado=	12 °C
Puertas			2,42	m2 x	7,2	x	2,00	35		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO	
Infiltración				m3/h x	7,2	x	0,30			$\Delta T = (1 - 0,15 BF) \times ({}^{\circ}C \text{ Loc} - 24,0) - 12 \text{ ADP} = 10,20$	
CALOR INTERNO								TOTALES		CAUDAL DE AIRE M3/H	
Personas			2	Personas	x		57	114		Observaciones:	
Alumbrado			352	Wattios x 0,86	x		1,25	378			
Aplicaciones, etc.					x		0,86	272			
Potencia					x					Nº DE O.T.:	
Ganancias Adicionales					x					CALCULADO POR:	
SUBTOTAL								1.472			
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10 %		147	
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL								1.619			
Aire Exterior			90,00	m3/h x	7,2	x	0,15	29		$BF \times 0,3$	
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL								1.648			

- Oficina de administración 1-3:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																
Proyecto:		Climatización de un centro docente								5 de marzo de 2020						
Planta:		PRIMERA			Zona:		Sala 1-3									
DIMENSIONES:		X		=		23,76		m2		HORA SOLAR: 15						
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: AGOSTO						
CONDICIONES		BS		BH		%HR		TR		Gr/Kgr						
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		malaga								
NORTE	Cristal	13,86	m2 x	41	x	0,48	273		Exteriores	31,2	21,1	40		11,6		
NE	Cristal		m2 x	41	x	0,48			Interiores	24,0	17,0	50		9,2		
ESTE	Cristal		m2 x	41	x	0,48			DIFERENCIA	7,2				2,4		
SE	Cristal		m2 x	41	x	0,48			CALOR LATENTE							
SUR	Cristal		m2 x	161	x	0,48			Infiltración	m3/h x	2,4	x	0,72			
SO	Cristal		m2 x	463	x	0,48			Personas	2	Personas	x	55	110		
OESTE	Cristal		m2 x	460	x	0,48			Aplicaciones							
NO	Cristal		m2 x	145	x	0,48			SUBTOTAL				110			
	Claraboya		m2 x	475	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10		%	11		
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				121				
NORTE	Pared	9,24	m2 x	3,7	x	0,65	22		Aire Ext.	90,00	m3/h x	2,4	x	0,15	BF x 0,72	23
NE	Pared		m2 x	5,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				144			
ESTE	Pared		m2 x	6,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				1.913			
SE	Pared		m2 x	11,0	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR							
SUR	Pared		m2 x	13,2	x	0,65			Sensible	90,00	m3/h x	7,2	x (1- 0,15 BF)	x 0,3	165	
SO	Pared		m2 x	12,6	x	0,65			Latente	90,00	m3/h x	2,4	x (1- 0,15 BF)	x 0,72	130	
OESTE	Pared		m2 x	9,9	x	0,65			SUBTOTAL				295			
NO	Pared		m2 x	4,8	x	0,65			GRAN CALOR TOTAL			2.208				
	Tejado-Sol		m2 x	16,5	x	0,46			A. D. P.							
	Tejado-Sombra		m2 x	2,6	x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE	1.769	Efec. Sens. Local	=	0,92			
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES										
Total Cristal		13,86	m2 x	7,2	x	2,60	259			1.913	Efec. Total Local	=				
Tabiques LNC			m2 x	3,6	x	1,20			ADP Indicado=				°C			
Techo LNC			m2 x	3,6	x	2,02			ADP Seleccionado=				12	°C		
Suelo			m2 x	3,6	x	1,10			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO							
Suelo exterior			m2 x	7,2	x	1,10			$\Delta T = (1 - 0,15 BF) \times ({}^{\circ}C \text{ Loc} - 24,0) - 12 \text{ ADP} =$				10,20			
Puertas		2,42	m2 x	7,2	x	2,00	35		CAUDAL DE AIRE M3/H	1.769	Sensible Local	=	578			
Infiltración			m3/h x	7,2	x	0,30			0,3 X	10,2	ΔT	=				
CALOR INTERNO						TOTALES		Observaciones:								
Personas		2	Personas	x		57	114		Nº DE O.T.:							
Alumbrado		475	Wattios x 0,86	x		1,25	511		CALCULADO POR:							
Aplicaciones, etc.				x	0,86	368										
Potencia				x												
Ganancias Adicionales				x												
SUBTOTAL						1.582										
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %										
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						1.740										
Aire Exterior		90,00	m3/h x	7,2	x	0,15	BF x 0,3	29								
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						1.769										

- Oficina de administración 4

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																
Proyecto:		Climatización de un centro docente							5 de marzo de 2020							
Planta:		PRIMERA			Zona:		Sala 4									
DIMENSIONES:		X		=		30,00		m2		HORA SOLAR: 15						
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: AGOSTO malaga						
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr						
NORTE	Cristal	21,00	m2 x	41	x	0,48	413		Exteriores	31,2	21,1	40		11,6		
NE	Cristal		m2 x	41	x	0,48			Interiores	24,0	17,0	50		9,2		
ESTE	Cristal		m2 x	41	x	0,48			DIFERENCIA	7,2				2,4		
SE	Cristal		m2 x	41	x	0,48			CALOR LATENTE							
SUR	Cristal		m2 x	161	x	0,48			Infiltración	m3/h x	2,4	x	0,72			
SO	Cristal		m2 x	463	x	0,48			Personas	3	Personas	x	55	165		
OESTE	Cristal		m2 x	460	x	0,48			Aplicaciones							
NO	Cristal		m2 x	145	x	0,48			SUBTOTAL 165							
	Claraboya		m2 x	475	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD			10 %		17		
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL					182			
NORTE	Pared	14,00	m2 x	3,7	x	0,65	34		Aire Ext.	135,00	m3/h x	2,4	x	0,15	BF x 0,72	34
NE	Pared		m2 x	5,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					216		
ESTE	Pared		m2 x	6,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					2.632		
SE	Pared		m2 x	11,0	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR							
SUR	Pared		m2 x	13,2	x	0,65			Sensible	135,00	m3/h x	7,2	x (1-0,15 BF)	x 0,3	248	
SO	Pared		m2 x	12,6	x	0,65			Latente	135,00	m3/h x	2,4	x (1-0,15 BF)	x 0,72	195	
OESTE	Pared		m2 x	9,9	x	0,65			SUBTOTAL					443		
NO	Pared		m2 x	4,8	x	0,65			GRAN CALOR TOTAL					3.074		
	Tejado-Sol		m2 x	16,5	x	0,46			A. D. P.							
	Tejado-Sombra		m2 x	2,6	x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE		2.415	Efec. Sens. Local		=	0,92	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		2.632		Efec. Total Local						
Total Cristal		21,00	m2 x	7,2	x	2,60	393		ADP Indicado=				°C			
Tabiques LNC			m2 x	3,6	x	1,20			ADP Seleccionado=		12		°C			
Techo LNC			m2 x	3,6	x	2,02			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO							
Suelo			m2 x	3,6	x	1,10			Δ T=(1-0,15 BF)x(°C Loc		24,0	-	12	ADP)=	10,20	
Suelo exterior			m2 x	7,2	x	1,10			CAUDAL DE AIRE M3/H		2.415	Sensible Local		=	789	
Puertas		2,42	m2 x	7,2	x	2,00	35		0,3 X		10,2	Δ T				
Infiltración			m3/h x	7,2	x	0,30			Observaciones:							
CALOR INTERNO						TOTALES		Nº DE O.T.:								
Personas		3	Personas	x		57	171		CALCULADO POR:							
Alumbrado		600	Wattios x 0,86	x		1,25	645									
Aplicaciones, etc.				x	0,86	464										
Potencia				x												
Ganancias Adicionales				x												
SUBTOTAL						2.155										
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %										
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						2.371										
Aire Exterior		135,00	m3/h x	7,2	x	0,15	44									
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						2.415										

- Información

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																
Proyecto:		Climatización de un centro docente							5 de marzo de 2020							
Planta:		PRIMERA			Zona:		Sala 5									
DIMENSIONES:		X		=		39,60		m2								
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		HORA SOLAR: 15						
										MES: AGOSTO						
										malaga						
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES		CONDICIONES						
										BS BH %HR TR Gr/Kgr						
NORTE	Cristal	27,72	m2 x	41	x	0,48	546		Exteriores	31,2	21,1	40		11,6		
NE	Cristal		m2 x	41	x	0,48			Interiores	24,0	17,0	50		9,2		
ESTE	Cristal		m2 x	41	x	0,48			DIFERENCIA	7,2				2,4		
SE	Cristal		m2 x	41	x	0,48			CALOR LATENTE							
SUR	Cristal		m2 x	161	x	0,48			Infiltración	m3/h x	2,4	x	0,72			
SO	Cristal		m2 x	463	x	0,48			Personas	4	Personas	x	55	220		
OESTE	Cristal		m2 x	460	x	0,48			Aplicaciones							
NO	Cristal		m2 x	145	x	0,48			SUBTOTAL					220		
	Claraboya		m2 x	475	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD			10	%	22		
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				242		
NORTE	Pared	18,48	m2 x	3,7	x	0,65	44		Aire Ext.	180,00	m3/h x	2,4	x	0,15	BF x 0,72	46
NE	Pared		m2 x	5,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL						288	
ESTE	Pared		m2 x	6,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL						3.600	
SE	Pared		m2 x	11,0	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR							
SUR	Pared		m2 x	13,2	x	0,65			Sensible	180,00	m3/h x	7,2	x (1-0,15 BF)	x 0,3	330	
SO	Pared		m2 x	12,6	x	0,65			Latente	180,00	m3/h x	2,4	x (1-0,15 BF)	x 0,72	260	
OESTE	Pared		m2 x	9,9	x	0,65			SUBTOTAL					590		
NO	Pared		m2 x	4,8	x	0,65			GRAN CALOR TOTAL				4.190			
	Tejado-Sol		m2 x	16,5	x	0,46			A. D. P.							
	Tejado-Sombra		m2 x	2,6	x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE	3.312	Efec. Sens. Local	=	0,92			
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES								
Total Cristal		27,72	m2 x	7,2	x	2,60	519			3.600	Efec. Total Local	=				
Tabiques LNC		28,00	m2 x	3,6	x	1,20	121		ADP Indicado= °C							
Techo LNC			m2 x	3,6	x	2,02			ADP Seleccionado= 12 °C							
Suelo			m2 x	3,6	x	1,10			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO							
Suelo exterior			m2 x	7,2	x	1,10			$\Delta T = (1 - 0,15 BF) \times (^{\circ}C \text{ Loc} - 24,0) - 12 \text{ ADP} = 10,20$							
Puertas		2,42	m2 x	7,2	x	2,00	35		CAUDAL DE AIRE M3/H	3.312	Sensible Local	=	1.082			
Infiltración			m3/h x	7,2	x	0,30			0,3 X	10,2	ΔT	=				
CALOR INTERNO								TOTALES		Observaciones:						
Personas		4	Personas	x	57	228										
Alumbrado		792	Wattios x 0,86	x	1,25	851										
Aplicaciones, etc.				713	x	0,86	613									
Potencia				x				Nº DE O.T.:								
Ganancias Adicionales				x				CALCULADO POR:								
SUBTOTAL								2.957								
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10 %								
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10 %								
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL								3.253								
Aire Exterior		180,00	m3/h x	7,2	x	0,15	BF x 0,3	58								
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL								3.312								

- Oficina de administración 5

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Climatización de un centro docente								5 de marzo de 2020	
Planta:		PRIMERA			Zona:		Sala 6				
DIMENSIONES:		X		=		42,48		m2		HORA SOLAR: 15	
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: AGOSTO malaga	
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES		CONDICIONES	
NORTE		Cristal	24,78	m2 x	41	x	0,48	488		Exteriores	31,2
NE		Cristal		m2 x	41	x	0,48			Interiores	24,0
ESTE		Cristal		m2 x	41	x	0,48			DIFERENCIA	7,2
SE		Cristal		m2 x	41	x	0,48			CALOR LATENTE	
SUR		Cristal		m2 x	161	x	0,48			Infiltración	m3/h x 2,4
SO		Cristal		m2 x	463	x	0,48			Personas	5 Personas x 55
OESTE		Cristal		m2 x	460	x	0,48			Aplicaciones	
NO		Cristal		m2 x	145	x	0,48			SUBTOTAL 275	
		Claraboya		m2 x	475	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 % 28	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL 303	
NORTE		Pared	16,52	m2 x	3,7	x	0,65	40		Aire Ext.	225,00 m3/h x 2,4 x 0,15 BF x 0,72
NE		Pared		m2 x	5,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL 360	
ESTE		Pared		m2 x	6,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL 3.604	
SE		Pared		m2 x	11,0	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR	
SUR		Pared		m2 x	13,2	x	0,65			Sensible	225,00 m3/h x 7,2 x (1- 0,15 BF) x 0,3
SO		Pared		m2 x	12,6	x	0,65			Latente	225,00 m3/h x 2,4 x (1- 0,15 BF) x 0,72
OESTE		Pared		m2 x	9,9	x	0,65			SUBTOTAL 738	
NO		Pared		m2 x	4,8	x	0,65			GRAN CALOR TOTAL 4.342	
		Tejado-Sol		m2 x	16,5	x	0,46				
		Tejado-Sombra		m2 x	2,6	x	0,46				
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES		A. D. P.	
Total Cristal			24,78	m2 x	7,2	x	2,60	464		FACTOR CALOR SENSIBLE	3.244 Efec. Sens. Local = 0,90
Tabiques LNC				m2 x	3,6	x	1,20				3.604 Efec. Total Local
Techo LNC				m2 x	3,6	x	2,02			ADP Indicado= °C	
Suelo				m2 x	3,6	x	1,10			ADP Seleccionado= 12 °C	
Suelo exterior				m2 x	7,2	x	1,10			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO	
Puertas			2,42	m2 x	7,2	x	2,00	35		$\Delta T = (1 - 0,15 BF) \times (^{\circ}C \text{ Loc} - 24,0) - 12 \text{ ADP} = 10,20$	
Infiltración				m3/h x	7,2	x	0,30			CAUDAL DE AIRE M3/H	3.244 Sensible Local = 1.060
										0,3 X	10,2 ΔT
CALOR INTERNO								TOTALES		Observaciones:	
Personas			5	Personas	x		57	285			
Alumbrado			850	Wattios x 0,86	x		1,25	913			
Aplicaciones, etc.					x	765	0,86	658			
Potencia					x					Nº DE O.T.:	
Ganancias Adicionales					x					CALCULADO POR:	
SUBTOTAL								2.883			
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10 %		288	
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL								3.171			
Aire Exterior			225,00	m3/h x	7,2	x	0,15 BF x 0,3	73			
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL								3.244			

6.2.4 Cálculo de cargas de verano – Planta baja

- Zona de llegadas:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS													
Proyecto:		Climatización de un centro docente							4 de marzo de 2020				
Planta:		BAJA			Zona:		AC-5						
DIMENSIONES:		X =		3.714,17 m2		HORA SOLAR:		12 malaga					
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: septiembre			
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr			
NORTE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		Exteriores	29,5	19,9	41	10,8	
NE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		Interiores	24,0	17,0	50	9,2	
ESTE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		DIFERENCIA	5,5			1,6	
SE	Cristal		m2 x	285	x	0,48		CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	430,50	m2 x	443	x	0,48	91.542	Infiltración		m3/h x	1,6	x 0,72	
SO	Cristal		m2 x	285	x	0,48		Personas	464	Personas	x	55	
OESTE	Cristal	76,15	m2 x	44	x	0,48	1.608	Aplicaciones					
NO	Cristal		m2 x	44	x	0,48		SUBTOTAL			25.520		
	Claraboya		m2 x	580	x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10	%	2.552	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL		28.072			
NORTE	Pared		m2 x		x	0,65		Aire Ext.	13.456,00	m3/h x	1,6	x 0,15 BF x 0,72	
NE	Pared		m2 x	9,4	x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				2.267	
ESTE	Pared		m2 x	15,5	x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				30.339	
SE	Pared		m2 x	13,9	x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared	287,00	m2 x	5,0	x	0,65	933	Sensible	13.456,00	m3/h x	5,5 x (1-0,15 BF)	x 0,3	
SO	Pared		m2 x		x	0,65		Latente	13.456,00	m3/h x	1,6 x (1-0,15 BF)	x 0,72	
OESTE	Pared	50,76	m2 x	0,5	x	0,65	16	SUBTOTAL			31.719		
	Tejado-Sol		m2 x	7,2	x	0,46		GRAN CALOR TOTAL				359.304	
	Tejado-Sombra		m2 x		x	0,46		A.D.P.					
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		A.D.P.					
Total	Cristal	506,65	m2 x	5,5	x	2,60	7.245	FACTOR CALOR SENSIBLE	297.246	Efec. Sens. Local	=	0,91	
Tabiques	LNC	476,35	m2 x	2,8	x	1,20	1.601		327.585	Efec. Total Local			
Techo	LNC		m2 x	2,8	x	2,02		ADP Indicado=				°C	
Suelo			m2 x	2,8	x	1,10		ADP Seleccionado=				12 °C	
Suelo exterior			m2 x	5,5	x	1,10		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
Puertas		41,14	m2 x	5,5	x	2,00	453	ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc - °C ADP)=				10,20	
Infiltración			m3/h x	5,5	x	0,30		CAUDAL DE AIRE M3/H	297.246	Sensible Local	=	97.139	
CALOR INTERNO						TOTALES		Observaciones:					
Personas		464	Personas	x		57	26.448	Nº DE O.T.:					
Alumbrado		74.283	Wattios x 0,86	x		1,25	79.855	CALCULADO POR:					
Aplicaciones, etc.			66.855	x		0,86	57.495	SUBTOTAL				267.196	
Potencia				x				COEFICIENTE DE SEGURIDAD				10 %	
Ganancias Adicionales				x				CALOR SENSIBLE DEL LOCAL				293.916	
SUBTOTAL						267.196		Aire Exterior				13.456,00 m3/h x 5,5 x 0,15 BF x 0,3	3.330
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %		CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL				297.246	

- Zona de salidas al exterior:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																
Proyecto:		Climatización de un centro docente								4 de marzo de 2020						
Planta:		BAJA			Zona:		AC-6									
DIMENSIONES:		X		=		1.573,80		m2								
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		HORA SOLAR: 15						
										MES: AGOSTO						
										malaga						
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES		CONDICIONES						
										BS						
										BH						
										%HR						
										TR						
										Gr/Kgr						
NORTE	Cristal	124,74	m2 x	41	x	0,48	2.455		Exteriores	31,2	21,1	40		11,6		
NE	Cristal		m2 x	41	x	0,48			Interiores	24,0	17,0	50		9,2		
ESTE	Cristal	61,32	m2 x	41	x	0,48	1.207		DIFERENCIA	7,2				2,4		
SE	Cristal		m2 x	41	x	0,48			CALOR LATENTE							
SUR	Cristal		m2 x	161	x	0,48			Infiltración	m3/h x	2,4	x	0,72			
SO	Cristal		m2 x	463	x	0,48			Personas	196	Personas	x	55	10.780		
OESTE	Cristal		m2 x	460	x	0,48			Aplicaciones							
NO	Cristal		m2 x	145	x	0,48			SUBTOTAL							
	Claraboya		m2 x	475	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10		%	1.078		
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL		11.858				
NORTE	Pared	83,16	m2 x	3,7	x	0,65	200		Aire Ext.	5.684,00	m3/h x	2,4 x	0,15	BF x 0,72	1.449	
NE	Pared		m2 x	5,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL							
ESTE	Pared	40,88	m2 x	6,5	x	0,65	173		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL							
SE	Pared		m2 x	11,0	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR							
SUR	Pared		m2 x	13,2	x	0,65			Sensible	5.684,00	m3/h x	7,2 x (1-	0,15 BF) x 0,3	10.436	
SO	Pared		m2 x	12,6	x	0,65			Latente	5.684,00	m3/h x	2,4 x (1-	0,15 BF) x 0,72	8.210	
OESTE	Pared		m2 x	9,9	x	0,65			SUBTOTAL							
NO	Pared		m2 x	4,8	x	0,65								18.645		
	Tejado-Sol		m2 x	16,5	x	0,46			GRAN CALOR TOTAL							
	Tejado-Sombra		m2 x	2,6	x	0,46								121.422		
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES		A.D.P.						
Total Cristal		186,06	m2 x	7,2	x	2,60	3.483		FACTOR CALOR SENSIBLE	89.470	Efec. Sens. Local	=		0,87		
Tabiques LNC		400,05	m2 x	3,6	x	1,20	1.728			102.776	Efec. Total Local	=				
Techo LNC			m2 x	3,6	x	2,02			ADP Indicado=				°C			
Suelo			m2 x	3,6	x	1,10			ADP Seleccionado=		12		°C			
Suelo exterior			m2 x	7,2	x	1,10			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO							
Puertas		72,60	m2 x	7,2	x	2,00	1.045		$\Delta T = (1-0,15 BF) \times (^{\circ}C \text{ Loc} - \Delta T)$		24,0		-	12	ADP)=	10,20
Infiltración			m3/h x	7,2	x	0,30			CAUDAL DE AIRE M3/H	89.470	Sensible Local	=		29.238		
CALOR INTERNO								TOTALES								
Personas		196	Personas	x		57	11.172		Observaciones:							
Alumbrado		31.476	Wattios x 0,86	x		1,25	33.837									
Aplicaciones, etc.			28.328	x		0,86	24.362									
Potencia				x					Nº DE O.T.:							
Ganancias Adicionales				x					CALCULADO POR:							
SUBTOTAL								79.662								
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10 %		7.966						
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL								87.628								
Aire Exterior		5.684,00	m3/h x	7,2 x	0,15	BF x 0,3	1.842									
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL								89.470								

- Oficina del patio sur 1:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Climatización de un centro docente								4 de marzo de 2020	
Planta:		BAJA			Zona:		Oficina patio sur 1				
DIMENSIONES:		X		=		47,61		m2		HORA SOLAR: 12	
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE malaga	
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES		CONDICIONES	
NORTE		Cristal		m2 x		44 x		0,48		Exteriores	
NE		Cristal		m2 x		44 x		0,48		Interiores	
ESTE		Cristal		m2 x		44 x		0,48		DIFERENCIA	
SE		Cristal		m2 x		285 x		0,48		CALOR LATENTE	
SUR		Cristal		28,98 m2 x		443 x		0,48		Infiltración	
SO		Cristal		m2 x		285 x		0,48		Personas	
OESTE		Cristal		m2 x		44 x		0,48		Aplicaciones	
NO		Cristal		m2 x		44 x		0,48		SUBTOTAL	
		Claraboya		m2 x		580 x		0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL	
NORTE		Pared		m2 x		x		0,65		Aire Ext.	
NE		Pared		m2 x		9,4 x		0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL	
ESTE		Pared		m2 x		15,5 x		0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL	
SE		Pared		m2 x		13,9 x		0,65		CALOR AIRE EXTERIOR	
SUR		Pared		19,32 m2 x		5,0 x		0,65		Sensible	
SO		Pared		m2 x		x		0,65		Latente	
OESTE		Pared		m2 x		0,5 x		0,65		SUBTOTAL	
NO		Pared		m2 x		x		0,65		GRAN CALOR TOTAL	
		Tejado-Sol		m2 x		7,2 x		0,46		10.539	
		Tejado-Sombra		m2 x		x		0,46		A.D.P.	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES		A.D.P.	
Total Cristal		28,98		m2 x		5,5 x		2,60		FACTOR CALOR SENSIBLE	
Tabiques LNC		m2 x		2,8 x		x		1,20		9.667 Efec. Sens. Local	
Techo LNC		m2 x		2,8 x		x		2,02		10.008 Efec. Total Local	
Suelo		m2 x		2,8 x		x		1,10		ADP Indicado= °C	
Suelo exterior		m2 x		5,5 x		x		1,10		ADP Seleccionado= 12 °C	
Puertas		4,84		m2 x		5,5 x		2,00		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO	
Infiltración		m3/h x		5,5 x		x		0,30		ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc 24,0 - 12 ADP)= 10,20	
CALOR INTERNO								TOTALES		CAUDAL DE AIRE M3/H	
Personas		5		Personas		x		57		9.667 Sensible Local	
Alumbrado		952		Wattios x 0,86		x		1,25		0,3 X 10,2 ΔT = 3.159	
Aplicaciones, etc.				857		x		0,86		Observaciones:	
Potencia						x				Nº DE O.T.:	
Ganancias Adicionales						x				CALCULADO POR:	
SUBTOTAL								8.738			
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10 %		874	
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL								9.612			
Aire Exterior		225,00		m3/h x		5,5 x		0,15		BF x 0,3	
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL								56		9.667	

- Oficina del patio sur 2:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS															
Proyecto:		Climatización de un centro docente								4 de marzo de 2020					
Planta:		BAJA			Zona:		Oficina patio sur 2								
DIMENSIONES:		X		=		32,43		m2		HORA SOLAR: 12					
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE malaga					
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr					
NORTE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		Exteriores	29,5	19,9	41	10,8			
NE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		Interiores	24,0	17,0	50	9,2			
ESTE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		DIFERENCIA	5,5			1,6			
SE	Cristal		m2 x	285	x	0,48		CALOR LATENTE							
SUR	Cristal	19,74	m2 x	443	x	0,48	4.198	Infiltración	m3/h x	1,6	x	0,72			
SO	Cristal		m2 x	285	x	0,48		Personas	4	Personas	x	55			
OESTE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		Aplicaciones							
NO	Cristal		m2 x	44	x	0,48		SUBTOTAL				220			
	Claraboya		m2 x	580	x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10	%	22			
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL							
NORTE	Pared		m2 x		x	0,65		Aire Ext.	180,00	m3/h x	1,6	x	0,15	BF x 0,72	30
NE	Pared		m2 x	9,4	x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					272		
ESTE	Pared		m2 x	15,5	x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					6.920		
SE	Pared		m2 x	13,9	x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR							
SUR	Pared	13,16	m2 x	5,0	x	0,65	43	Sensible	180,00	m3/h x	5,5	(1- 0,15 BF)	x 0,3	252	
SO	Pared		m2 x		x	0,65		Latente	180,00	m3/h x	1,6	(1- 0,15 BF)	x 0,72	172	
OESTE	Pared		m2 x	0,5	x	0,65		SUBTOTAL				424			
NO	Pared		m2 x		x	0,65		GRAN CALOR TOTAL					7.344		
	Tejado-Sol		m2 x	7,2	x	0,46		A.D.P.							
	Tejado-Sombra		m2 x		x	0,46		FACTOR CALOR SENSIBLE		6.648	Efec. Sens. Local	=	0,96		
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		ADP Indicado=				°C			
Total Cristal		19,74	m2 x	5,5	x	2,60	282	ADP Seleccionado=		12		°C			
Tabiques LNC			m2 x	2,8	x	1,20		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO							
Techo LNC			m2 x	2,8	x	2,02		$\Delta T = (1 - 0,15 BF) \times (^{\circ}C \text{ Loc} - ^{\circ}C \text{ Ext})$		24,0	-	12	ADP =	10,20	
Suelo			m2 x	2,8	x	1,10		CAUDAL DE AIRE M3/H		6.648	Sensible Local	=	2.172		
Suelo exterior			m2 x	5,5	x	1,10				0,3	x	10,2	ΔT		
Puertas	4,84	m2 x	5,5	x	2,00	53	Observaciones:								
Infiltración		m3/h x	5,5	x	0,30		Nº DE O.T.:								
CALOR INTERNO						TOTALES		CALCULADO POR:							
Personas	4	Personas	x	57		228	SUBTOTAL					6.003			
Alumbrado	649	Wattios x 0,86	x	1,25		697	COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10	%		600			
Aplicaciones, etc.		584	x	0,86		502	CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					6.603			
Potencia			x				Aire Exterior		180,00	m3/h x	5,5	x	0,15	BF x 0,3	45
Ganancias Adicionales			x				CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					6.648			

- Oficina del patio sur 3-4:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS												
Proyecto:		Climatización de un centro docente								4 de marzo de 2020		
Planta:		BAJA		Zona:		Oficina patio sur 3-4						
DIMENSIONES:		X		=		32,43		m2		HORA SOLAR: 12		
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE malaga		
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr		
NORTE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		Exteriores	29,5	19,9	41	10,8
NE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		Interiores	24,0	17,0	50	9,2
ESTE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		DIFERENCIA	5,5			1,6
SE	Cristal		m2 x	285	x	0,48		CALOR LATENTE				
SUR	Cristal	19,74	m2 x	443	x	0,48	4.198	Infiltración	m3/h x	1,6	x	0,72
SO	Cristal		m2 x	285	x	0,48		Personas	4	Personas	x	55
OESTE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		Aplicaciones				220
NO	Cristal		m2 x	44	x	0,48		SUBTOTAL 220				
	Claraboya		m2 x	580	x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10		%
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL 242				
NORTE	Pared		m2 x		x	0,65		Aire Ext.	180,00	m3/h x	1,6 x	0,15 BF x 0,72
NE	Pared		m2 x	9,4	x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL 272				
ESTE	Pared		m2 x	15,5	x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL 6.892				
SE	Pared		m2 x	13,9	x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR				
SUR	Pared	13,16	m2 x	5,0	x	0,65	43	Sensible	180,00	m3/h x	5,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3	252
SO	Pared		m2 x		x	0,65		Latente	180,00	m3/h x	1,6 x (1- 0,15 BF) x 0,72	172
OESTE	Pared		m2 x	0,5	x	0,65		SUBTOTAL 424				
NO	Pared		m2 x		x	0,65		GRAN CALOR TOTAL 7.316				
	Tejado-Sol		m2 x	7,2	x	0,46		A.D.P.				
	Tejado-Sombra		m2 x		x	0,46		FACTOR CALOR SENSIBLE 6.620 Efec. Sens. Local = 0,96				
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		ADP Indicado= °C				
Total Cristal	19,74	m2 x	5,5	x	2,60	282		ADP Seleccionado= 12 °C				
Tabiques LNC		m2 x	2,8	x	1,20			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO				
Techo LNC		m2 x	2,8	x	2,02			$\Delta T = (1 - 0,15 BF) \times (^{\circ}C \text{ Loc} - 24,0 - 12 \text{ ADP}) = 10,20$				
Suelo		m2 x	2,8	x	1,10			CAUDAL DE AIRE M3/H 6.620 Sensible Local = 2.163				
Suelo exterior		m2 x	5,5	x	1,10			Observaciones:				
Puertas	2,42	m2 x	5,5	x	2,00	27		Nº DE O.T.:				
Infiltración		m3/h x	5,5	x	0,30			CALCULADO POR:				
CALOR INTERNO						TOTALES		SUBTOTAL 5.977				
Personas	4	Personas	x	57		228		COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 % 598				
Alumbrado	649	Wattios x 0,86	x	1,25		697		CALOR SENSIBLE DEL LOCAL 6.575				
Aplicaciones, etc.			x	0,86		502		Aire Exterior 180,00 m3/h x 5,5 x 0,15 BF x 0,3 45				
Potencia			x					CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL 6.620				
Ganancias Adicionales			x									

- Oficina del patio sur 5:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS															
Proyecto:		Climatización de un centro docente								4 de marzo de 2020					
Planta:		BAJA			Zona:		Oficina patio sur 5								
DIMENSIONES:		X		=		14,00		m2		HORA SOLAR: 12					
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE malaga					
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr					
NORTE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		Exteriores	29,5	19,9	41	10,8			
NE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		Interiores	24,0	17,0	50	9,2			
ESTE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		DIFERENCIA	5,5			1,6			
SE	Cristal		m2 x	285	x	0,48		CALOR LATENTE							
SUR	Cristal	23,52	m2 x	443	x	0,48	5.001	Infiltración	m3/h x	1,6	x	0,72			
SO	Cristal		m2 x	285	x	0,48		Personas	1	Personas	x	55			
OESTE	Cristal		m2 x	44	x	0,48		Aplicaciones							
NO	Cristal		m2 x	44	x	0,48		SUBTOTAL				55			
	Claraboya		m2 x	580	x	0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10	%	6			
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				61			
NORTE	Pared		m2 x		x	0,65		Aire Ext.	45,00	m3/h x	1,6	x	0,15	BF x 0,72	8
NE	Pared		m2 x	9,4	x	0,65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				69			
ESTE	Pared		m2 x	15,5	x	0,65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				6.638			
SE	Pared		m2 x	13,9	x	0,65		CALOR AIRE EXTERIOR							
SUR	Pared	15,68	m2 x	5,0	x	0,65	51	Sensible	45,00	m3/h x	5,5	x (1- 0,15 BF)	x 0,3	63	
SO	Pared		m2 x		x	0,65		Latente	45,00	m3/h x	1,6	x (1- 0,15 BF)	x 0,72	43	
OESTE	Pared		m2 x	0,5	x	0,65		SUBTOTAL				106			
NO	Pared		m2 x		x	0,65		GRAN CALOR TOTAL				6.745			
	Tejado-Sol		m2 x	7,2	x	0,46		A.D.P.							
	Tejado-Sombra		m2 x		x	0,46		FACTOR CALOR SENSIBLE	6.570	Efec. Sens. Local	=	0,99			
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		6.638		Efec. Total Local	=				
Total Cristal	23,52	m2 x	5,5	x	2,60	336	ADP Indicado=		°C						
Tabiques LNC		m2 x	2,8	x	1,20		ADP Seleccionado=		12 °C						
Techo LNC		m2 x	2,8	x	2,02		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO								
Suelo		m2 x	2,8	x	1,10		$\Delta T = (1 - 0,15 BF) \times ({}^{\circ}C \text{ Loc} - 24,0)$		- 12 ADP = 10,20						
Suelo exterior		m2 x	5,5	x	1,10		CAUDAL DE AIRE M3/H	6.570	Sensible Local	=	2.147				
Puertas		m2 x	5,5	x	2,00		0,3 X		10,2		ΔT				
Infiltración		m3/h x	5,5	x	0,30		Observaciones:								
CALOR INTERNO						TOTALES									
Personas	1	Personas	x	57	57										
Alumbrado	280	Wattios x 0,86	x	1,25	301										
Aplicaciones, etc.		252	x	0,86	217										
Potencia			x			Nº DE O.T.:									
Ganancias Adicionales			x			CALCULADO POR:									
SUBTOTAL						5.963									
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %		596							
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						6.559									
Aire Exterior	45,00	m3/h x	5,5	x	0,15	BF x 0,3	11								
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						6.570									

- Oficina del patio sur 6:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS													
Proyecto:		Climatización de un centro docente								4 de marzo de 2020			
Planta:		BAJA			Zona:		Oficina patio sur 6						
DIMENSIONES:		X		=		14,00		m2		HORA SOLAR: 12			
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE malaga			
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr			
NORTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Exteriores	29,5	19,9	41	10,8	
NE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Interiores	24,0	17,0	50	9,2	
ESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			DIFERENCIA	5,5			1,6	
SE	Cristal	m2 x	285	x	0,48			CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	m2 x	443	x	0,48			Infiltración	m3/h x	1,6	x	0,72	
SO	Cristal	m2 x	285	x	0,48			Personas	1	Personas	x	55	
OESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Aplicaciones					
NO	Cristal	m2 x	44	x	0,48			SUBTOTAL					
	Claraboya	m2 x	580	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10		%	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL					
NORTE	Pared	m2 x		x	0,65			Aire Ext.	45,00	m3/h x	1,6	x	0,15
NE	Pared	m2 x	9,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					
ESTE	Pared	m2 x	15,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					
SE	Pared	m2 x	13,9	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared	m2 x	5,0	x	0,65			Sensible	45,00	m3/h x	5,5	(1- 0,15 BF) x 0,3	63
SO	Pared	m2 x		x	0,65			Latente	45,00	m3/h x	1,6	(1- 0,15 BF) x 0,72	43
OESTE	Pared	m2 x	0,5	x	0,65			SUBTOTAL					
NO	Pared	m2 x		x	0,65			GRAN CALOR TOTAL					
	Tejado-Sol	m2 x	7,2	x	0,46			848					
	Tejado-Sombra	m2 x		x	0,46			A. D. P.					
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		FACTOR CALOR SENSIBLE					
Total Cristal	m2 x	5,5	x	2,60			673	Efec. Sens. Local		=	0,91		
Tabiques LNC	m2 x	2,8	x	1,20			741	Efec. Total Local					
Techo LNC	m2 x	2,8	x	2,02			ADP Indicado=		°C				
Suelo	m2 x	2,8	x	1,10			ADP Seleccionado=		12 °C				
Suelo exterior	m2 x	5,5	x	1,10			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO						
Puertas	2,42	m2 x	5,5	x	2,00	27	Δ T=(1-0,15 BF)x(°C Loc		24,0	-	12	ADP)=	10,20
Infiltración	m3/h x	5,5	x	0,30			CAUDAL DE AIRE M3/H	673		Sensible Local		=	220
CALOR INTERNO						TOTALES		0,3 X 10,2 Δ T					
Personas	1	Personas	x	57			Observaciones:						
Alumbrado	280	Wattios x 0,86	x	1,25			Nº DE O.T.:						
Aplicaciones, etc.		252	x	0,86			CALCULADO POR:						
Potencia			x				SUBTOTAL						
Ganancias Adicionales			x				602						
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10		%					
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						60		662					
Aire Exterior	45,00	m3/h x	5,5	x	0,15	BF x 0,3			11				
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						602		673					

- Oficina del patio sur 7:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Climatización de un centro docente								4 de marzo de 2020	
Planta:		BAJA		Zona:		Oficina patio sur 7					
DIMENSIONES:		X		=		32,90		m2		HORA SOLAR: 12	
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE malaga	
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES			
NORTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			BS	BH	%HR	TR
NE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Exteriores	29,5	19,9	41
ESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Interiores	24,0	17,0	50
SE	Cristal	m2 x	285	x	0,48			DIFERENCIA	5,5		1,6
SUR	Cristal	12,60 m2 x	443	x	0,48	2.679		CALOR LATENTE			
SO	Cristal	m2 x	285	x	0,48			Infiltración	m3/h x	1,6	x
OESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Personas	4	Personas	x
NO	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Aplicaciones			
	Claraboya	m2 x	580	x	0,48			SUBTOTAL		220	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 %			
								CALOR LATENTE DEL LOCAL			
NORTE	Pared	m2 x		x	0,65			Aire Ext.	180,00 m3/h x	1,6 x	0,15 BF x 0,72
NE	Pared	m2 x	9,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL			
ESTE	Pared	m2 x	15,5	x	0,65			5.111			
SE	Pared	m2 x	13,9	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL			
SUR	Pared	8,40 m2 x	5,0	x	0,65	27		5.111			
SO	Pared	m2 x		x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR			
OESTE	Pared	m2 x	0,5	x	0,65			Sensible	180,00 m3/h x	5,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3	252
NO	Pared	m2 x		x	0,65			Latente	180,00 m3/h x	1,6 x (1- 0,15 BF) x 0,72	172
	Tejado-Sol	m2 x	7,2	x	0,46			SUBTOTAL		424	
	Tejado-Sombra	m2 x		x	0,46			GRAN CALOR TOTAL			
								5.535			
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		A.D.P.			
Total Cristal	12,60	m2 x	5,5	x	2,60	180		FACTOR CALOR SENSIBLE	4.838	Efec. Sens. Local	=
Tabiques LNC		m2 x	2,8	x	1,20				5.111	Efec. Total Local	=
Techo LNC		m2 x	2,8	x	2,02			ADP Indicado= °C			
Suelo		m2 x	2,8	x	1,10			ADP Seleccionado= 12 °C			
Suelo exterior		m2 x	5,5	x	1,10			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO			
Puertas	2,42	m2 x	5,5	x	2,00	27		ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc 24,0 - Sensible Local 12 ADP)= 10,20			
Infiltración		m3/h x	5,5	x	0,30			CAUDAL DE AIRE M3/H	4.838	Sensible Local	=
								0,3 X	10,2	ΔT	=
								1.581			
CALOR INTERNO						TOTALES		Observaciones:			
Personas	4	Personas	x		57	228					
Alumbrado	658	Wattios x 0,86	x		1,25	707					
Aplicaciones, etc.			x		0,86	509					
Potencia			x					Nº DE O.T.:			
Ganancias Adicionales			x					CALCULADO POR:			
SUBTOTAL						4.358					
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %		436			
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						4.794					
Aire Exterior	180,00	m3/h x	5,5 x	0,15	BF x 0,3	45					
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						4.838					

- Oficina del patio sur 8:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS												
Proyecto:		Climatización de un centro docente								4 de marzo de 2020		
Planta:		BAJA			Zona:		Oficina patio sur 8					
DIMENSIONES:		X		=		11,75		m2		HORA SOLAR: 12		
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE malaga		
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES		CONDICIONES		
NORTE		Cristal	m2 x	44	x	0,48		BS		BH		
NE		Cristal	m2 x	44	x	0,48		29,5		19,9		
ESTE		Cristal	m2 x	44	x	0,48		41		%		
SE		Cristal	m2 x	285	x	0,48		TR		Gr/Kgr		
SUR		Cristal	16,80 m2 x	443	x	0,48	3.572	Exteriores		10,8		
SO		Cristal	m2 x	285	x	0,48		Interiores		9,2		
OESTE		Cristal	m2 x	44	x	0,48		DIFERENCIA		1,6		
NO		Cristal	m2 x	44	x	0,48		CALOR LATENTE				
Claraboya		m2 x	580	x	0,48			Infiltración	m3/h x	1,6	x	0,72
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		PERSONAS		
NORTE		Pared	m2 x	x	0,65			1	Personas	x	55	
NE		Pared	m2 x	9,4	x	0,65		Aplicaciones				
ESTE		Pared	m2 x	15,5	x	0,65		SUBTOTAL				
SE		Pared	m2 x	13,9	x	0,65		55				
SUR		Pared	11,20 m2 x	5,0	x	0,65	36	COEFICIENTE DE SEGURIDAD				
SO		Pared	m2 x	x	0,65			10		%		
OESTE		Pared	m2 x	0,5	x	0,65		CALOR LATENTE DEL LOCAL				
NO		Pared	m2 x	x	0,65			Aire Ext.		45,00 m3/h x 1,6 x 0,15 BF x 0,72		
Tejado-Sol		m2 x	7,2	x	0,46			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				
Tejado-Sombra		m2 x	x	0,46				CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES		CALOR AIRE EXTERIOR		
Total Cristal		16,80 m2 x	5,5	x	2,60	240		Sensible		45,00 m3/h x 5,5 x (1- 0,15 BF) x 0,3		
Tabiques LNC		m2 x	2,8	x	1,20			Latente		45,00 m3/h x 1,6 x (1- 0,15 BF) x 0,72		
Techo LNC		m2 x	2,8	x	2,02			SUBTOTAL				
Suelo		m2 x	2,8	x	1,10			106				
Suelo exterior		m2 x	5,5	x	1,10			GRAN CALOR TOTAL				
Puertas		m2 x	5,5	x	2,00			4.959				
Infiltración		m3/h x	5,5	x	0,30			A. D. P.				
CALOR INTERNO								TOTALES		FACTOR CALOR SENSIBLE		
Personas		1	Personas	x	57	57		4.785		Efec. Sens. Local		
Alumbrado		235	Wattios x 0,86	x	1,25	253		4.853		Efec. Total Local		
Aplicaciones, etc.			212	x	0,86	182		ADP Indicado=		°C		
Potencia				x				ADP Seleccionado=		12 °C		
Ganancias Adicionales				x				CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO				
SUBTOTAL								4.340		ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc		
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10 %		24,0 - 12 ADP)=		
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL								4.774		10,2 ΔT		
Aire Exterior		45,00 m3/h x	5,5	x	0,15	BF x 0,3	11	CAUDAL DE AIRE M3/H		4.785		
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL								4.785		Sensible Local		
Observaciones:								Nº DE O.T.:		= 1.564		
CALCULADO POR:												

- Oficina del patio sur 9:

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS													
Proyecto:		Climatización de un centro docente								4 de marzo de 2020			
Planta:		BAJA			Zona:		Oficina patio sur 9						
DIMENSIONES:		X		=		18,00		m2		HORA SOLAR: 12			
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE malaga			
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr			
NORTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Exteriores	29,5	19,9	41	10,8	
NE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Interiores	24,0	17,0	50	9,2	
ESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			DIFERENCIA	5,5			1,6	
SE	Cristal	m2 x	285	x	0,48			CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	m2 x	443	x	0,48			Infiltración	m3/h x	1,6	x	0,72	
SO	Cristal	m2 x	285	x	0,48			Personas	2	Personas	x	55	
OESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Aplicaciones				110	
NO	Cristal	m2 x	44	x	0,48			SUBTOTAL				110	
	Claraboya	m2 x	580	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10		%	
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				121	
NORTE	Pared	m2 x		x	0,65			Aire Ext.	90,00	m3/h x	1,6	x	0,15
NE	Pared	m2 x	9,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				136	
ESTE	Pared	m2 x	15,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				1.046	
SE	Pared	m2 x	13,9	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared	m2 x	5,0	x	0,65			Sensible	90,00	m3/h x	5,5	(1- 0,15 BF) x 0,3	126
SO	Pared	m2 x		x	0,65			Latente	90,00	m3/h x	1,6	(1- 0,15 BF) x 0,72	86
OESTE	Pared	m2 x	0,5	x	0,65			SUBTOTAL				212	
NO	Pared	m2 x		x	0,65			GRAN CALOR TOTAL				1.258	
	Tejado-Sol	m2 x	7,2	x	0,46			A.D.P.					
	Tejado-Sombra	m2 x		x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE	910	Efec. Sens. Local	=	0,87	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		1.046		Efec. Total Local		=	
Total Cristal	m2 x	5,5	x	2,60			ADP Indicado=				°C		
Tabiques LNC	m2 x	2,8	x	1,20			ADP Seleccionado=		12		°C		
Techo LNC	m2 x	2,8	x	2,02			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO						
Suelo	m2 x	2,8	x	1,10			Δ T=(1-0,15 BF)x(°C Loc		24,0	-	12	ADP)=	10,20
Suelo exterior	m2 x	5,5	x	1,10			CAUDAL DE AIRE M3/H	910	Sensible Local		=	297	
Puertas	2,42	m2 x	5,5	x	2,00	27		0,3 X		10,2		Δ T	
Infiltración	m3/h x	5,5	x	0,30			Observaciones:						
CALOR INTERNO						TOTALES							
Personas	2	Personas	x	57	114								
Alumbrado	360	Wattios x 0,86	x	1,25	387								
Aplicaciones, etc.			x	0,86	279								
Potencia			x				Nº DE O.T.:						
Ganancias Adicionales			x				CALCULADO POR:						
SUBTOTAL						807							
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10		%					
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						888							
Aire Exterior	90,00	m3/h x	5,5	x	0,15	BF x 0,3		22					
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						910							

- Zona de rentacar 1-5

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS															
Proyecto:		Climatización de un centro docente								4 de marzo de 2020					
Planta:		BAJA		Zona:		Zona rentacar alargada 1-5									
DIMENSIONES:		X		=		16,00		m2		HORA SOLAR: 12					
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE malaga					
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr					
NORTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Exteriores	29,5	19,9	41	10,8			
NE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Interiores	24,0	17,0	50	9,2			
ESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			DIFERENCIA	5,5			1,6			
SE	Cristal	m2 x	285	x	0,48			CALOR LATENTE							
SUR	Cristal	m2 x	443	x	0,48			Infiltración	m3/h x	1,6	x	0,72			
SO	Cristal	m2 x	285	x	0,48			Personas	2	Personas	x	55			
OESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Aplicaciones				110			
NO	Cristal	m2 x	44	x	0,48			SUBTOTAL				110			
	Claraboya	m2 x	580	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10		%	11		
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				121			
NORTE	Pared	m2 x		x	0,65			Aire Ext.	90,00	m3/h x	1,6	x	0,15	BF x 0,72	15
NE	Pared	m2 x	9,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				136			
ESTE	Pared	m2 x	15,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				964			
SE	Pared	m2 x	13,9	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR							
SUR	Pared	m2 x	5,0	x	0,65			Sensible	90,00	m3/h x	5,5	(1- 0,15 BF) x 0,3	126		
SO	Pared	m2 x		x	0,65			Latente	90,00	m3/h x	1,6	(1- 0,15 BF) x 0,72	86		
OESTE	Pared	m2 x	0,5	x	0,65			SUBTOTAL				212			
NO	Pared	m2 x		x	0,65			GRAN CALOR TOTAL				1.176			
	Tejado-Sol	m2 x	7,2	x	0,46			A. D. P.							
	Tejado-Sombra	m2 x		x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE	828	Efec. Sens. Local	=	0,86			
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		964		Efec. Total Local		=	0,86		
Total Cristal	m2 x	5,5	x	2,60			ADP Indicado=				°C				
Tabiques LNC	m2 x	2,8	x	1,20			ADP Seleccionado=		12		°C				
Techo LNC	m2 x	2,8	x	2,02			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO								
Suelo	m2 x	2,8	x	1,10			▲ T=(1-0,15 BF)x(°C Loc		24,0	-	12	ADP)=	10,20		
Suelo exterior	m2 x	5,5	x	1,10			CAUDAL DE AIRE M3/H	828	Sensible Local		=	271			
Puertas	2,42	m2 x	5,5	x	2,00	27	0,3 X		10,2	▲ T					
Infiltración	m3/h x	5,5	x	0,30			Observaciones:								
CALOR INTERNO						TOTALES									
Personas	2	Personas	x	57	114										
Alumbrado	320	Wattios x 0,86	x	1,25	344										
Aplicaciones, etc.		288	x	0,86	248										
Potencia			x				Nº DE O.T.:								
Ganancias Adicionales			x				CALCULADO POR:								
SUBTOTAL						733									
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %		73							
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						806									
Aire Exterior	90,00	m3/h x	5,5	x	0,15	BF x 0,3	22								
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						828									

- Información

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS															
Proyecto:		Climatización de un centro docente								4 de marzo de 2020					
Planta:		BAJA			Zona:		Zona rentacar amplia								
DIMENSIONES:		X		=		31,00		m2		HORA SOLAR: 12					
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE malaga					
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES		BS BH %HR TR Gr/Kgr					
NORTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Exteriores	29,5	19,9	41	10,8			
NE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Interiores	24,0	17,0	50	9,2			
ESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			DIFERENCIA	5,5			1,6			
SE	Cristal	m2 x	285	x	0,48			CALOR LATENTE							
SUR	Cristal	m2 x	443	x	0,48			Infiltración	m3/h x	1,6	x	0,72			
SO	Cristal	m2 x	285	x	0,48			Personas	3	Personas	x	55			
OESTE	Cristal	m2 x	44	x	0,48			Aplicaciones				165			
NO	Cristal	m2 x	44	x	0,48			SUBTOTAL				165			
	Claraboya	m2 x	580	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10		%	17		
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL				182			
NORTE	Pared	m2 x		x	0,65			Aire Ext.	135,00	m3/h x	1,6	x	0,15	BF x 0,72	23
NE	Pared	m2 x	9,4	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				205			
ESTE	Pared	m2 x	15,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				1.717			
SE	Pared	m2 x	13,9	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR							
SUR	Pared	m2 x	5,0	x	0,65			Sensible	135,00	m3/h x	5,5	(1- 0,15 BF) x 0,3	189		
SO	Pared	m2 x		x	0,65			Latente	135,00	m3/h x	1,6	(1- 0,15 BF) x 0,72	129		
OESTE	Pared	m2 x	0,5	x	0,65			SUBTOTAL				318			
NO	Pared	m2 x		x	0,65			GRAN CALOR TOTAL				2.035			
	Tejado-Sol	m2 x	7,2	x	0,46			A.D.P.							
	Tejado-Sombra	m2 x		x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE	1.512	Efec. Sens. Local		=	0,88		
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		1.717		Efec. Total Local		=	0,88		
Total Cristal	m2 x	5,5	x	2,60			ADP Indicado=				°C				
Tabiques LNC	m2 x	2,8	x	1,20			ADP Seleccionado=		12		°C				
Techo LNC	m2 x	2,8	x	2,02			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO								
Suelo	m2 x	2,8	x	1,10			▲ T=(1-0,15 BF)x(°C Loc		24,0	-	12	ADP)=	10,20		
Suelo exterior	m2 x	5,5	x	1,10			CAUDAL DE AIRE M3/H	1.512	Sensible Local		=	494			
Puertas	2,42	m2 x	5,5	x	2,00	27		0,3	X	10,2	▲ T				
Infiltración	m3/h x	5,5	x	0,30			Observaciones:								
CALOR INTERNO						TOTALES									
Personas	3	Personas	x	57	171										
Alumbrado	620	Wattios x 0,86	x	1,25	667										
Aplicaciones, etc.		558	x	0,86	480										
Potencia			x				Nº DE O.T.:								
Ganancias Adicionales			x				CALCULADO POR:								
SUBTOTAL						1.344									
COEFICIENTE DE SEGURIDAD						10 %									
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						1.478									
Aire Exterior	135,00	m3/h x	5,5	x	0,15	BF x 0,3	33								
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						1.512									

6.3 Tablas de cálculo de pérdida de carga por rozamiento en las tuberías

- Conducto de impulsión de la UTA AC-1:**

Conducto							
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
0' a 0	38850	1400	1400 x 1100	9,00	0,025	0,225	0,225
0 a 1	15725	900	900 x 700	11,56	0,055	0,636	
1 a 3	9250	800	800 x 650	2,56	0,030	0,077	
3 a 5	8325	775	800 x 560	5,11	0,030	0,153	
5 a 7	7400	750	800 x 560	5,11	0,030	0,153	
7 a 9	6475	700	800 x 500	5,11	0,030	0,153	
9 a 11	5550	660	600 x 580	5,11	0,030	0,153	
11 a 13	4625	625	600 x 500	5,11	0,030	0,153	
13 a 15	3700	570	600 x 410	5,11	0,030	0,153	
15 a 17	2775	525	450 x 450	5,11	0,030	0,153	
17 a 19	1850	440	400 x 340	5,11	0,030	0,153	
19 a 21	925	380	350 x 300	5,11	0,015	0,077	
1 a 22	6475	700	800 x 500	2,56	0,030	0,077	
22 a 24	5550	660	600 x 580	5,11	0,030	0,153	
24 a 26	4625	625	600 x 500	5,11	0,030	0,153	
26 a 28	3700	570	600 x 410	5,11	0,030	0,153	
28 a 30	2775	525	450 x 450	5,11	0,030	0,153	
30 a 32	1850	440	400 x 340	5,11	0,030	0,153	
32 a 34	925	380	350 x 300	5,11	0,015	0,077	
0 a 2	23125	1100	1000 x 1000	7,19	0,038	0,270	0,270
2 a 35	9250	800	800 x 650	2,56	0,030	0,077	
35 a 37	8325	775	800 x 560	5,11	0,030	0,153	
37 a 39	7400	750	800 x 560	5,11	0,030	0,153	
39 a 41	6475	700	800 x 500	5,11	0,030	0,153	
41 a 43	5550	660	600 x 580	5,11	0,030	0,153	
43 a 45	4625	625	600 x 500	5,11	0,030	0,153	
45 a 47	3700	570	600 x 410	5,11	0,030	0,153	
47 a 49	2775	525	450 x 450	5,11	0,030	0,153	
49 a 51	1850	440	400 x 340	5,11	0,030	0,153	
51 a 53	925	380	350 x 300	5,11	0,015	0,077	
2 a 54	13875	925	900 x 700	2,56	0,030	0,077	0,077
54 a 56	12950	900	900 x 700	5,11	0,030	0,153	0,153
56 a 58	12025	880	800 x 700	5,11	0,030	0,153	0,153
58 a 60	11100	850	800 x 700	5,11	0,030	0,153	0,153
60 a 62	10175	825	800 x 650	5,11	0,030	0,153	0,153
62 a 64	9250	800	800 x 650	5,11	0,030	0,153	0,153
64 a 66	8325	775	800 x 560	5,11	0,030	0,153	0,153
66 a 68	7400	750	800 x 560	10,11	0,030	0,303	0,303
68 a 70	6475	700	800 x 500	5,11	0,030	0,153	0,153
70 a 72	5550	660	600 x 580	5,11	0,030	0,153	0,153
72 a 74	4625	625	600 x 500	5,11	0,030	0,153	0,153
74 a 76	3700	570	600 x 410	5,11	0,030	0,153	0,153
76 a 78	2775	525	450 x 450	5,11	0,030	0,153	0,153
78 a 80	1850	440	400 x 340	5,11	0,030	0,153	0,153
80 a 82	925	380	350 x 300	5,11	0,015	0,077	0,077
						Subtotal	2,791
						Pérdida en difusión	3,1
						Coef. Seg. %	10%
						TOTAL	6,48

- Conducto de retorno de la UTA AC-1:**

Conducto							
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
4 a 3	4000	630	600x500	31,58	0,020	0,632	0,632
3 a 1	8000	770	800x560	15,79	0,030	0,474	0,474
6 a 5	4000	630	600x500	31,58	0,020	0,632	0,632
5 a 1	8000	770	800x560	15,79	0,030	0,474	0,474
1 a 0	16000	1000	1000x850	9,20	0,030	0,276	0,276
8 a 7	4000	630	600x500	31,58	0,020	0,632	
7 a 2	8000	770	800x560	15,79	0,030	0,474	
10 a 9	4000	630	600x500	31,58	0,020	0,632	
9 a 2	8000	770	800x560	15,79	0,030	0,474	
2 a 0	16000	1000	1000x850	9,20	0,030	0,276	
0 a 0'	32000	1325	1300x1050	16,00	0,030	0,175	0,175
						Subtotal	2,662
						Pérdida en difusión	3,1
						Coef. Seg. %	10%
						TOTAL	6,34

- **Conducto de impulsión de la UTA AC-2 1:**

Conducto							
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
0' a 1	52700	1500	1500x1200	9,00	0,025	0,225	0,225
1 a 2	26350	1200	1100x1100	5,00	0,035	0,175	0,175
2 a 3	12400	900	900x700	2,28	0,025	0,057	
3 a 5	10850	825	800x650	4,56	0,030	0,137	
5 a 7	9300	800	800x650	4,56	0,030	0,137	
7 a 9	7750	700	800x500	4,56	0,040	0,182	
9 a 11	6200	650	600x580	4,56	0,040	0,182	
11 a 13	4650	600	600x500	4,56	0,035	0,160	
13 a 15	3100	500	450x450	4,56	0,043	0,194	
15 a 17	1550	475	500x400	4,56	0,013	0,057	
2 a 18	13950	900	900x700	2,28	0,038	0,086	0,086
18 a 20	12400	900	900x700	4,56	0,025	0,114	0,114
20 a 22	10850	825	800x650	4,56	0,030	0,137	0,137
22 a 24	9300	800	800x650	4,56	0,030	0,137	0,137
24 a 26	7750	700	800x500	22,96	0,040	0,918	0,918
26 a 28	6200	650	600x580	4,56	0,040	0,182	0,182
28 a 30	4650	600	600x500	4,56	0,035	0,160	0,160
30 a 32	3100	500	450x450	4,56	0,043	0,194	0,194
32 a 34	1550	475	500x400	4,56	0,013	0,057	0,057
1 a 35	26350	1200	1100x1100	12,50	0,035	0,438	
35 a 36	12400	900	900x700	2,28	0,025	0,057	
36 a 38	10850	825	800x650	4,56	0,030	0,137	
38 a 40	9300	800	800x650	4,56	0,030	0,137	
40 a 42	7750	700	800x500	4,56	0,040	0,182	
42 a 44	6200	650	600x580	4,56	0,040	0,182	
44 a 46	4650	600	600x500	4,56	0,035	0,160	
46 a 48	3100	500	450x450	4,56	0,043	0,194	
48 a 50	1550	475	500x400	4,56	0,013	0,057	
35 a 51	13950	900	900x700	2,28	0,038	0,086	
51 a 53	12400	900	900x700	4,56	0,025	0,114	
53 a 55	10850	825	800x650	4,56	0,030	0,137	
55 a 57	9300	800	800x650	4,56	0,030	0,137	
57 a 59	7750	700	800x500	4,56	0,040	0,182	
59 a 61	6200	650	600x580	4,56	0,040	0,182	
61 a 63	4650	600	600x500	4,56	0,035	0,160	
63 a 65	3100	500	450x450	4,56	0,043	0,194	
65 a 67	1550	475	500x400	4,56	0,013	0,057	
						Subtotal	2,384
						Pérdida en difusión	3,1
						Coef. Seg. %	10%
						TOTAL	6,03

- **Conducto de retorno de la UTA AC-2 1:**

Conducto							
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
5 a 4	1400	480	500x400	15,49	0,010	0,155	0,155
4 a 3	6400	700	800x500	15,49	0,030	0,465	0,465
3 a 1	11400	800	800x650	7,745	0,045	0,349	0,349
7 a 6	5000	650	600x580	15,49	0,025	0,387	0,387
6 a 1	10000	800	800x650	26,145	0,035	0,915	0,915
1 a 0	21400	1100	1000x1000	8,75	0,035	0,306	0,306
10 a 9	5000	650	600x580	15,49	0,025	0,387	
9 a 8	10000	800	800x650	15,49	0,035	0,542	
8 a 2	15000	1000	1000x850	7,745	0,025	0,194	
12 a 11	5000	650	600x580	15,49	0,025	0,387	
11 a 2	10000	800	800x650	7,745	0,035	0,271	
2 a 0	25000	1200	1100x1100	8,75	0,025	0,219	
0 a 0'	46400	1500	1500x1200	16	0,020	0,320	0,320
						Subtotal	2,897
						Pérdida en difusión	3,1
						Coef. Seg. %	10%
						TOTAL	6,6

- **Conducto de impulsión de la UTA AC-2 2:**

Conducto							
Tramo	Q (m ³ /h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
0' a 1	51150	1500	1500x1200	9,00	0,023	0,203	0,203
1 a 2	24800	1400	1400x1100	8,75	0,0275	0,241	
2 a 3	12400	900	900x700	2,28	0,025	0,057	
3 a 5	10850	825	800x650	4,56	0,030	0,137	
5 a 7	9300	800	800x650	4,56	0,030	0,137	
7 a 9	7750	700	800x500	4,56	0,040	0,182	
9 a 11	6200	650	600x580	4,56	0,040	0,182	
11 a 13	4650	600	600x500	4,56	0,035	0,160	
13 a 15	3100	500	450x450	4,56	0,043	0,194	
15 a 17	1550	475	500x400	4,56	0,013	0,057	
2 a 18	12400	900	900x700	2,28	0,025	0,057	
18 a 20	10850	825	800x650	4,56	0,030	0,137	
20 a 22	9300	800	800x650	4,56	0,030	0,137	
22 a 24	7750	700	800x500	4,56	0,040	0,182	
24 a 26	6200	650	600x580	4,56	0,040	0,182	
26 a 28	4650	600	600x500	4,56	0,035	0,160	
28 a 30	3100	500	450x450	4,56	0,043	0,194	
30 a 32	1550	475	500x400	4,56	0,013	0,057	
1 a 33	26350	1200	1100x1100	8,75	0,035	0,306	0,306
33 a 34	12400	900	900x700	2,28	0,025	0,057	
34 a 36	10850	825	800x650	4,56	0,030	0,137	
36 a 38	9300	800	800x650	4,56	0,030	0,137	
38 a 40	7750	700	800x500	4,56	0,040	0,182	
40 a 42	6200	650	600x580	4,56	0,040	0,182	
42 a 44	4650	600	600x500	4,56	0,035	0,160	
44 a 46	3100	500	450x450	4,56	0,043	0,194	
46 a 48	1550	475	500x400	4,56	0,013	0,057	
33 a 49	13950	900	900x700	2,28	0,038	0,086	0,086
49 a 51	12400	900	900x700	4,56	0,025	0,114	0,114
51 a 53	10850	825	800x650	4,56	0,030	0,137	0,137
53 a 55	9300	800	800x650	4,56	0,030	0,137	0,137
55 a 57	7750	700	800x500	4,56	0,040	0,182	0,182
57 a 59	6200	650	600x580	4,56	0,040	0,182	0,182
59 a 61	4650	600	600x500	4,56	0,035	0,160	0,160
61 a 63	3100	500	450x450	4,56	0,043	0,194	0,194
63 a 65	1550	475	500x400	4,56	0,013	0,057	0,057
Subtotal							1,757
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							5,34

- **Conducto de retorno de la UTA AC-2 2:**

Conducto							
Tramo	Q (m ³ /h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
5 a 4	1400	480	500x400	15,49	0,010	0,155	0,155
4 a 3	6400	700	800x500	15,49	0,030	0,465	0,465
3 a 1	11400	800	800x650	7,745	0,045	0,349	0,349
7 a 6	5000	650	600x580	15,49	0,025	0,387	0,387
6 a 1	10000	800	800x650	7,745	0,035	0,271	0,271
1 a 0	21400	1100	1000x1000	8,75	0,035	0,306	0,306
10 a 9	5000	650	600x580	15,49	0,025	0,387	
9 a 8	10000	800	800x650	15,49	0,035	0,542	
8 a 2	15000	1000	1000x850	7,745	0,025	0,194	
12 a 11	5000	650	600x580	15,49	0,025	0,387	
11 a 2	10000	800	800x650	7,745	0,035	0,271	
2 a 0	25000	1200	1100x1100	8,75	0,025	0,219	
0 a 0'	46400	1500	1500x1200	16	0,020	0,320	0,320
Subtotal							2,253
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							5,89

- **Conducto de impulsión de la UTA AC-3:**

Conducto							
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
0' a 0	6120	655	600x580	9,00	0,040	0,360	0,360
0 a 1	680	310	320x220	0,20	0,028	0,006	
0 a 2	2720	450	500x400	3,71	0,055	0,204	0,204
2 a 4	2040	400	400x340	3,71	0,060	0,223	0,223
4 a 6	1360	340	300x240	3,71	0,060	0,223	0,223
6 a 8	680	310	320x220	3,71	0,028	0,102	0,102
0 a 9	2720	450	500x400	3,71	0,055	0,204	
9 a 11	2040	400	400x340	3,71	0,060	0,223	
11 a 13	1360	340	300x240	3,71	0,060	0,223	
13 a 15	680	310	320x220	3,71	0,028	0,102	
Subtotal							1,111
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							4,63

- **Conducto de retorno de la UTA AC-3:**

Conducto							
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
3 a 1	1200	450	500x400	11,20	0,013	0,140	0,140
1 a 0	2400	450	500x400	16,10	0,040	0,644	0,644
4 a 2	1200	450	500x400	11,20	0,013	0,140	
2 a 0	2400	450	500x400	16,10	0,040	0,644	
0 a 0'	4800	550	600x410	16,00	0,060	0,960	0,960
Subtotal							1,744
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							5,33

- **Conducto de impulsión de la UTA AC-4:**

Conducto							
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
0' a 0	6120	655	600x580	9,00	0,040	0,360	0,360
0 a 1	680	310	320x220	0,20	0,028	0,006	
0 a 2	2720	450	500x400	4,15	0,055	0,228	0,228
2 a 4	2040	400	400x340	4,15	0,060	0,249	0,249
4 a 6	1360	340	300x240	4,15	0,060	0,249	0,249
6 a 8	680	310	320x220	4,15	0,028	0,114	0,114
0 a 9	2720	450	500x400	4,15	0,055	0,228	
9 a 11	2040	400	400x340	4,15	0,060	0,249	
11 a 13	1360	340	300x240	4,15	0,060	0,249	
13 a 15	680	310	320x220	4,15	0,028	0,114	
Subtotal							1,2
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							4,73

- **Conducto de retorno de la UTA AC-4:**

Conducto							
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
3 a 1	1200	450	500x400	11,20	0,013	0,140	0,140
1 a 0	2400	450	500x400	17,05	0,040	0,682	0,682
4 a 2	1200	450	500x400	11,20	0,013	0,140	
2 a 0	2400	450	500x400	17,05	0,040	0,682	
0 a 0'	4800	550	600x410	16,00	0,060	0,960	0,960
Subtotal							1,782
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							5,37

- **Conducto de impulsión de la UTA AC-5 1:**

Conducto							
Tramo	Q (m ³ /h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
0' a 0	49950	1500	1500x1200	17,00	0,023	0,383	0,383
0 a 1	29600	1300	1300x1050	11,25	0,025	0,281	0,281
1 a 2	11100	850	800x700	2,36	0,030	0,071	
2 a 4	9250	800	800x650	4,71	0,030	0,141	
4 a 6	7400	750	800x560	4,71	0,030	0,141	
6 a 8	5550	660	600x580	4,71	0,030	0,141	
8 a 10	3700	570	600x410	4,71	0,030	0,141	
10 a 12	1850	440	400x340	4,71	0,030	0,141	
1 a 13	18500	1000	1000x850	2,36	0,028	0,065	0,065
13 a 15	16650	1000	1000x850	4,71	0,023	0,106	0,106
15 a 17	14800	900	900x700	4,71	0,043	0,200	0,200
17 a 19	12950	900	900x700	4,71	0,030	0,141	0,141
19 a 21	11100	850	800x700	4,71	0,030	0,141	0,141
21 a 23	9250	800	800x650	4,71	0,030	0,141	0,141
24 a 25	7400	750	800x560	4,71	0,030	0,141	0,141
26 a 27	5550	660	600x580	4,71	0,030	0,141	0,141
28 a 29	3700	570	600x410	4,71	0,030	0,141	0,141
30 a 31	1850	440	400x340	4,71	0,030	0,141	0,141
0 a 32	20350	1110	1000x1000	20,00	0,028	0,550	
32 a 33	11100	850	800x700	2,36	0,030	0,071	
33 a 35	9250	800	800x650	4,71	0,030	0,141	
35 a 37	7400	750	800x560	4,71	0,030	0,141	
37 a 39	5550	660	600x580	4,71	0,030	0,141	
39 a 41	3700	570	600x410	4,71	0,030	0,141	
41 a 43	1850	440	400x340	4,71	0,030	0,141	
32 a 44	9250	800	800x650	2,36	0,030	0,071	
44 a 46	7400	750	800x560	4,71	0,030	0,141	
46 a 48	5550	660	600x580	4,71	0,030	0,141	
48 a 50	3700	570	600x410	4,71	0,030	0,141	
50 a 52	1850	440	400x340	4,71	0,030	0,141	
Subtotal							2,02
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							5,64

- **Conducto de retorno de la UTA AC-5 1:**

Conducto							
Tramo	Q (m ³ /h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
3 a 1	4000	630	600x500	13,18	0,020	0,264	
9 a 8	2000	550	600x410	13,18	0,011	0,142	0,142
8 a 7	6000	700	800x500	13,18	0,030	0,395	0,395
11 a 10	4000	630	600x500	13,18	0,020	0,264	
10 a 7	8000	770	800x560	8,40	0,030	0,252	
7 a 5	18000	1000	1000x850	13,18	0,035	0,461	0,461
5 a 1	22000	1100	1000x1000	13,18	0,036	0,474	0,474
1 a 0	30000	1300	1300x1050	11,25	0,025	0,281	0,281
4 a 2	4000	630	600x500	13,18	0,020	0,264	
6 a 2	4000	630	600x500	13,18	0,020	0,264	
2 a 0	12000	600	600x500	20,00	0,050	1,000	
0 a 0'	42000	1475	1400x1100	24,00	0,020	0,480	0,480
Subtotal							2,23
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							5,87

- **Conducto de impulsión de la UTA AC-5 2:**

Conducto							
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
0' a 0	48100	1500	1500x1200	17,00	0,022	0,374	0,374
0 a 1	27750	1200	1100x1100	11,25	0,030	0,338	0,338
1 a 2	11100	850	800x700	2,36	0,030	0,071	
2 a 4	9250	800	800x650	4,71	0,030	0,141	
4 a 6	7400	750	800x560	4,71	0,030	0,141	
6 a 8	5550	660	600x580	4,71	0,030	0,141	
8 a 10	3700	570	600x410	4,71	0,030	0,141	
10 a 12	1850	440	400x340	4,71	0,030	0,141	
1 a 13	16650	1000	1000x850	2,36	0,023	0,053	0,053
13 a 15	14800	900	900x700	4,71	0,043	0,200	0,200
15 a 17	12950	900	900x700	4,71	0,030	0,141	0,141
17 a 19	11100	850	800x700	4,71	0,030	0,141	0,141
19 a 21	9250	800	800x650	9,71	0,030	0,291	0,291
21 a 23	7400	750	800x560	4,71	0,030	0,141	0,141
24 a 25	5550	660	600x580	4,71	0,030	0,141	0,141
26 a 27	3700	570	600x410	4,71	0,030	0,141	0,141
28 a 29	1850	440	400x340	4,71	0,030	0,141	0,141
0 a 30	20350	1110	1000x1000	20,00	0,028	0,550	
30 a 31	11100	850	800x700	2,36	0,030	0,071	
31 a 33	9250	800	800x650	4,71	0,030	0,141	
33 a 35	7400	750	800x560	4,71	0,030	0,141	
35 a 37	5550	660	600x580	4,71	0,030	0,141	
37 a 39	3700	570	600x410	4,71	0,030	0,141	
39 a 41	1850	440	400x340	4,71	0,030	0,141	
30 a 42	9250	800	800x650	2,36	0,030	0,071	
42 a 44	7400	750	800x560	4,71	0,030	0,141	
44 a 46	5550	660	600x580	4,71	0,030	0,141	
46 a 48	3700	570	600x410	4,71	0,030	0,141	
48 a 50	1850	440	400x340	4,71	0,030	0,141	
Subtotal						2,104	
Pérdida en difusión						3,1	
Coef. Seg. %						10%	
TOTAL						5,72	

- **Conducto de retorno de la UTA AC-5 2:**

Conducto							
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
3 a 1	4000	630	600x500	13,18	0,020	0,264	
11 a 10	2000	550	600x410	13,18	0,011	0,142	0,142
10 a 9	6000	700	800x500	13,18	0,030	0,395	0,395
9 a 7	10000	800	800x650	8,40	0,035	0,294	0,294
8 a 7	4000	630	600x500	13,18	0,030	0,395	
7 a 5	18000	1000	1000x850	13,18	0,035	0,461	0,461
5 a 1	22000	1100	1000x1000	13,18	0,036	0,474	0,474
1 a 0	30000	1300	1300x1050	11,25	0,025	0,281	0,281
4 a 2	4000	630	600x500	13,18	0,020	0,264	
6 a 2	4000	630	600x500	13,18	0,020	0,264	
2 a 0	12000	600	600x500	20,00	0,050	1,000	
0 a 0'	42000	1475	1400x1100	24,00	0,020	0,480	0,480
Subtotal						2,53	
Pérdida en difusión						3,1	
Coef. Seg. %						10%	
TOTAL						6,19	

- **Conducto de impulsión de la UTA AC-6:**

Conducto							
Tramo	Q (m ³ /h)	∅ eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
0'0	30100	1300	1300x1050	17,00	0,025	0,425	0,425
0 a 1	12900	900	900x700	2,22	0,030	0,066	
1 a 3	11825	900	900x700	4,43	0,028	0,122	
3 a 5	10750	800	800x650	4,43	0,040	0,177	
5 a 7	9675	800	800x650	4,43	0,033	0,144	
7 a 9	8600	800	800x650	4,43	0,028	0,122	
9 a 11	7525	700	800x500	4,43	0,040	0,177	
11 a 13	6450	650	600x580	4,43	0,045	0,199	
13 a 15	5375	600	600x500	4,43	0,046	0,204	
15 a 17	4300	600	600x500	4,43	0,025	0,111	
17 a 19	3225	500	450x450	4,43	0,040	0,177	
19 a 21	2150	450	500x400	4,43	0,031	0,137	
21 a 23	1075	390	350x300	4,43	0,018	0,078	
0 a 24	17200	1000	1000x850	2,22	0,030	0,066	0,066
24 a 26	16125	900	900x700	4,43	0,048	0,210	0,210
26 a 28	15050	900	900x700	4,43	0,040	0,177	0,177
28 a 30	13975	900	900x700	4,43	0,038	0,166	0,166
30 a 32	12900	900	900x700	4,43	0,030	0,133	0,133
32 a 34	11825	900	900x700	4,43	0,028	0,122	0,122
34 a 36	10750	800	800x650	8,43	0,040	0,337	0,337
36 a 38	9675	800	800x650	4,43	0,033	0,144	0,144
38 a 40	4300	600	600x500	9,74	0,025	0,244	0,244
40 a 42	3225	500	450x450	4,43	0,040	0,177	
42 a 44	2150	450	500x400	8,18	0,031	0,254	
44 a 46	1075	390	350x300	4,43	0,018	0,078	
38 a 47	4300	600	600x500	22,55	0,025	0,564	0,564
47 a 49	3225	500	450x450	4,43	0,040	0,177	0,177
49 a 51	2150	450	500x400	4,43	0,031	0,137	0,137
51 a 53	1075	390	350x300	4,43	0,018	0,078	0,078
Subtotal							2,980
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							6,69

- **Conducto de retorno de la UTA AC-6:**

Conducto							
Tramo	Q (m ³ /h)	∅ eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
3 a 1	4000	630	600x500	51,60	0,020	1,032	1,032
5 a 1	4000	630	600x500	51,60	0,020	1,032	
1 a 0	12000	600	600x500	6,80	0,050	0,340	0,340
4 a 2	4000	630	600x500	51,60	0,020	1,032	
6 a 2	4000	630	600x500	51,60	0,020	1,032	
2 a 0	12000	600	600x500	6,80	0,050	0,340	
0 a 0'	24000	1200	1100x1100	24,00	0,025	0,600	0,600
Subtotal							1,972
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							5,58

- **Conducto exterior planta primera:**

Conducto							
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a/m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
0 a 1	1575	340	340x280	8,00	0,080	0,640	0,640
1 a 2	1125	320	280x220	7,80	0,060	0,468	0,468
2 a 3	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
2 a 4	1035	320	280x220	3,75	0,050	0,188	0,188
4 a 5	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
4 a 6	945	300	280x220	3,75	0,060	0,225	0,225
6 a 7	45	90	100x90	0,50	0,085	0,043	
6 a 8	900	280	280x220	2,50	0,080	0,200	0,200
8 a 9	45	90	100x90	0,50	0,085	0,043	
8 a 10	855	280	280x220	2,50	0,070	0,175	0,175
10 a 11	45	90	100x90	0,50	0,085	0,043	
10 a 12	810	280	280x220	10,00	0,065	0,650	0,650
12 a 13	45	90	100x90	0,50	0,085	0,043	
12 a 14	765	280	280x220	2,50	0,053	0,055	0,055
14 a 15	45	90	100x90	0,50	0,085	0,043	
14 a 16	720	260	250x220	2,50	0,075	0,188	0,188
16 a 17	45	90	100x90	0,50	0,085	0,043	
16 a 18	675	260	250x220	5,00	0,067	0,335	0,335
18 a 19	45	90	100x90	0,50	0,085	0,043	
18 a 20	630	260	250x220	2,10	0,060	0,126	0,126
20 a 21	135	140	140x120	0,50	0,070	0,035	
20 a 22	495	220	220x180	7,50	0,085	0,638	0,638
22 a 23	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
22 a 24	405	220	220x180	3,75	0,058	0,218	0,218
24 a 25	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
24 a 26	315	200	200x170	3,75	0,060	0,225	0,225
26 a 27	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
26 a 28	225	170	170x160	5,94	0,070	0,416	0,416
2 a 29	450	220	220x180	12,81	0,070	0,897	
29 a 30	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
29 a 31	360	200	200x170	6,25	0,075	0,469	
31 a 32	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
31 a 33	270	180	190x160	2,50	0,070	0,175	
33 a 34	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
33 a 35	180	160	140x120	5,00	0,063	0,313	
35 a 36	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
35 a 37	90	120	120x100	2,50	0,070	0,175	
Subtotal						4,7448	
Pérdida en difusión						3,1	
Coef. Seg. %						10%	
TOTAL						8,63	

- **Conducto exterior planta baja:**

Conducto							
Tramo	Q (m3/h)	Ø eq (mm)	a x b (mm x mm)	Longitud (m)	Perd unitarias (mm.c.a./m)	Pérd. en el tramo (mm.c.a)	Pérd. tramo ventilador (mm.c.a)
0' a 1	1845	380	370x320	16,00	0,060	0,060	0,060
1 a 2	675	260	250x220	14,06	0,067	0,942	0,942
2 a 3	67,5	110	110x100	0,50	0,065	0,033	
2 a 4	607,5	240	240x200	3,13	0,080	0,250	0,250
4 a 5	67,5	110	110x100	0,50	0,065	0,033	
4 a 6	540	240	240x200	3,13	0,065	0,203	0,203
6 a 7	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
6 a 8	450	220	220x180	3,13	0,070	0,219	0,219
8 a 9	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
8 a 10	360	200	200x170	3,13	0,075	0,235	0,235
10 a 11	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
10 a 12	270	180	190x160	3,13	0,070	0,219	0,219
12 a 13	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
12 a 14	180	160	140x120	3,13	0,063	0,196	0,196
14 a 15	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
14 a 16	90	120	120x100	5,00	0,070	0,350	0,350
16 a 17	45	90	100x90	0,50	0,085	0,085	
16 a 18	45	90	100x90	3,13	0,085	0,085	0,085
1 a 19	1170	320	200x280	15,63	0,067	0,067	
19 a 20	135	140	140x120	1,41	0,065	0,065	
20 a 21	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
20 a 22	45	90	100x90	2,19	0,085	0,186	
19 a 23	1035	300	300x240	4,44	0,050	0,070	
23 a 24	180	160	140x120	0,50	0,063	0,032	
23 a 25	855	280	280x220	3,75	0,070	0,263	
25 a 26	90	120	120x100	1,25	0,070	0,088	
26 a 27	45	90	100x90	0,50	0,030	0,015	
26 a 28	45	90	100x90	2,81	0,035	0,098	
28 a 29	22,5	80	90x80	0,50	0,040	0,020	
28 a 30	22,5	80	90x80	0,63	0,040	0,025	
25 a 31	765	280	280x220	1,88	0,053	0,099	
31 a 32	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
31 a 33	675	260	250x220	1,25	0,067	0,084	
33 a 34	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
33 a 35	585	240	240x200	2,34	0,070	0,164	
35 a 36	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
35 a 37	495	220	220x180	1,41	0,085	0,120	
37 a 38	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
37 a 39	405	220	220x180	1,56	0,058	0,090	
39 a 40	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
39 a 41	315	200	200x170	1,56	0,060	0,094	
41 a 42	90	120	120x100	0,50	0,070	0,035	
41 a 43	225	170	170x160	3,13	0,070	0,219	
43 a 44	112,5	130	130x110	0,50	0,070	0,035	
43 a 45	112,5	130	130x110	1,56	0,070	0,109	
Subtotal							2,759
Pérdida en difusión							3,1
Coef. Seg. %							10%
TOTAL							6,45

6.4 Tablas de cálculo de pérdida de carga por rozamiento en las tuberías

- **Circuito secundario de agua fría planta primera**

Tuberías							
TRAMO	Q (l/h)	DN (mm)	Perd. (mm.c.a./m)	V (m/s)	L (m)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. tramo bomba (mm.c.a.)
0 a 1	6945	65	6	0,53	44,44	266,64	266,64
1 a 2	4823	50	11	0,62	7,80	85,80	85,80
2 a 3	419	25	3	0,21	0,50	1,50	
2 a 4	4404	50	10	0,59	3,75	37,50	37,50
4 a 5	419	25	3	0,21	0,50	1,50	
4 a 6	3985	50	8	0,52	3,75	30,00	30,00
6 a 7	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
6 a 8	3817	50	7	0,48	2,50	17,50	17,50
8 a 9	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
8 a 10	3649	50	7	0,48	2,50	17,50	17,50
10 a 11	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
10 a 12	3481	50	6	0,44	10,00	60,00	60,00
12 a 13	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
12 a 14	3313	50	6	0,44	2,50	15,00	15,00
14 a 15	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
14 a 16	3145	50	5	0,4	2,50	12,50	12,50
16 a 17	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
16 a 18	2977	50	5	0,4	5,00	25,00	25,00
18 a 19	168	15	9	0,24	0,50	4,50	
18 a 20	2809	50	4	0,35	2,10	8,40	8,40
20 a 21	615	25	7	0,3	0,50	3,50	
20 a 22	2194	40	9	0,47	7,50	67,50	67,50
22 a 23	442	25	4	0,24	0,50	2,00	
22 a 24	1752	40	5	0,36	3,75	18,75	18,75
24 a 25	442	25	4	0,24	0,50	2,00	
24 a 26	1310	32	6	0,36	3,75	22,50	22,50
26 a 27	442	25	4	0,24	0,50	2,00	
26 a 28	868	32	4	0,27	5,94	23,76	23,76
2 a 29	2122	40	8	0,44	12,81	102,48	
29 a 30	454	20	13	0,36	0,50	6,50	
29 a 31	1668	40	5	0,34	6,25	31,25	
31 a 32	417	20	11	0,33	0,50	5,50	
31 a 33	1251	40	3	0,26	2,50	7,50	
33 a 34	417	20	11	0,33	0,50	5,50	
33 a 35	834	25	12	0,41	5,00	60,00	
35 a 36	417	20	11	0,33	0,50	5,50	
35 a 37	417	20	11	0,33	2,50	27,50	
						Pérd. de carga máxima (mm.c.a)	708,35
						% segur.	10,00%
						ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	1,558

- Circuito secundario de agua caliente planta primera

Tuberías							
TRAMO	Q (l/h)	DN (mm)	Perd. (mm.c.a./m)	V (m/s)	L (m)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. tramo bomba (mm.c.a.)
0 a 1	5291,0	50	12	0,67	44,44	533,28	533,28
1 a 2	3275,0	50	5	0,42	7,80	39,00	39,00
2 a 3	368,5	20	8	0,29	0,50	4,00	
2 a 4	2906,5	50	4	0,38	3,75	15,00	15,00
4 a 5	368,5	20	8	0,29	0,50	4,00	
4 a 6	2538,0	40	10	0,52	3,75	37,50	37,50
6 a 7	48,0	10	3	0,12	0,50	1,50	
6 a 8	2490,0	40	10	0,52	2,50	25,00	25,00
8 a 9	48,0	10	3	0,12	0,50	1,50	
8 a 10	2442,0	40	9	0,5	2,50	22,50	22,50
10 a 11	48,0	10	3	0,12	0,50	1,50	
10 a 12	2394,0	40	9	0,5	10,00	90,00	90,00
12 a 13	48,0	10	3	0,12	0,50	1,50	
12 a 14	2346,0	40	9	0,5	2,50	22,50	22,50
14 a 15	48,0	10	3	0,12	0,50	1,50	
14 a 16	2298,0	40	8	0,47	2,50	20,00	20,00
16 a 17	48,0	10	3	0,12	0,50	1,50	
16 a 18	2250,0	40	8	0,47	5,00	40,00	40,00
18 a 19	48,0	10	3	0,12	0,50	1,50	
18 a 20	2202,0	40	8	0,47	2,10	16,80	16,80
20 a 21	512,0	25	5	0,27	0,50	2,50	
20 a 22	1690,0	40	5	0,36	7,50	37,50	37,50
22 a 23	339,0	20	7	0,28	0,50	3,50	
22 a 24	1351,0	40	3	0,28	3,75	11,25	11,25
24 a 25	339,0	20	7	0,28	0,50	3,50	
24 a 26	1012,0	32	4	0,29	3,75	15,00	15,00
26 a 27	339,0	20	7	0,28	0,50	3,50	
26 a 28	673,0	25	7	0,32	5,94	41,58	41,58
2 a 29	2016,0	40	7	0,43	12,81	89,67	
29 a 30	456,0	25	4	0,25	0,50	2,00	
29 a 31	1560,0	40	4	0,32	6,25	25,00	
31 a 32	390,0	20	9	0,31	0,50	4,50	
31 a 33	1170,0	32	5	0,33	2,50	12,50	
33 a 34	390,0	20	9	0,31	0,50	4,50	
33 a 35	780,0	25	10	0,39	5,00	50,00	
35 a 36	390,0	20	9	0,31	0,50	4,50	
35 a 37	390,0	20	9	0,31	2,50	22,50	
						Pérd. de carga máxima (mm.c.a)	966,91
						% segur.	10,00%
						ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	2,127

- Circuito secundario de agua fría planta baja

Tuberías							
TRAMO	Q (l/h)	DN (mm)	Perd. (mm.c.a./m)	V (m/s)	L (m)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. tramo bomba (mm.c.a.)
0 a 1	12274	80	8	0,69	51,12	408,96	408,96
1 a 2	1902	40	7	0,41	14,06	98,42	
2 a 3	203,5	20	3	0,16	0,50	1,50	
2 a 4	1698,5	40	6	0,37	3,13	18,78	
4 a 5	203,5	20	3	0,16	0,50	1,50	
4 a 6	1495	40	5	0,34	3,13	15,65	
6 a 7	235	20	4	0,19	0,50	2,00	
6 a 8	1260	40	3	0,26	3,13	9,39	
8 a 9	235	20	4	0,19	0,50	2,00	
8 a 10	1025	32	5	0,31	3,13	15,65	
10 a 11	235	20	4	0,19	0,50	2,00	
10 a 12	790	32	3	0,23	3,13	9,39	
12 a 13	235	20	4	0,19	0,50	2,00	
12 a 14	555	25	6	0,28	3,13	18,78	
14 a 15	235	20	4	0,19	0,50	2,00	
14 a 16	320	20	7	0,26	5,00	35,00	
16 a 17	160	20	3	0,16	0,50	1,50	
16 a 18	160	20	3	0,16	3,13	9,39	
1 a 19	10372	80	6	0,59	15,63	93,78	93,78
19 a 20	1244	32	7	0,37	1,41	9,87	
20 a 21	252	20	5	0,21	0,50	2,50	
20 a 22	992	32	4	0,27	2,19	8,76	
19 a 23	9128	80	5	0,54	4,44	22,20	22,20
23 a 24	1107	32	5	0,31	0,50	2,50	
23 a 25	8021	80	4	0,48	3,75	15,00	15,00
25 a 26	1518	40	5	0,34	1,25	6,25	
26 a 27	169	20	3	0,16	0,50	1,50	
26 a 28	1349	40	4	0,3	2,81	11,24	
28 a 29	674,5	25	8	0,33	0,50	4,00	
28 a 30	674,5	25	8	0,33	0,63	5,04	
25 a 31	6503	65	6	0,53	1,88	11,27	11,27
31 a 32	731,5	25	10	0,37	0,50	5,00	
31 a 33	5771,5	65	5	0,48	1,25	6,26	6,26
33 a 34	731,5	25	10	0,37	0,50	5,00	
33 a 35	5040	65	4	0,42	2,34	9,36	9,36
35 a 36	731,5	25	10	0,37	0,50	5,00	
35 a 37	4308,5	50	9	0,55	1,41	12,69	12,69
37 a 38	731,5	25	10	0,37	0,50	5,00	
37 a 39	3577	50	7	0,48	1,56	10,92	10,92
39 a 40	734,5	25	10	0,37	0,50	5,00	
39 a 41	2842,5	50	5	0,4	1,56	7,80	7,80
41 a 42	734,5	25	10	0,37	0,50	5,00	
41 a 43	2108	40	8	0,44	3,13	25,04	25,04
43 a 44	1054	32	6	0,34	0,50	3,00	
43 a 45	1054	32	6	0,34	1,56	9,36	9,36
Pérd. de carga máxima (mm.c.a)							632,64
% segur.							10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)							1,392

- Circuito secundario de agua caliente planta baja

Tuberías									
TRAMO	Q (l/h)	DN (mm)	Perd. (mm.c.a./m)	V (m/s)	L (m)	Tot acces.	Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. tramo bomba (mm.c.a.)
0 a 1	4842	65	3	0,39	51,12	0	0	153,36	153,36
1 a 2	1123	32	5	0,33	14,06	0	0	70,30	70,30
2 a 3	118	15	4	0,17	0,50	0	0	2,00	
2 a 4	1005	32	4	0,29	3,13	0	0	12,52	12,52
4 a 5	118	15	4	0,17	0,50	0	0	2,00	
4 a 6	887	32	3	0,25	3,13	0	0	9,39	9,39
6 a 7	143	15	6	0,2	0,50	0	0	3,00	
6 a 8	744	25	9	0,37	3,13	0	0	28,17	28,17
8 a 9	143	15	6	0,2	0,50	0	0	3,00	
8 a 10	601	25	6	0,3	3,13	0	0	18,78	18,78
10 a 11	143	15	6	0,2	0,50	0	0	3,00	
10 a 12	458	25	4	0,24	3,13	0	0	12,52	12,52
12 a 13	143	15	6	0,2	0,50	0	0	3,00	
12 a 14	315	20	6	0,26	3,13	0	0	18,78	18,78
14 a 15	143	15	6	0,2	0,50	0	0	3,00	
14 a 16	172	15	8	0,24	5,00	0	0	40,00	40,00
16 a 17	86	10	8	0,2	0,50	0	0	4,00	
16 a 18	86	10	8	0,2	3,13	0	0	25,04	25,04
1 a 19	3719	50	6	0,47	15,63	0	0	93,78	
19 a 20	443	25	4	0,24	1,41	0	0	5,64	
20 a 21	149	15	7	0,22	0,50	0	0	3,50	
20 a 22	294	20	5	0,23	2,19	0	0	10,95	
19 a 23	3276	50	5	0,42	4,44	0	0	22,20	
23 a 24	448	25	4	0,24	0,50	0	0	2,00	
23 a 25	2828	50	4	0,38	3,75	0	0	15,00	
25 a 26	475	25	4	0,24	1,25	0	0	5,00	
26 a 27	90	10	9	0,21	0,50	0	0	4,50	
26 a 28	385	20	8	0,29	2,81	0	0	22,48	
28 a 29	192,5	15	10	0,27	0,50	0	0	5,00	
28 a 30	192,5	15	10	0,27	0,63	0	0	6,30	
25 a 31	2353	40	9	0,5	1,88	0	0	16,90	
31 a 32	268	20	4	0,2	0,50	0	0	2,00	
31 a 33	2085	40	7	0,43	1,25	0	0	8,76	
33 a 34	268	20	4	0,2	0,50	0	0	2,00	
33 a 35	1817	40	6	0,4	2,34	0	0	14,04	
35 a 36	268	20	4	0,2	0,50	0	0	2,00	
35 a 37	1549	40	4	0,32	1,41	0	0	5,64	
37 a 38	268	20	4	0,2	0,50	0	0	2,00	
37 a 39	1281	32	6	0,36	1,56	0	0	9,36	
39 a 40	268	20	4	0,2	0,50	0	0	2,00	
39 a 41	1013	32	4	0,29	1,56	0	0	6,24	
41 a 42	268	20	4	0,2	0,50	0	0	2,00	
41 a 43	745	25	9	0,37	3,13	0	0	28,17	
43 a 44	372,5	20	8	0,29	0,50	0	0	4,00	
43 a 45	372,5	20	8	0,29	1,56	0	0	12,48	
								Pérd. de carga máxima (mm.c.a)	388,86
								% segur.	10,00%
								ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA	0,855

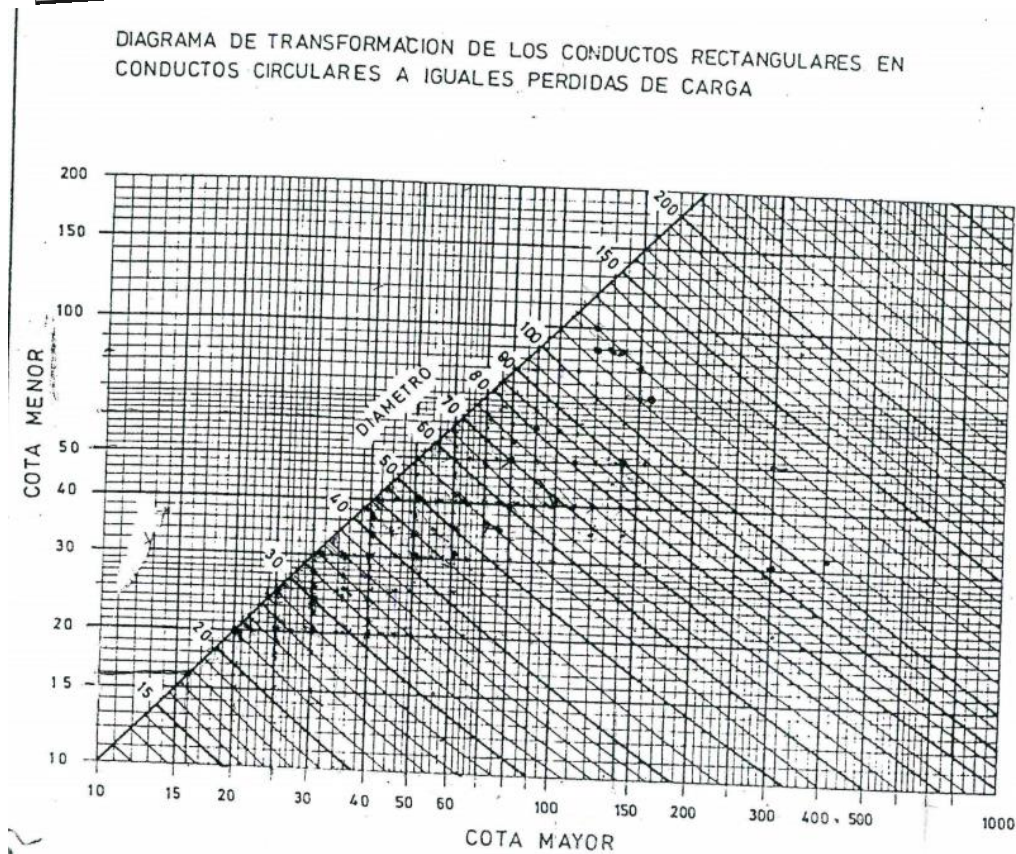
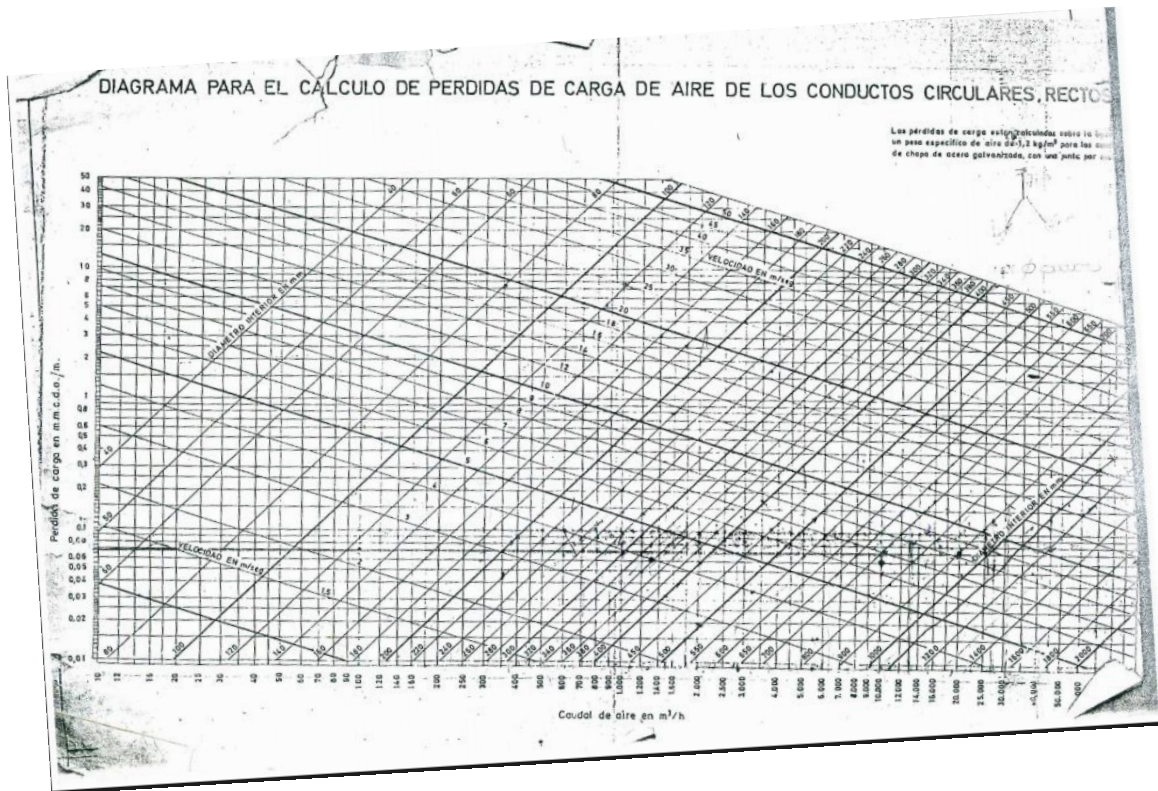
- Circuito secundario de agua fría cubierta

Tuberías							
TRAMO	Q (l/h)	DN (mm)	Perd. (mm.c.a./m)	V (m/s)	L (m)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. tramo bomba (mm.c.a.)
0 a 1	210221,2	250	5	1,16	2,00	10,00	10,00
1 a 2	24284,2	100	8	0,83	4,38	35,00	
1 a 3	185937	250	4	1,04	6,56	26,25	26,25
3 a 4	31864,8	100	13	1,06	5,63	73,13	
3 a 5	154072,2	200	8	1,27	12,50	100,00	100,00
5 a 6	77184,3	150	10	1,18	26,25	262,50	262,50
6 a 7	4810,6	50	11	0,62	4,69	51,56	
6 a 8	72373,7	150	9	1,12	22,19	199,69	199,69
8 a 9	36443,3	125	6	0,82	3,75	22,50	
8 a 10	35930,4	125	6	0,82	4,06	24,38	24,38
5 a 11	76887,9	150	10	1,18	20,00	200,00	
11 a 12	4514,2	50	10	0,59	4,38	43,75	
11 a 13	72373,7	150	9	1,12	21,88	196,88	
13 a 14	36443,3	125	6	0,82	7,81	46,88	
14 a 15	35930,4	125	6	0,82	11,56	69,38	
Pérd. de carga máxima (mm.c.a)							622,81
% segur.							10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)							1,370

- Circuito secundario de agua caliente cubierta

Tuberías							
TRAMO	Q (l/h)	DN (mm)	Perd. (mm.c.a./m)	V (m/s)	L (m)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. tramo bomba (mm.c.a.)
0 a 1	83521,48	150	11	1,29	2,00	22,00	22,00
1 a 2	14734,21	80	10	0,81	4,38	43,75	
1 a 3	68787,27	150	7	1,03	6,56	45,94	45,94
3 a 4	9994,294	80	5	0,56	5,63	28,13	
3 a 5	58792,97	150	6	0,93	12,50	75,00	75,00
5 a 6	29393,08	125	4	0,68	26,25	105,00	
6 a 7	1512,31	40	4	0,32	4,69	18,75	
6 a 8	27880,77	125	3	0,59	22,19	66,56	
8 a 9	11377,44	80	6	0,62	3,75	22,50	
8 a 10	16503,34	80	13	0,93	4,06	52,81	
5 a 11	29399,89	125	4	0,68	20,00	80,00	80,00
11 a 12	1519,118	40	4	0,32	4,38	17,50	
11 a 13	27880,77	125	3	0,59	21,88	65,63	65,63
13 a 14	11377,44	80	6	0,62	3,75	22,50	
14 a 15	16503,34	80	13	0,93	11,56	150,31	150,31
Pérd. de carga máxima (mm.c.a)							438,88
% segur.							10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA							0,966

6.5 Gráficos de cálculo de conductos



6.6 Tablas de cálculo de tuberías de acero

• Tuberías de agua fría:

Ø nominal Ø interior	DIN 2448																DIN 2448																Ø nominal Ø interior	pulgadas mm
	CAUDAL EN L/H																CAUDAL EN L/H																	
	VELOCIDAD EN M/S																VELOCIDAD EN M/S																	
10	12.5	16	21.6	27.2	35.9	41.8	53	68.8	80.8	105.3	130	156.4	207.3	260.4	309.7	343.450	481.682	664.595	892.507	1.196.183	1.495.148	1.816.629	2.269.850	2.890.807	3.174.543	3	75							
15	19	25	32	40	50	65	80	105	130	165	200	250	300	350	390	540	720	990	1.320	1.740	2.280	2.970	3.735	4.575	4	100								
20	25	32	40	50	65	80	105	130	165	200	250	300	350	390	540	720	990	1.320	1.740	2.280	2.970	3.735	4.575	5	125									
25	32	40	50	65	80	105	130	165	200	250	300	350	390	540	720	990	1.320	1.740	2.280	2.970	3.735	4.575	5	150										
30	38	48	60	75	95	120	150	190	240	300	360	420	480	660	840	1.100	1.400	1.900	2.500	3.200	4.100	5.200	6.500	8	200									
35	45	56	70	88	110	140	180	230	290	360	420	480	540	750	940	1.200	1.500	2.000	2.600	3.300	4.200	5.300	6.600	8	225									
40	50	63	78	98	125	160	200	260	330	400	480	560	640	880	1.100	1.400	1.900	2.500	3.200	4.100	5.200	6.500	8	250										
45	56	70	88	110	140	180	230	290	360	420	480	540	600	820	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7.200	9	300									
50	63	78	98	125	160	200	260	330	400	480	560	640	720	980	1.200	1.500	2.000	2.600	3.300	4.200	5.300	6.600	8	325										
55	70	88	110	140	180	230	290	360	420	480	540	600	660	900	1.100	1.400	1.900	2.500	3.200	4.100	5.200	6.500	8	350										
60	75	95	120	150	190	240	300	360	420	480	540	600	660	900	1.100	1.400	1.900	2.500	3.200	4.100	5.200	6.500	8	375										
65	80	100	125	160	200	260	330	400	480	560	640	720	800	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7.200	8	400										
70	88	110	140	180	230	290	360	420	480	540	600	660	720	980	1.200	1.500	2.000	2.600	3.300	4.200	5.300	6.600	8	425										
75	95	120	150	190	240	300	360	420	480	540	600	660	720	980	1.200	1.500	2.000	2.600	3.300	4.200	5.300	6.600	8	450										
80	100	125	160	200	260	330	400	480	560	640	720	800	880	1.100	1.400	1.900	2.500	3.200	4.100	5.200	6.500	8	475											
85	105	130	165	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	850	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	500										
90	110	140	180	230	290	360	420	480	540	600	660	720	780	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	525											
95	115	145	185	235	295	365	425	485	545	605	665	725	785	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	550											
100	120	150	190	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	575											
105	125	155	195	245	305	365	425	485	545	605	665	725	785	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	600											
110	130	160	200	250	310	370	430	490	550	610	670	730	790	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	625											
115	135	165	205	255	315	375	435	495	555	615	675	735	795	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	650											
120	140	170	210	260	320	380	440	500	560	620	680	740	800	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	675											
125	145	175	215	265	325	385	445	505	565	625	685	745	805	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	700											
130	150	180	220	270	330	390	450	510	570	630	690	750	810	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	725											
135	155	185	225	275	335	395	455	515	575	635	695	755	815	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	750											
140	160	190	230	280	340	400	460	520	580	640	700	760	820	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	775											
145	165	195	235	285	345	405	465	525	585	645	705	765	825	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	800											
150	170	200	240	290	350	410	470	530	590	650	710	770	830	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	825											
155	175	205	245	295	355	415	475	535	595	655	715	775	835	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	850											
160	180	210	250	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	875											
165	185	215	255	305	365	425	485	545	605	665	725	785	845	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	900											
170	190	220	260	310	370	430	490	550	610	670	730	790	850	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	925											
175	195	225	265	315	375	435	495	555	615	675	735	795	855	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	950											
180	200	230	270	320	380	440	500	560	620	680	740	800	860	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	975											
185	205	235	275	325	385	445	505	565	625	685	745	805	865	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1000											
190	210	240	280	330	390	450	510	570	630	690	750	810	870	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1025											
195	215	245	285	335	395	455	515	575	635	695	755	815	875	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1050											
200	220	250	290	340	400	460	520	580	640	700	760	820	880	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1075											
205	225	255	295	345	405	465	525	585	645	705	765	825	885	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1100											
210	230	260	300	350	410	470	530	590	650	710	770	830	890	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1125											
215	235	265	305	355	415	475	535	595	655	715	775	835	895	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1150											
220	240	270	310	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1175											
225	245	275	315	365	425	485	545	605	665	725	785	845	905	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1200											
230	250	280	320	370	430	490	550	610	670	730	790	850	910	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1225											
235	255	285	325	375	435	495	555	615	675	735	795	855	915	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1250											
240	260	290	330	380	440	500	560	620	680	740	800	860	920	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1275											
245	265	295	335	385	445	505	565	625	685	745	805	865	925	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1300											
250	270	300	340	390	450	510	570	630	690	750	810	870	930	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.800	7	1325											
255	275	305	345	395	455	515	575	635	695	755	815	875	935	1.000	1.300	1.700	2.200	2.800	3.600	4.600	5.80													

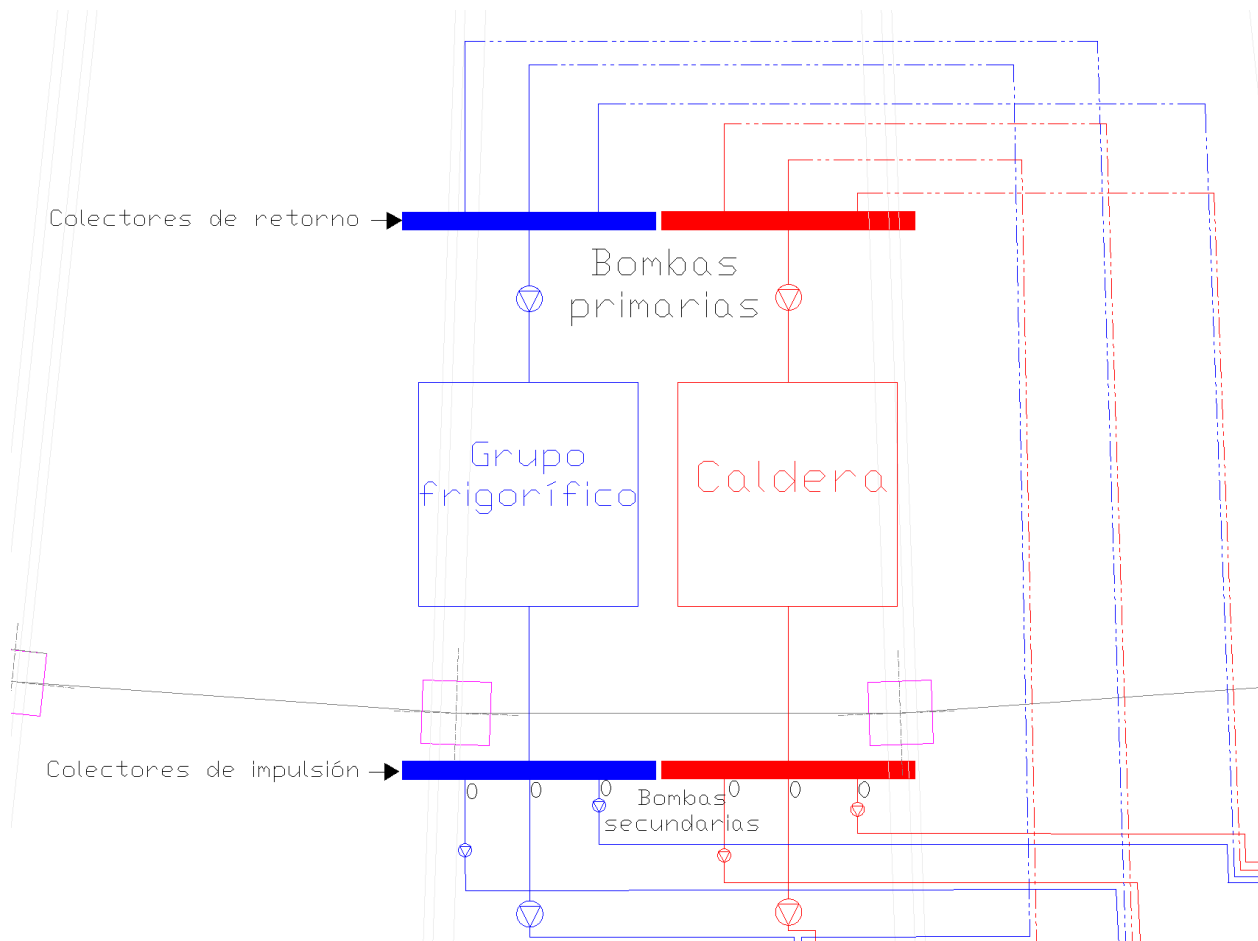
• **Tuberías de agua caliente:**

Ø nominal	puigadas	DIN 2440												DIN 2448							
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	
Ø interior	mm	12.5	16	21.6	27.2	35.9	41.8	53	68.8	80.8	106.3	130	155.4	207.3	260.4	309.7	339.8	400	450	500	
Perdida de carga en mm.c.a. / m		CAUDAL EN L/H																			
		VELOCIDAD EN M/S																			
3	52	101	229	420	908	1.369	2.604	5.180	7.891	15.924	28.150	45.040	97.320	176.820	280.679	353.408	510.901	685.049	892.507		
	0.12	0.14	0.17	0.21	0.25	0.28	0.33	0.39	0.43	0.51	0.59	0.66	0.80	0.92	1.03	1.08	1.20	1.27	1.34		
4	61	120	268	502	1.064	1.581	3.006	5.982	9.292	18.783	32.524	52.008	112.376	204.182	324.100	408.800	589.938	791.026	1.030.579		
	0.14	0.17	0.20	0.24	0.29	0.32	0.38	0.45	0.50	0.60	0.68	0.78	0.92	1.06	1.20	1.25	1.38	1.48	1.54		
5	68	134	303	569	1.190	1.796	3.361	6.815	10.390	21.000	36.362	58.146	125.640	228.282	362.359	456.247	659.070	884.994	1.152.222		
	0.15	0.18	0.23	0.27	0.33	0.36	0.42	0.51	0.56	0.67	0.78	0.85	1.03	1.19	1.34	1.40	1.54	1.64	1.71		
6	70	148	337	624	1.324	1.967	3.747	7.466	11.380	23.004	39.833	63.690	137.631	250.070	396.940	499.794	722.523	968.805	1.303.590		
	0.17	0.20	0.25	0.30	0.36	0.40	0.47	0.56	0.62	0.73	0.83	0.93	1.13	1.30	1.45	1.53	1.69	1.79	1.85		
7	82	162	364	674	1.430	2.125	4.047	8.064	12.292	24.847	43.025	70.499	148.055	270.107	428.744	539.839	780.414	1.046.429	1.408.038		
	0.19	0.22	0.28	0.32	0.39	0.43	0.51	0.60	0.67	0.79	0.90	1.03	1.22	1.41	1.58	1.66	1.83	1.94	2.11		
8	86	173	389	730	1.528	2.309	4.327	8.621	13.141	26.563	47.078	75.366	158.923	288.756	458.347	577.112	834.298	1.118.680	1.505.256		
	0.20	0.24	0.29	0.35	0.42	0.47	0.54	0.64	0.71	0.85	0.96	1.10	1.31	1.51	1.69	1.77	1.95	2.07	2.25		
9	94	183	412	775	1.621	2.449	4.589	9.144	13.938	28.174	49.933	79.938	168.563	306.272	486.150	612.120	884.906	1.186.539	1.596.565		
	0.21	0.25	0.31	0.37	0.44	0.50	0.58	0.68	0.76	0.90	1.04	1.17	1.39	1.60	1.79	1.88	2.07	2.20	2.39		
10	100	195	440	816	1.709	2.582	4.838	9.638	14.995	29.698	52.634	84.262	177.681	322.836	512.447	645.231	932.773	1.250.722	1.682.928		
	0.23	0.27	0.33	0.39	0.47	0.52	0.61	0.72	0.81	0.95	1.10	1.23	1.45	1.68	1.89	1.98	2.18	2.31	2.52		
11	105	205	462	856	1.792	2.708	5.074	10.109	15.727	31.148	55.203	88.375	186.354	338.597	537.454	676.724	978.301	1.311.768	1.765.065		
	0.24	0.28	0.35	0.41	0.49	0.55	0.64	0.76	0.85	0.99	1.14	1.29	1.53	1.77	1.98	2.08	2.28	2.43	2.64		
12	108	214	482	894	1.902	2.828	5.299	10.558	16.426	32.533	57.658	92.305	194.642	353.653	561.358	706.815	1.021.802	1.370.097	1.843.555		
	0.25	0.30	0.37	0.43	0.52	0.57	0.67	0.79	0.89	1.04	1.21	1.35	1.60	1.84	2.07	2.17	2.38	2.54	2.78		
13	115	223	502	931	1.979	2.944	5.516	10.969	17.097	33.861	60.122	96.074	202.588	368.094	584.279	735.676	1.063.525	1.426.043	1.918.833		
	0.26	0.31	0.38	0.44	0.54	0.60	0.69	0.82	0.93	1.08	1.26	1.41	1.67	1.92	2.15	2.26	2.49	2.64	2.87		
14	119	231	521	980	2.054	3.055	5.724	11.630	17.742	35.929	62.278	98.700	210.232	381.989	606.335	763.448	1.103.672	1.479.874	1.991.267		
	0.27	0.32	0.39	0.47	0.56	0.62	0.72	0.87	0.96	1.15	1.30	1.48	1.73	1.99	2.24	2.34	2.58	2.74	2.98		
15	124	242	547	1.014	2.126	3.162	5.925	12.008	18.365	37.190	64.464	103.200	217.614	395.308	627.617	790.243	1.142.409	1.531.615	2.061.157		
	0.28	0.33	0.41	0.48	0.58	0.64	0.75	0.90	0.99	1.19	1.35	1.51	1.79	2.06	2.31	2.42	2.67	2.83	3.09		
16	128	250	564	1.048	2.196	3.266	6.231	12.433	18.967	38.410	66.578	106.584	224.751	408.363	648.200	816.160	1.179.875	1.582.052	2.128.754		
	0.29	0.35	0.43	0.50	0.60	0.66	0.78	0.93	1.03	1.23	1.39	1.56	1.85	2.13	2.39	2.50	2.76	2.93	3.19		
17	132	258	582	1.080	2.264	3.366	6.423	12.816	19.551	39.592	68.627	109.865	231.668	420.931	668.149	841.278	1.216.187	1.630.742	2.194.269		
	0.30	0.36	0.44	0.52	0.62	0.68	0.81	0.96	1.06	1.26	1.44	1.61	1.91	2.20	2.46	2.58	2.85	3.02	3.29		
18	137	265	599	1.111	2.329	3.464	6.609	13.187	20.118	40.740	70.616	113.050	238.389	433.135	687.520	865.668	1.251.447	1.678.020	2.257.864		
	0.31	0.37	0.45	0.53	0.64	0.70	0.83	0.99	1.09	1.30	1.48	1.66	1.96	2.26	2.54	2.65	2.93	3.10	3.38		
19	141	273	615	1.142	2.393	3.559	6.791	13.549	20.669	41.856	72.551	116.147	244.917	445.003	706.359	889.389	1.285.735	1.724.001	2.319.756		
	0.32	0.38	0.47	0.55	0.66	0.72	0.85	1.01	1.12	1.34	1.52	1.70	2.00	2.30	2.60	2.73	3.01	3.19	3.47		
20	144	280	631	1.171	2.455	3.713	6.967	13.901	21.206	42.943	74.436	119.165	251.275	456.564	724.710	912.494	1.319.141	1.768.788	2.380.019		
	0.33	0.39	0.48	0.56	0.67	0.73	0.86	1.04	1.15	1.37	1.56	1.75	2.07	2.38	2.67	2.80	3.09	3.27	3.55		
21	148	287	647	1.200	2.516	3.805	7.139	14.244	21.730	44.004	76.274	122.108	257.485	467.838	742.600	935.028	1.351.717	1.812.468	2.438.794		
	0.33	0.40	0.49	0.57	0.69	0.77	0.90	1.08	1.18	1.40	1.60	1.79	2.12	2.44	2.74	2.87	3.16	3.35	3.63		
22	151	293	662	1.229	2.579	3.895	7.307	14.579	22.241	45.039	78.069	124.981	263.544	478.848	760.062	957.032	1.383.526	1.855.121	2.496.183		
	0.34	0.41	0.50	0.58	0.71	0.79	0.92	1.09	1.20	1.44	1.63	1.83	2.17	2.50	2.80	2.93	3.24	3.43	3.74		
23	155	304	677	1.256	2.633	3.982	7.471	14.907	22.741	46.052	79.824	127.796	269.467	489.610	777.164	978.541	1.414.621	1.896.814	2.552.286		
	0.35	0.42	0.51	0.60	0.72	0.81	0.94	1.11	1.23	1.47	1.67	1.87	2.22	2.55	2.87	3.00	3.31	3.51	3.82		
24	158	310	691	1.283	2.690	4.068	7.632	15.227	23.230	47.042	81.541	130.538	275.263	500.141	793.880	999.587	1.445.048	1.937.610	2.607.180		
	0.36	0.43	0.52	0.61	0.74	0.82	0.96	1.14	1.26	1.50	1.71	1.91	2.27	2.61	2.93	3.07	3.38	3.59	3.90		
25	161	317	706	1.310	2.745	4.152	7.789	15.541	23.709	48.012	83.222	133.230	280.939	510.454	810.250	1.020.200	1.474.844	1.977.565	2.660.942		
	0.36	0.44	0.53	0.63	0.75	0.84	0.98	1.16	1.28	1.53	1.74	1.95	2.31	2.66	2.99	3.13	3.45	3.66	3.98		
26	166	323	720	1.336	2.799	4.234	7.944	15.849	24.179	48.963	84.870	135.869	286.503	520.563	826.290	1.040.404	1.504.052	2.016.729	2.713.638		
	0.38	0.45	0.55	0.64	0.77	0.86	1.00	1.18	1.31	1.56	1.78	1.99	2.36	2.72	3.05	3.19	3.52	3.73	4.06		
27	169	329	743	1.382	2.900	4.315	8.095	16.151	24.639	49.896	86.487	138.457	291.960	530.479	842.038	1.060.223	1.532.703	2.055.146	2.765.332		
	0.38	0.45	0.56	0.66	0.80	0.87	1.02	1.21	1.33	1.59	1.81	2.03	2.40	2.77	3.10	3.25	3.59	3.80	4.14		
28	172	335	757	1.407	2.953	4.394	8.243	16.448	25.091	50.811	88.074	140.998	297.318	540.214	857.488	1.079.678	1.560.828	2.092.858	2.816.077		
	0.39	0.46	0.57	0.67	0.81	0.89	1.04	1.23	1.36	1.62	1.84	2.06	2.45	2.82	3.16	3.31					

6.7 Detalles adicionales de los planos

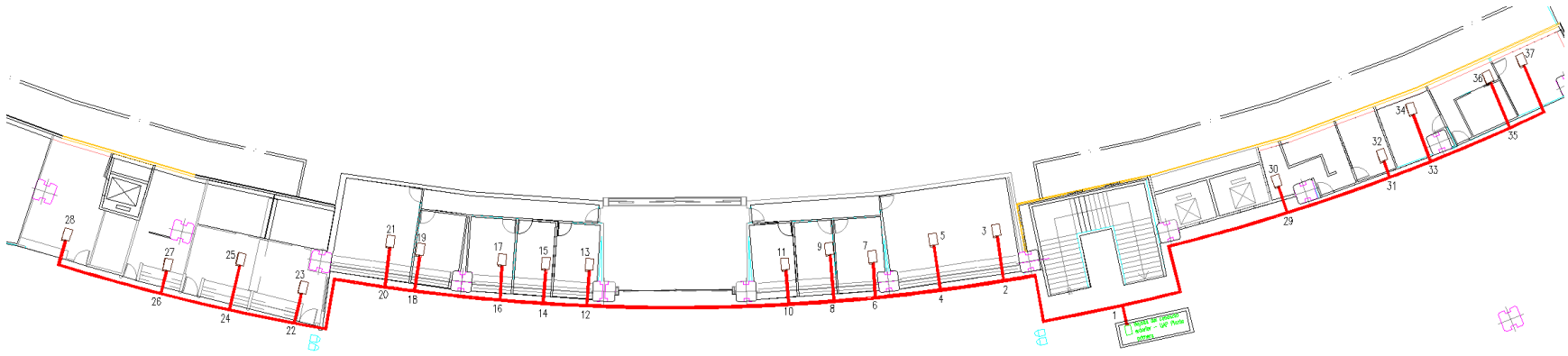
En esta sección, se adjuntan ciertos detalles de interés de los planos donde se aprecia con mayor claridad.

6.7.1 Detalle del circuito primario de la cubierta

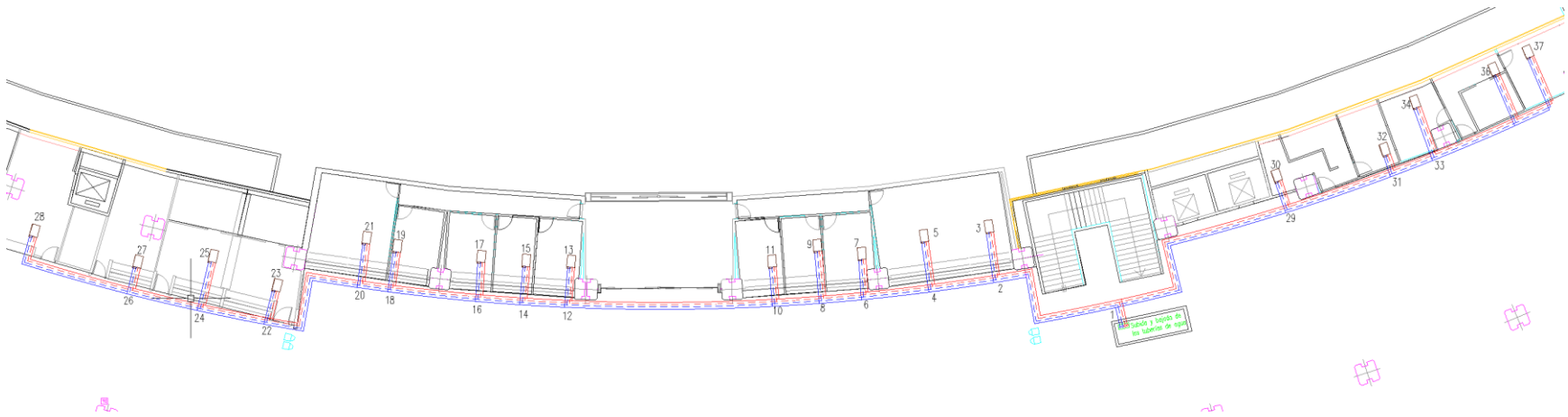


6.7.2 Detalle de los conductos exteriores y tuberías de la planta primera

- Conductos exteriores:



- Tuberías:

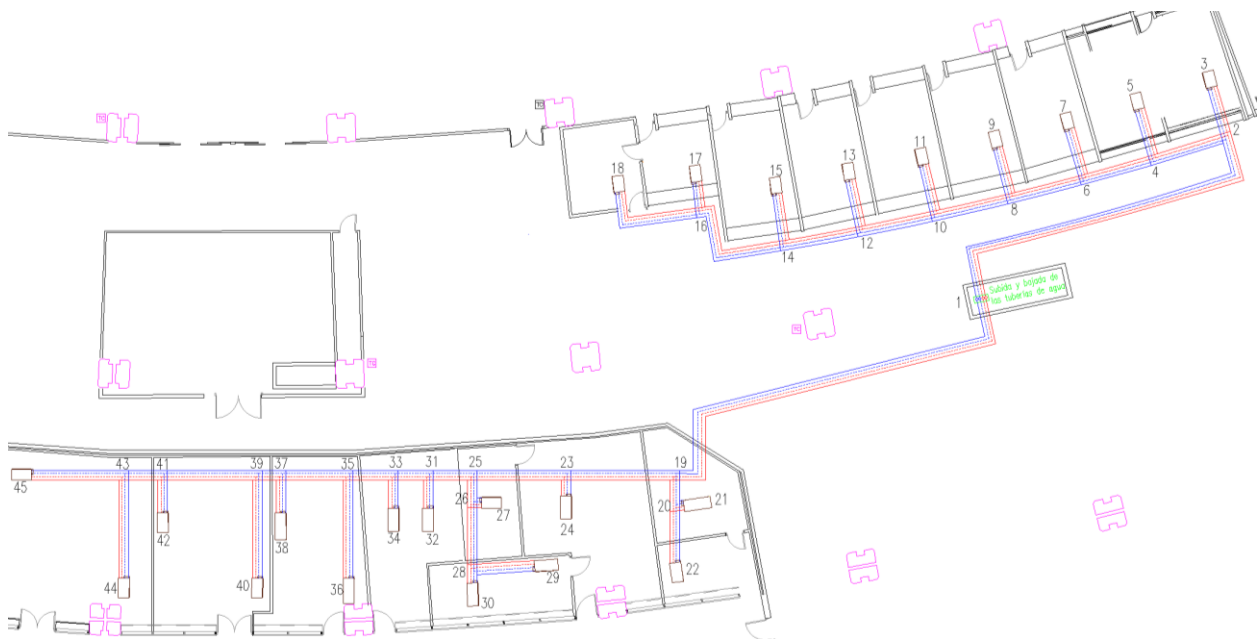


6.7.3 Detalle de los conductos exteriores y tuberías de la planta baja

- Conductos exteriores:



- Tuberías:



6.8 Fichas técnicas

A continuación, se muestran las principales características de las fichas técnicas de los equipos de la instalación. En la bibliografía se han adjuntado los enlaces que permiten acceder a las fichas técnicas y catálogos completos para más información.

6.8.1 Ficha técnica climatizadores UTA

TKM 50 HE

Elevada eficiencia
en el tratamiento del aire



Ejecución EU con certificación EUROVENT

Toda la serie TKM 50 HE EU cuenta con certificación EUROVENT.

Esta certificación permite a las instalaciones garantizar que los equipos en ellas instalados funcionarán en conformidad con las especificaciones manifestadas en su diseño y el coste energético derivado de su funcionamiento se ajusta - en todo momento - con la previsión inicial.

La ejecución EU de la serie TKM 50 HE está íntegramente certificada para caudales de aire hasta 110.000 m³/h y es accesible para selección desde YAHUS EU. Está formada por un bastidor auto-portante de perfiles de aluminio extruido con rotura de puente térmico y pintado, con las esquinas de fundición de aluminio.

Los paneles de cierre son de tipo sándwich con chapa exterior prelacada y chapa interior de acero galvanizado, con aislamiento intermedio de lana mineral de 50 mm de espesor y junta de estanqueidad perimetral. Disponen de rotura de puente térmico entre la tapa y el fondo. Las puertas son de la misma ejecución que los paneles, y están dotadas de bisagras y manecillas de apertura rápida.

Los paneles quedan enrasados con el bastidor - tanto en el interior como en el exterior del equipo - quedando superficies planas que facilitan las labores de limpieza y mantenimiento. Cada módulo va soportado sobre un zócalo formado por perfiles tipo U de chapa de acero galvanizado y laminado en frío.

Clasificación EUROVENT según la norma EN-1886:

- Resistencia de la carcasa (D2)
- Estanqueidad de la carcasa (L1)
- Fuga a través del filtro (F9)
- Transmisión térmica (T2)
- Puente térmico (TB2)

Banda de frecuencia (Hz)							
63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Aislamiento acústico de la carcasa (dB)							
12	17	23	31	32	27	35	46

TROX dentro de su versatilidad posibilita la configuración y fabricación de unidades totalmente personalizadas que no se puedan configurar con YAHUS EU. Y siempre con la misma construcción que asegura la clasificación EN-1886.



La selección de las unidades TKM 50 HE EU, se realiza mediante YAHUS EU by TROX.



Ejemplos de selección de una unidad TKM 50 HE EU certificada por EUROVENT que incorpora recuperador rotativo y con compuerta JZ-B.

6.8.2 Ficha técnica climatizadores UAP

- **Modelos TBS-EC-23**

Serie TBS-EC



TROX[®] TECHNİK

TROX España, S.A.

Teléfono 976/50 0250

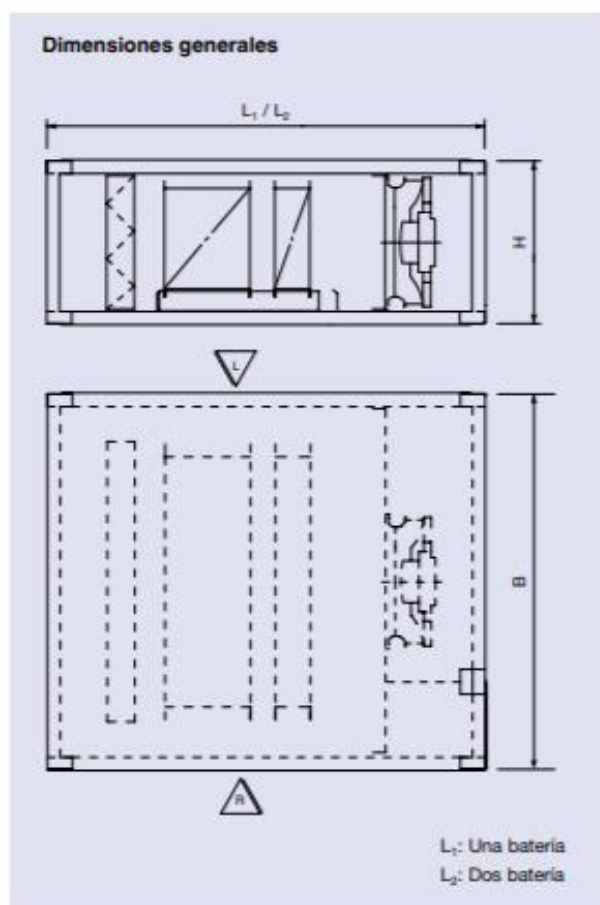
Polígono Industrial La Cartuja
50720 Zaragoza

Telefax 976/50 0904

e-mail trox@trox.es

www.trox.es

Los climatizadores TBS-EC son unidades estándar de tratamiento de aire de baja altura, 475 ó 325 mm, especialmente indicadas para su instalación en falsos techos de alturas reducidas.



El bastidor lo forman perfiles de chapa de acero galvanizado, pintado, con esquinas de aluminio inyectado y con junta de estanqueidad perimetral.

Los paneles de cierre son de tipo sándwich de 25 mm de espesor, formados por dos chapas lisas y aislamiento interior de lana mineral. Dichos paneles se fijan al bastidor mediante tornillos, quedando superficies interiores lisas que permiten una fácil limpieza de los equipos.

Los climatizadores de la serie TBS-EC constan de ventiladores tipo plug-fan, con motor EC incorporado (un ventilador en los tamaños 9 y 23, dos ventiladores en los tamaños 18 y 47 y tres ventiladores en el tamaño 27), baterías de frío y/o calor, filtros planos de eficiencia G3, G4 o M6 desechables, sección de entrada de aire que puede estar formada por una compuerta de regulación, una sección de mezcla de aire con dos compuertas, silenciador en aspiración o una sección de mezcla entre un caudal de retorno y un caudal de ventilación controlado mediante un regulador.

Opcionalmente se pueden suministrar distintas secciones adicionales en la impulsión como silenciadores y/o sección de colectores que permite la conexión a 4 salidas circulares.

También pueden suministrarse distintos tipos de reguladores de velocidad, para ajustar el caudal de los equipos a las necesidades de cada instalación. Así como un completo sistema de control de los equipos.

Carcasa

Bastidor autoportante de perfiles de chapa galvanizada y pintada, con esquinas de aluminio inyectado y junta de estanqueidad perimetral.

Paneles tipo sándwich de 25 mm formados por chapa exterior prelacada de 0,6 mm de espesor y chapa interior galvanizada de 0,5 mm de espesor. Aislamiento interior de lana mineral.

La fijación de los paneles al bastidor se realiza mediante tornillos. En el caso de paneles registrables para inspección y mantenimiento, la fijación al bastidor se realiza mediante pestillos regulables.

Dimensiones													
Serie	Ventilador	B mm	H mm	L ₁ mm	L ₂ mm	L ₃ mm	B ₁ × H ₁ mm	B ₂ × H ₂ mm	B ₃ × H ₃ mm	B ₄ × H ₄ mm	B ₅ × H ₅ mm	ØD	RN - TVR
9	NO	750	325	550	675	300	700 × 275	300 × 210	450 × 210	700 × 275	-	158	100 - 250
	SI			750	875						525 × 275		
18	NO	1.250	325	550	675	400	1.200 × 275	600 × 210	750 × 210	1.200 × 275	-	198	100 - 250
	SI			750	875						1.025 × 275		
23	NO	1.000	475	550	675	400	950 × 425	500 × 210	500 × 345	950 × 425	-	298	100 - 315
	SI			1.000	1.125						775 × 425		
27	NO	1.750	325	550	675	400	1.700 × 275	1.000 × 210	1.000 × 210	1.700 × 275	-	248	100 - 250
	SI			750	875						1.525 × 275		
47	NO	1.800	475	550	675	500	1.750 × 425	1.000 × 210	1.100 × 345	1.750 × 425	-	348	100 - 400
	SI			1.000	1.125						1.575 × 425		

Datos técnicos

Prestaciones baterías de frío

Prestaciones baterías de calor

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

Prestaciones batería de refrigeración - TBS-EC 18								
Q	Ent. Aire	Ent. /Sal	Caudal	Potencia	Sal. Aire	ΔP aire	ΔP Agua	Ø
m ³ /h	°C/% HR	Aguas °C	agua l/h	kW	°C/% HR	Pa	kPa	Colector
4 flías	26/50	7/12	953	5,53	12,4/94	26	10,54	1"
			1.157	6,72	13,3/92	41	15,01	
			1.333	7,74	14,0/91	59	19,40	
6 flías	26/50	7/12	1.487	8,63	14,8/89	80	23,69	1 1/4"
			1.128	6,55	10,6/98	38	5,78	
			1.402	8,14	11,3/97	61	8,57	
6 flías	29/60	7/12	1.644	9,54	11,9/97	89	11,45	1 1/4"
			1.861	10,80	12,4/96	119	14,35	
			1.819	10,56	10,7/99	38	13,76	
6 flías	29/60	7/12	2.283	13,25	11,6/99	60	20,81	1 1/4"
			2.697	15,66	12,4/98	87	28,19	
			3.071	17,83	13,2/97	117	35,71	

Prestaciones batería de refrigeración - TBS-EC 23								
Q	Ent. Aire	Ent. /Sal	Caudal	Potencia	Sal. Aire	ΔP aire	ΔP Agua	Ø
m ³ /h	°C/% HR	Aguas °C	agua l/h	kW	°C/% HR	Pa	kPa	Colector
4 flías	26/50	7/12	1.064	6,18	12,2/95	17	2,89	1 1/4"
			1.405	8,16	13,4/93	34	4,79	
			1.684	9,78	14,3/91	55	8,67	
6 flías	26/50	7/12	1.922	11,16	15,0/89	79	8,49	1 1/4"
			2.230	12,95	11,7/97	82	12,57	
			2.600	15,09	12,4/96	118	16,62	
6 flías	29/60	7/12	2.105	12,22	10,0/100	26	11,31	1 1/4"
			2.932	17,02	11,2/99	50	20,69	
			3.651	21,19	12,2/98	80	30,86	
6 flías	29/60	7/12	4.284	24,87	13,1/98	116	41,32	1 1/4"

Prestaciones batería de refrigeración - TBS-EC 27								
Q	Ent. Aire	Ent. /Sal	Caudal	Potencia	Sal. Aire	ΔP aire	ΔP Agua	Ø
m ³ /h	°C/% HR	Aguas °C	agua l/h	kW	°C/% HR	Pa	kPa	Colector
4 flías	26/50	7/12	1.717	9,97	13,3/92	41	11,50	1 1/4"
			1.894	10,99	13,8/91	53	13,74	
			2.055	11,93	14,3/90	66	15,96	
6 flías	26/50	7/12	2.205	12,80	14,8/89	80	18,13	1 1/2"
			2.102	12,21	11,3/97	61	8,00	
			2.349	13,64	11,7/97	79	9,80	
6 flías	29/60	7/12	2.578	14,97	12,1/96	98	11,80	1 1/2"
			2.791	16,21	12,4/96	119	13,41	
			3.425	19,88	11,6/99	60	19,46	
6 flías	29/60	7/12	3.846	22,33	12,2/98	78	24,05	1 1/2"
			4.239	24,61	12,7/98	97	28,72	
			4.607	26,75	13,2/97	117	33,42	

Prestaciones batería de refrigeración - TBS-EC 47								
Q	Ent. Aire	Ent. /Sal	Caudal	Potencia	Sal. Aire	ΔP aire	ΔP Agua	Ø
m ³ /h	°C/% HR	Aguas °C	agua l/h	kW	°C/% HR	Pa	kPa	Colector
4 flías	26/50	7/12	2.514	14,60	12,8/94	25	4,30	1 1/2"
			2.841	16,49	13,3/93	34	5,39	
			3.137	18,21	13,8/92	44	6,46	
6 flías	26/50	7/12	3.409	19,79	14,2/91	55	7,52	1 1/2"
			3.659	21,24	14,6/90	66	8,57	
			3.891	22,59	14,9/89	79	9,59	
6 flías	29/60	7/12	4.493	26,09	11,7/97	82	13,82	1 1/2"
			4.878	28,32	12,0/96	99	16,06	
			5.240	30,42	12,3/96	118	18,31	
6 flías	29/60	7/12	5.086	29,53	10,5/99	37	17,34	1 1/2"
			5.887	34,18	11,1/99	50	22,67	
			6.635	38,52	11,7/99	65	28,23	
6 flías	29/60	7/12	7.335	42,58	12,2/98	80	33,92	1 1/2"
			7.992	46,40	12,6/98	97	39,71	
			8.612	50,00	13,0/98	116	45,54	

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

Prestaciones batería de calefacción - TBS-EC 18								
Q	Ent. Aire	Ent. /Sal	Caudal	Potencia	Sal. Aire	ΔP aire	ΔP Agua	Ø
m ³ /h	°C	Aguas °C	agua l/h	kW	°C	Pa	kPa	Colector
2 flías	0	85/70	895	15,60	48,0	10	7,28	1"
			1.084	18,88	43,6	16	10,33	
			1.250	21,78	40,2	24	13,39	
2 flías	18	50/45	1.398	24,35	37,4	32	16,44	1"
			970	5,63	36,4	10	8,96	
			1.178	6,84	34,8	15	12,79	
4 flías	0	50/40	1.361	7,90	33,5	22	16,66	1"
			1.526	8,86	32,5	30	20,52	
			1.108	12,86	39,6	20	12,04	
4 flías	18	50/40	1.389	16,12	37,2	33	18,17	1"
			1.643	19,08	35,2	47	24,69	
			1.877	21,79	33,5	64	31,46	

Prestaciones batería de calefacción - TBS-EC 23								
Q	Ent. Aire	Ent. /Sal	Caudal	Potencia	Sal. Aire	ΔP aire	ΔP Agua	Ø
m ³ /h	°C	Aguas °C	agua l/h	kW	°C	Pa	kPa	Colector
1 flía	18	85/70	406	7,06	38,8	3	8,58	3/4"
			524	9,12	35,9	5	13,65	
			608	10,59	33,6	8	17,88	
2 flías	0	85/70	888	11,99	32,1	12	22,43	1"
			1.072	18,67	51,7	7	8,07	
			1.416	24,66	45,5	14	13,43	
2 flías	18	50/45	1.706	29,71	41,1	22	18,88	1"
			1.959	34,12	37,8	31	24,31	
			1.159	6,73	37,8	7	9,92	
4 flías	0	50/45	1.539	8,93	35,6	13	16,63	1 1/4"
			1.859	10,79	33,9	20	23,49	
			2.139	12,42	32,6	29	30,38	
4 flías	18	50/45	2.662	15,46	42,8	14	13,42	1 1/4"
			3.718	21,59	39,8	27	24,76	
			4.655	27,02	37,4	44	37,39	
4 flías	29/60	50/45	5.501	31,93	35,4	63	50,80	1 1/4"

Prestaciones batería de calefacción - TBS-EC 27								
Q	Ent. Aire	Ent. /Sal	Caudal	Potencia	Sal. Aire	ΔP aire	ΔP Agua	Ø
m ³ /h	°C	Aguas °C	agua l/h	kW	°C	Pa	kPa	Colector
1 flía	0	85/70	1.640	28,56	43,9	16	16,46	1"
			1.810	31,53	41,6	21	19,73	
			1.968	34,28	39,5	26	22,99	
2 flías	18	50/45	2.116	36,85	37,8	32	26,25	1"
			1.784	10,36	35,0	15	20,41	
			1.973	11,45	34,1	20	24,53	
4 flías	0	50/40	2.148	12,47	33,3	24	28,67	1 1/4"
			2.312	13,42	32,7	30	32,80	
			2.077	24,12	37,1	33	14,18	
4 flías	18	50/40	2.335	27,11	35,7	42	17,55	1 1/4"
			2.577	29,93	34,5	52	21,02	
			2.807	32,59	33,4	64	24,56	

Prestaciones batería de calefacción - TBS-EC 47								
Q	Ent. Aire	Ent. /Sal	Caudal	Potencia	Sal. Aire	ΔP aire	ΔP Agua	Ø
m ³ /h	°C	Aguas °C	agua l/h	kW	°C	Pa	kPa	Colector
1 flía	18	85/70	936	16,31	37,2	4	10,50	3/4"
			1.048	18,25	35,9	5	12,89	
			1.125	19,60	34,5	7	14,70	
2 flías	0	85/70	1.216	21,17	33,8	8	16,92	1"
			1.299	22,63	32,8	10	19,11	
			1.377	23,96	32,1	12	21,26	
2 flías	18	50/45	2.517	43,84	48,5	10	13,06	1 1/4"
			2.845	49,55	45,7	14	16,35	
			3.148	54,83	43,4	17	19,68	
4 flías	0	85/70	3.428	59,71	41,3	22	23,02	1 1/4"
			3.690	64,28	39,5	26	26,35	
			3.937	68,57	38,0	31	29,67	
4 flías	18	50/45	2.729	15,84	36,7	9	16,08	1 1/2"
			3.092	17,95	35,6	13	20,23	
			3.426	19,89	34,8	16	24,41	
4 flías	0	50/45	3.737	21,69	34,0	20	28,62	1 1/2"
			4.028	23,38	33,3	25	32,83	
			4.302	24,98	32,7	29	37,05	
4 flías	18	50/45	6.424	37,30	41,3	20	21,23	1 1/2"
			7.446	43,29	39,9	27	27,89	
			8.411	48,83	38,6	35	34,92	
4 flías	0	50/45	9.324	54,13	37,5	44	42,24	1 1/2"
			10.191	59,17	36,4	53	49,79	

Datos técnicos

Baterías eléctricas 400V/III/50Hz								
Serie	Potencia (kW) 3,00	Nº de etapas 2	Potencia (kW) 6,75	Nº de etapas 3	Potencia (kW) 9,00	Nº de etapas 3	Potencia (kW) 18,00	Nº de etapas 3
9		x						
18		x		x				
23		x		x		x		
27		x		x		x		
47		x		x		x		x

Pérdida de carga en filtros *													
Tamaño	Q m³/h ΔP Pa	500		700		900							
		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						
Tamaño	Q m³/h ΔP Pa	900		1.200		1.500		1.800					
		Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo		
18	G3	6	78	11	80	16	83	24	87				
	G4	16	83	28	89	44	97	63	107				
	M6	6	103	11	106	18	109	25	113				
Tamaño	Q m³/h ΔP Pa	1.000		1.500		2.000		2.500					
		Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo		
23	G3	5	77	11	80	19	85	30	90				
	G4	13	81	29	89	51	101	80	115				
	M6	5	103	12	106	21	110	32	116				
Tamaño	Q m³/h ΔP Pa	1.800		2.100		2.400		2.700					
		Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo		
27	G3	11	80	14	82	19	84	24	87				
	G4	28	89	38	94	50	100	63	107				
	M6	11	106	15	108	20	110	25	113				
Tamaño	Q m³/h ΔP Pa	2.500		3.000		3.500		4.000		4.500		5.000	
		Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo	Inicial	Cálculo
47	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
	M6	9	105	14	107	18	109	24	112	30	115	38	119

* Según EN 13053, la pérdida de carga de cálculo será la media entre la inicial y la final.

Esta norma establece también las pérdidas de carga finales a considerar, 150 Pa para el G3 y G4 y 200 Pa para el M6.

Pérdida de carga de los silenciadores						
Caudal (m³/h)	500	700	900	1800		
					Aspiración ΔP (Pa)	3
Impulsión ΔP (Pa)	9	18	30			
Caudal (m³/h)	900	1200	1500	2.500		
					Aspiración ΔP (Pa)	1
Impulsión ΔP (Pa)	2	3	5	7		
Caudal (m³/h)	1.000	1.500	2.000	2.500		
					Aspiración ΔP (Pa)	1
Impulsión ΔP (Pa)	2	6	10	16		
Caudal (m³/h)	1.800	2.100	2.400	2.700		
					Aspiración ΔP (Pa)	3
Impulsión ΔP (Pa)	3	5	6	8		
Caudal (m³/h)	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000
Impulsión ΔP (Pa)	2	3	4	6	7	9

Presiones estáticas proporcionadas por los ventiladores						
TBS-EC 9						
Q aire m³/h	500	700	900			
ΔP Estática Pa	455	367	272			
TBS-EC 18						
Q aire m³/h	900	1.200	1.500	1.800		
ΔP Estática Pa	480	407	345	272		
TBS-EC 23						
Q aire m³/h	1.000	1.500	2.000	2.500		
ΔP Estática Pa	745	610	435	190		
TBS-EC 27						
Q aire m³/h	1.800	2.100	2.400	2.700		
ΔP Estática Pa	410	365	325	272		
TBS-EC 47						
Q aire m³/h	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000
ΔP Estática Pa	685	610	530	435	325	190

Para calcular la presión proporcionada por los ventiladores habrá que restar a la presión estática indicada en estas tablas la pérdida de carga de todos los componentes seleccionados para cada unidad.

Datos técnicos · Selección

Ejemplo

Datos dados:

Altura máxima:	400 mm
Silenciador en aspiración:	Si - ubicación en interior
Caudal de aire:	2.400 m ³ /h
Potencia frigorífica:	14 kW
Condiciones de entrada de aire:	26°C / 50% HR
Temperatura entrada/salida de agua:	7°C/12°C
Potencia calorífica:	10 kW
Temperatura de entrada de aire:	18°C
Temperatura de entrada/salida de agua:	50°C/45°C
Presión disponible:	80 Pa

Se pide:

Tamaño
Número de filas
Nivel sonoro, en impulsión y retorno

Dada la altura máxima (400 mm) y el caudal dado 2.400 m³/h elegimos un TBS-EC 27 con altura 325 mm. Y caudal hasta 2.700 m³/h.

Pérdida de carga del silenciador:	5 Pa	(Tabla pág. 6)
Pérdida de carga del filtro M6:	110 Pa	(Tabla pág. 6)
Batería de frío: 6 filas, con pérdida de carga de:	98 Pa	(Tabla pág. 5)
Batería de calor: 2 filas, con pérdida de carga de:	24 Pa	(Tabla pág. 5)
Presión estática proporcionada:	325 Pa	(Tabla pág. 6)
Presión disponible:	325 Pa - 5 Pa - 110 Pa - 98 Pa - 24 Pa = 88 Pa	
Nivel sonoro en impulsión:	71 dB(A)	(Tabla pág. 7)
Nivel sonoro en aspiración:	54 dB(A)	(Tabla pág. 7)
Dimensiones:	1.750 x 325 x 1.375 - B x H x L (mm)	(Tabla pág. 2)

Datos técnicos de ventiladores

Serie	TBS-EC 9	TBS-EC 18	TBS-EC 23	TBS-EC 27	TBS-EC 47
Potencia (W)	168	2 x 168	448	3 x 168	2 x 448
Tensión (V)	230	230	230	230	230
Frecuencia (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Int. Nominal (A)	1,4	2 x 1,4	2,8	3 x 1,4	2 x 2,8
Velocidad de giro (rpm)	3.230	3.230	3.000	3.230	3.000
Grado de protección	IP54	IP54	IP44	IP54	IP44
Tipo de motor	EC	EC	EC	EC	EC
Tª. Máxima (°C)	40	40	40	40	40

Presión sonora TBS-EC¹⁾

Ruido ventilador en impulsión (dB)

Serie	Bandas de frecuencia (Hz)								dB(A)
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	
9	69	57	60	60	61	59	57	55	66
18	72	60	63	63	64	62	60	58	69
23	64	66	71	74	70	67	68	70	77
27	74	62	65	65	66	64	62	60	71
47	67	69	74	77	73	70	71	73	80

Ruido radiado a través de los paneles (dB)

Serie	Bandas de frecuencia (Hz)								dB(A)
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	
9	66	50	51	41	32	30	27	22	44
18	69	53	54	44	35	33	30	25	47
23	61	59	63	54	42	38	38	37	56
27	71	55	56	46	37	35	32	27	49
47	64	62	66	57	45	41	41	40	59

Ruido a través del silenciador de impulsión (dB)

Serie	Bandas de frecuencia (Hz)								dB(A)
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	
9	65	48	49	48	41	33	34	39	49
18	69	55	56	55	49	44	46	48	56
23	61	59	63	63	52	45	50	57	63
27	71	56	57	56	50	44	46	48	58
47	64	64	68	68	58	52	57	63	69

Ruido a través del silenciador en aspiración (dB)

Serie	Bandas de frecuencia (Hz)								dB(A)
	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	
9	62	45	47	45	39	31	33	36	46
18	66	52	53	52	46	41	43	45	53
23	58	56	60	61	50	43	48	54	61
27	68	53	54	53	47	41	43	45	54
47	61	61	65	65	55	49	54	60	66

1) Nivel de presión sonora considerando una absorción del local de 8 dB.

6.8.3 Ficha técnica fan-coils

Fancoils

SERIES FCW / FCCW - 4 tubos (batería 3R+1)

MODELO			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
REFRIGERACIÓN			(**) T entrada agua: 7°C • T salida agua: 12°C • T entrada aire: 27°C d.b. • 19°C w.b.											
Potencia frigorífica total (*)	kW	Máx.	0,81	1,2	2,04	2,33	2,69	3,61	4,39	4,71	5,55	7,55	8,83	11,15
	kW	Med.	0,75	1,10	1,81	1,87	2,43	3,2	3,77	4,36	4,97	6,74	8,48	9,35
	kW	Min.	0,63	1,02	1,35	1,41	1,92	2,57	3,3	3,77	3,07	6,18	6,91	7,62
Potencia frigorífica sensible (*)	kW	Máx.	0,68	1,09	1,56	1,88	2,16	2,83	3,26	3,96	4,35	5,73	6,73	8,40
	kW	Med.	0,61	0,96	1,39	1,49	1,91	2,48	2,77	3,63	3,85	5,05	6,57	7,03
	kW	Min.	0,48	0,87	1,06	1,13	1,50	1,96	2,39	3,15	2,31	4,58	5,27	5,62
Caudal de agua	l/h	Máx.	145	211	357	407	473	634	771	831	975	1.327	1.554	1.950
	l/h	Med.	133	194	316	326	425	559	656	696	875	1.180	1.492	1.641
	l/h	Min.	111	179	239	248	336	447	575	510	542	1.063	1.217	1.334
Pérdida de carga lado agua (*)	kPa	Máx.	0,8	2,1	5,7	8,2	11,0	20,0	50,3	9,4	12,4	25,0	16,8	25,0
	kPa	Med.	0,7	1,7	4,6	5,6	8,8	16,0	36,5	7,1	10,3	20,3	17,9	20,5
	kPa	Min.	0,4	1,5	2,5	3,4	7,4	11,0	29,9	4,0	4,4	17,4	10,9	14,3
CALEFACCIÓN			T entrada agua: 65/55°C • T aire: 20°C											
Potencia térmica (*)	kW	Máx.	1,10	1,67	2,41	2,55	3,08	3,66	4,46	5,03	5,96	7,44	8,92	11,31
	kW	Med.	0,97	1,47	2,16	2,06	2,76	3,31	3,80	4,34	5,32	6,79	8,08	9,11
	kW	Min.	0,75	1,32	1,74	1,65	2,16	2,79	3,29	3,42	3,44	6,34	6,85	7,72
Caudal de agua	l/h	Máx.	97	146	212	224	271	322	392	441	523	653	782	992
	l/h	Med.	85	129	190	181	242	291	333	382	466	596	709	799
	l/h	Min.	66	116	153	145	190	245	290	300	302	558	600	677
Pérdida de carga agua (*)	kPa	Máx.	2,1	5,8	11,5	13,5	23,1	29,2	51,8	16,2	21,8	38,7	33,0	47,1
	kPa	Med.	1,7	4,7	9,6	9,4	18,2	24,1	37,4	12,5	17,8	33,8	27,5	31,5
	kPa	Min.	0,9	3,9	6,1	6,4	11,6	18,3	28,0	8,2	8,3	30,0	20,2	23,2
CALEFACCIÓN			T entrada agua: 50°C • T aire: 20°C											
Potencia térmica	kW	Máx.	1,26	1,89	2,73	2,88	3,49	4,14	5,04	5,68	6,73	8,40	10,08	12,81
	kW	Med.	1,11	1,67	2,45	2,33	3,12	3,75	4,29	4,91	5,99	7,67	9,13	10,29
	kW	Min.	0,86	1,50	1,97	1,86	2,45	3,15	3,71	3,85	3,88	7,16	7,73	8,72
Caudal de agua	l/h	Máx.	111	166	240	253	306	364	442	499	591	738	886	1.125
	l/h	Med.	98	147	215	205	274	329	377	431	527	674	802	904
	l/h	Min.	75	132	173	164	215	276	326	339	341	629	679	766
Pérdida de carga agua	kPa	Máx.	2,6	7,2	13,8	16,3	27,9	35,1	61,4	19,7	26,6	48,6	41,2	58,8
	kPa	Med.	2,1	5,8	11,5	11,3	21,9	28,9	44,3	15,2	21,7	41,4	34,2	39,2
	kPa	Min.	1,1	4,8	7,4	7,7	14,0	22,0	32,8	10,0	10,1	36,6	25,1	28,8
Caudal de aire	m ³ /h	Máx.	216	274	383	429	545	650	672	876	967	1.297	1.911	2.294
	m ³ /h	Med.	180	231	333	326	469	548	549	693	837	1.102	1.633	1.628
	m ³ /h	Min.	128	199	256	249	343	407	463	475	466	978	1.224	1.230
Nivel de potencia sonora (*)	dB(A)	Máx.	45	47	44	47	46	53	53	64	68	59	66	69
	dB(A)	Med.	40	43	40	41	42	48	47	59	64	56	63	63
	dB(A)	Min.	34	39	34	35	35	41	43	52	52	54	58	58
Nivel de presión sonora	dB(A)	Máx.	36	38	35	38	37	44	44	55	59	50	57	60
	dB(A)	Med.	31	34	31	32	33	39	38	50	55	47	54	54
	dB(A)	Min.	25	30	25	26	26	32	34	43	43	45	49	49

(*) Eurovent / (**) Velocidad cableada de fábrica

Unidad estándar a descarga libre: presión estática externa = 0 Pa (consultar con nuestra red comercial para otras presiones disponibles).

Nivel de potencia sonora = EN 16583-2015

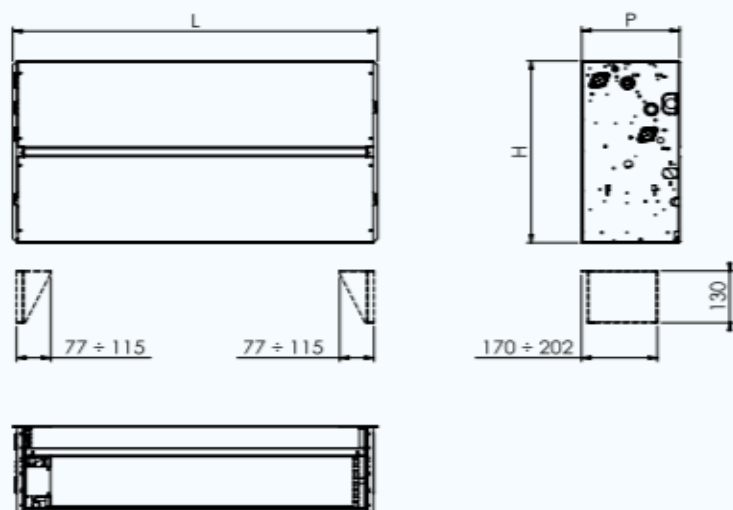
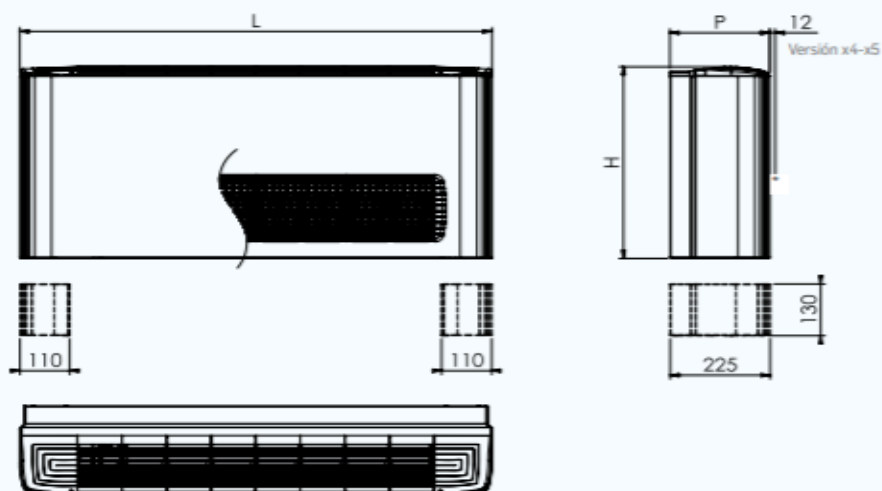
Nivel de presión sonora = considerada 8,6 dB(A) inferior respecto a la potencia sonora en una estancia de 90 m³ con un tiempo de reverberación de 0,5 seg.

Valor de tensión admisible: 230V / 1ph / 50-60 Hz~

DIMENSIONES GENERALES

SERIES FCW / FCCW

MODELO			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
Dimensiones con mueble	largo	L	mm	660	860	1.060	1.060	1.260	1.260	1.260	1.460	1.460	1.660	1.960	1.960
	alto	H	mm	480	480	480	480	480	480	585	585	585	602	602	602
	prof.	P	mm	225	225	225	225	225	225	225	225	225	257	257	257
Dimensiones sin mueble	largo	L	mm	420	620	820	820	1.020	1.020	1.020	1.220	1.220	1.385	1.685	1.685
	alto	H	mm	460	460	460	460	460	460	565	565	565	585	585	585
	prof.	P	mm	220	220	220	220	220	220	220	220	220	252	252	252



6.8.5 Ficha técnica rejillas de retorno


X
TABLAS DE SELECCIÓN RÁPIDA

REJILLAS DE VENTILACIÓN

Rejillas de impulsión y retorno de lamas móviles

AT

UNIDADES TERMINALES DE AIRE



+

Descripción

Rejilla de aluminio indicada para instalación en pared, antepecho de ventana y conducto, lamas horizontales regulables con acabado estándar aluminio E6-C-0.

◊

Ejecuciones

AT-A Rejilla simple deflexión sin compuerta de regulación
AT-AG Rejilla simple deflexión con compuerta de regulación
AT-AS Rejilla simple deflexión con compuerta de corredera (sólo para impulsión)
AT-D Rejilla doble deflexión sin compuerta de regulación (sólo para impulsión)
AT-DG Rejilla doble deflexión con compuerta de regulación (sólo para impulsión)

+

Secciones efectivas

Rejillas impulsión

H	L							
	225	325	425	525	625	825	1.025	1.225
125	0,014	0,021	0,029	0,036	0,043	0,057	0,072	0,086
165	0,018	0,029	0,037	0,043	0,057	0,072	0,086	0,114
225	0,029	0,043	0,057	0,072	0,086	0,114	0,142	0,172
325	-	0,072	0,086	0,108	0,129	0,172	0,214	0,256
425	-	-	0,114	0,142	0,172	0,228	0,285	0,342
525	-	-	-	0,172	0,214	0,285	0,355	0,427

* Los valores de las secciones efectivas están dados en m²

+

Secciones efectivas

Rejillas retorno

H	L							
	225	325	425	525	625	825	1.025	1.225
125	0,011	0,016	0,022	0,028	0,033	0,044	0,055	0,066
165	0,014	0,022	0,028	0,033	0,044	0,055	0,066	0,090
225	-	0,033	0,044	0,055	0,066	0,090	0,110	0,134
325	-	-	0,066	0,083	0,100	0,134	0,170	0,200
425	-	-	-	-	0,134	0,180	0,220	0,270
525	-	-	-	-	-	-	0,280	0,340

* Los valores de las secciones efectivas están dados en m²

+

Detalles de montaje

Las dimensiones nominales L y H que figuran en las tablas corresponden al hueco que debe dejarse en obra cuando se utiliza marco de montaje. Para montaje directamente con tornillos vistos sin marco de montaje, el hueco sería L-14 mm y H-14 mm.

TROX[®] TECHNIK

47

6.8.6 Ficha técnica de las bombas

➤ Gama MAGNA1

La gama MAGNA encaja en cualquier sistema

La gama MAGNA de eficiencia energética cubre todos los requisitos del sistema y hace que tanto la instalación como la puesta en marcha de un sistema de calefacción sea mas sencilla que nunca.

MAGNA1
una opción sencilla para un trabajo bien hecho

MAGNA3
para sistemas avanzados



MAGNA1
una opción sencilla para un trabajo bien hecho

MAGNA1 es la solución ideal para necesidades simples de rendimiento en aplicaciones donde se requiere un sistema básico de control y monitorización del sistema.

Beneficios:

- » Instalación y puesta en marcha sencilla solo con pulsar un botón
- » Ahorro de energía y reducción de costes
- » Índice de Eficiencia Energética inferior a 0.23
- » Bomba de alto rendimiento
- » **NUEVO!** Entrada/salida para ajuste PLC o BMS



- Modelo MAGNA1 40-80 F/:

Haga clic aquí para volver al Índice

MAGNA1 / MAGNA1 D

BOMBAS CIRCULADORAS DE BAJO CONSUMO PARA EDIFICACIÓN DOMÉSTICA ▶ BOMBAS ELECTRÓNICAS PARA CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

MAGNA1: CIRCULADORAS SENCILLAS, CONTROLADAS ELECTRÓNICAMENTE

Temperatura del líquido: 10 °C a +110 °C máx.
 Presión funcionamiento máx.: PN6 = 6 bar / PN10 = 10 bar
 Grado de protección: X4D
 Grado de aislamiento: F
 Tensión de alimentación: 1 x 230 V
 Control y supervisión en remoto: 1 salida de relé, 1 entrada digital, comunicación remota básica de Grundfos GO
 Modos de control: 3 curvas de presión constante, 3 curvas de presión proporcional
 3 velocidades fijas
 Función de alternancia en bomba doble (MAGNA1D)



1

					MPG M1		
Conexión	Longitud [mm]	IEE	Peso neto [kg]	PN [bar]	Modelo	Código	Euros
DN 40	220	0.20	9.50	6/10	MAGNA1 40-40 F	99221291	1.188,00
		0.20	9.50	6/10	MAGNA1 40-60 F	99221292	1.306,00
		0.20	16.50	6/10	MAGNA1 40-80 F	99221303	1.558,00
		0.20	16.50	6/10	MAGNA1 40-100 F	99221304	1.718,00
		0.20	16.30	6/10	MAGNA1 40-120 F	99221305	1.907,00
		0.20	16.30	6/10	MAGNA1 40-150 F	99221306	2.329,00
	250	0.20	16.30	6/10	MAGNA1 40-180 F	99221307	2.679,00

CLAVIJA ALPHA

MPG S1



Conexión eléctrica rápida, sin destornillador, sin desmontaje de la caja de bornes.

Descripción	Código	Euros
Conector ALPHA, conexión de enchufe estándar	98284561	23,00
Conector en ángulo ALPHA, conexión de enchufe en ángulo estándar	98610291	23,00
Codo de 90 grados, incluyendo cable de 4 m	96884669	27,00

BRIDAS

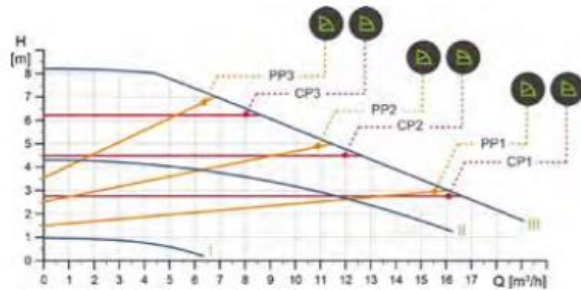
MPG S1



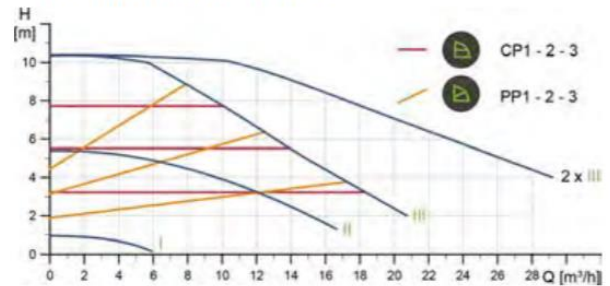
1 unidad, entregada con junta, tornillos y tuercas

Conexiones	Material	PN [bar]	Código	Euros
DN 40	Acero	10/16	96569184	35,00
DN 40 / Rp 1 1/2	Acero	rosca	96569170	36,00

MAGNA1 40-80 F



MAGNA1 D 40-100 F



- Modelo MAGNA1 25-100 N:

MAGNA1

BOMBAS CIRCULADORAS DE BAJO CONSUMO PARA EDIFICACIÓN DOMÉSTICA ► BOMBAS ELECTRÓNICAS PARA CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

MAGNA1: CIRCULADORAS SENCILLAS, CONTROLADAS ELECTRÓNICAMENTE

Temperatura del líquido:	10 °C a +110 °C máx.
Presión funcionamiento máx.:	PN6 = 6 bar / PN10 = 10 bar
Grado de protección:	X4D
Grado de aislamiento:	F
Tensión de alimentación:	1 x 230 V
Control y supervisión en remoto:	1 salida de relé, 1 entrada digital, comunicación remota básica de Grundfos GO
Modos de control:	3 curvas de presión constante, 3 curvas de presión proporcional 3 velocidades fijas Función de alternancia en bomba doble (MAGNA1D)



1

Conexión	Longitud [mm]	IEE	Peso neto [kg]	PN [bar]	Modelo	Código	Euros
G 1½"	180	0.20	4.50	10	MAGNA1 25-40	99221216	706,00
		0.20	4.50	10	MAGNA1 25-60	99221217	836,00
		0.20	4.50	10	MAGNA1 25-80	99221213	955,00
		0.20	4.50	10	MAGNA1 25-100	99221214	1.057,00
		0.20	4.50	10	MAGNA1 25-120	99221215	1.188,00

MPG M1

CLAVIJA ALPHA

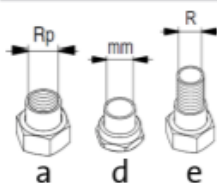


Conexión eléctrica rápida, sin destornillador, sin desmontaje de la caja de bornes.

Descripción	Código	Euros
Conector ALPHA, conexión de enchufe estándar	98284561	23,00
Conector en ángulo ALPHA, conexión de enchufe en ángulo estándar	98610291	23,00
Codo de 90 grados, incluyendo cable de 4 m	96884669	27,00

MPG S1

CONJUNTO DE 2 UNIONES



Pos.	Conexión	Material	PN [bar]	Código	Euros
a	G 1½ / Rp ½	Fundición	10	529921	17,00
a	G 1½ / Rp 1	Fundición	10	529922	17,00

MPG S1



➤ Gama NB



BENEFICIOS EN DETALLE

ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

Todas las bombas normalizadas Grundfos están equipadas con motores con eficiencia Grundfos Blueflux®, que representa la tecnología de motor más energéticamente eficiente.

FIABILIDAD

Con el respaldo de un amplio conocimiento técnico y materiales cuidadosamente seleccionados, la gama Grundfos es conocida por su fiabilidad excepcional.

GAMA COMPLETA

La gama está formada por bombas de acoplamiento cerrado y de aspiración axial tanto en fundición como en acero inoxidable.

FLEXIBILIDAD

Las bombas normalizadas de Grundfos pueden ser configuradas y optimizadas para un funcionamiento continuo en cualquier aplicación.

ENTORNOS EXIGENTES

Esta gama maneja incluso líquidos y entornos más exigentes. Fiabilidad, eficiencia - una bomba en la que puede confiar.

ALCANCE GLOBAL

Grundfos como proveedor verdaderamente global ofrece entrega, servicio y puesta en marcha en cualquier continente, y siempre en el idioma local.



- Modelo NB 125-200/215:

NB 6 POLOS: BOMBA DE ASPIRACIÓN AXIAL SEGÚN EN 733

La bomba NB con acoplamiento cerrado tiene un motor estándar refrigerado por ventilador con dimensiones principales según los estándares IEC y DIN. Cuerpo de bomba y rodetes en hierro fundido, eje en acero inoxidable, anillos de desgaste en bronce.

NB: con motor de velocidad fija.

6 polos: 970 rpm

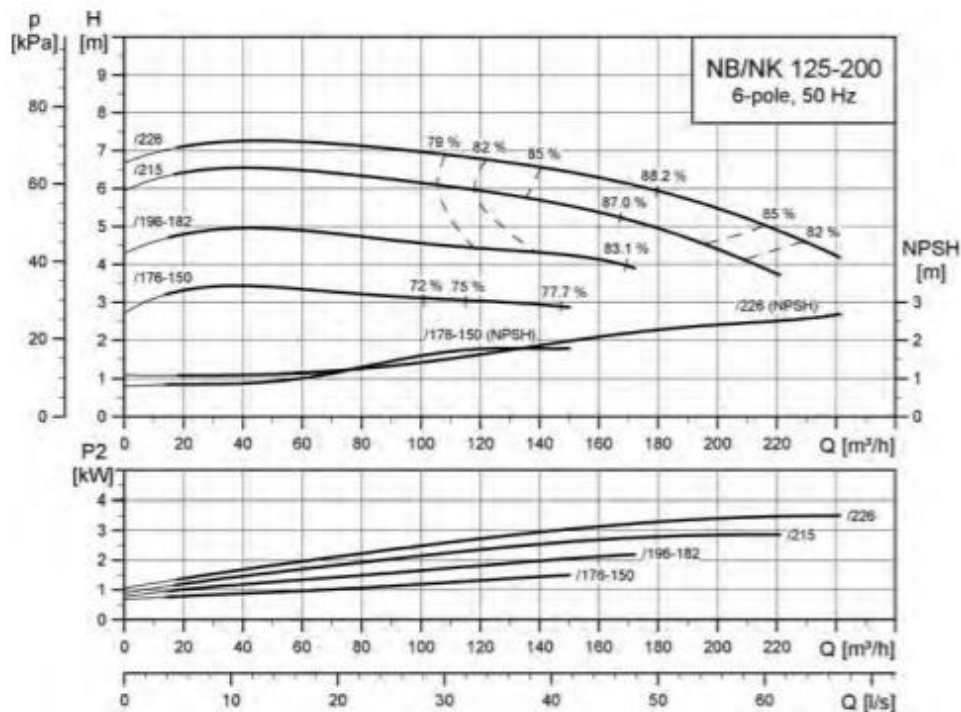
Cierre mecánico estándar: glicol BQQE - otros bajo pedido
Temperatura del líquido: estándar / glicol de -25 °C a +120 °C
Velocidad fija: motores trifásicos, IP 55, clase F, clase de eficiencia IE3
 - 3x220-240VD/380-420VY hasta 3 kW
 - 3x380-420VD/660-725VY desde 4,0 kW



NB 100-400 / 125-200

MPG 22

Aspir.	Desc.	P2 [kW]	PN [bar]	NB			
				Modelo	In [A]	Código	Euros
Sin soportes							
DN 125	DN 100	7.50	16	100-400/340	16.0-14.6/9.20-8.40	98975620	6.625,00
		11.00	16	100-400/380	23.2-21.0/13.4-12.2	98975619	7.657,00
		15.00	16	100-400/415	31.0-28.0/17.8-16.6	98975618	8.493,00
DN 150	DN 125	1.50	16	125-200/176-150	6.60-5.90/3.80-3.40	98975648	3.248,00
		2.20	16	125-200/196-182	9.15-8.30/5.30-4.80	98975647	3.329,00
		3.00	16	125-200/215	12.0-11.0/7.00-6.40	98975646	3.703,00
		4.00	16	125-200/226	9.10-8.20/5.20-4.80	98975645	3.813,00
Con soportes							
DN 125	DN 100	7.50	16	100-400/340	16.0-14.6/9.20-8.40	98975927	6.946,00
		11.00	16	100-400/380	23.2-21.0/13.4-12.2	98975926	7.991,00
		15.00	16	100-400/415	31.0-28.0/17.8-16.6	98975925	8.814,00



- Modelo NB 150-250/282:

NB 6 POLOS: BOMBA DE ASPIRACIÓN AXIAL SEGÚN EN 733

La bomba NB con acoplamiento cerrado tiene un motor estándar refrigerado por ventilador con dimensiones principales según los estándares IEC y DIN. Cuerpo de bomba y rodetes en hierro fundido, eje en acero inoxidable, anillos de desgaste en bronce.

NB: con motor de velocidad fija.
6 polos: 970 rpm

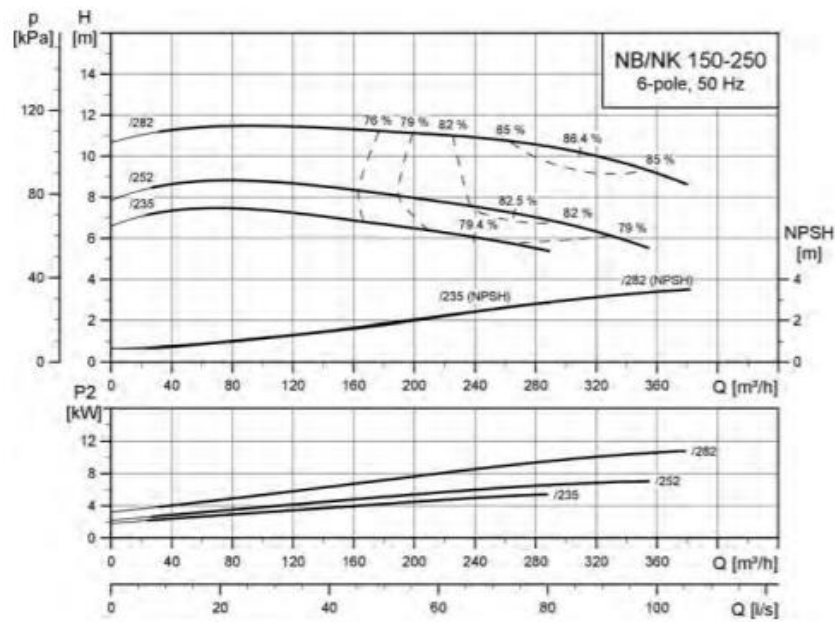
Cierre mecánico estándar: glicol BQGE - otros bajo pedido
Temperatura del líquido: estándar / glicol de -25 °C a +120 °C
Velocidad fija: motores trifásicos, IP 55, clase F, clase de eficiencia IE3
 - 3x220-240VD/380-420VY hasta 3 kW
 - 3x380-420VD/660-725VY desde 4,0 kW



NB 150-200 / 150-250

MPG 22

Aspir.	Desc.	P2 [kW]	PN [bar]	NB			
				Modelo	In [A]	Código	Euros
Sin soportes							
DN 200	DN 150	2.20	10	150-200/210-168	9.15-8.30/5.30-4.80	98974567	4.183,00
		3.00	10	150-200/218-200	12.0-11.0/7.00-6.40	98974593	4.608,00
		4.00	10	150-200/224	9.10-8.20/5.20-4.80	98557012	4.834,00
DN 200	DN 150	5.50	10	150-250/235	12.2-11.0/7.00-6.40	98975688	5.788,00
		7.50	10	150-250/252	16.0-14.6/9.20-8.40	98975687	6.313,00
		11.00	10	150-250/282	23.2-21.0/13.4-12.2	98975686	7.423,00
		7.50	10	150-250/252	16.0-14.6/9.20-8.40	98975975	6.635,00
DN 200	DN 150	11.00	10	150-250/282	23.2-21.0/13.4-12.2	98975974	7.758,00



- Modelo NB 100-315/272:

NB 6 POLOS: BOMBA DE ASPIRACIÓN AXIAL SEGÚN EN 733

La bomba NB con acoplamiento cerrado tiene un motor estándar refrigerado por ventilador con dimensiones principales según los estándares IEC y DIN. Cuerpo de bomba y rodete en hierro fundido, eje en acero inoxidable, anillos de desgaste en bronce.

NB: con motor de velocidad fija.

6 polos: 970 rpm

Cierre mecánico estándar: glicol BQGE - otros bajo pedido
Temperatura del líquido: estándar / glicol de -25 °C a + 120 °C
Velocidad fija: motores trifásicos, IP 55, clase F, clase de eficiencia IE3
 - 3x220-240VD/380-420VY hasta 3 kW
 - 3x380-420VD/660-725VY desde 4,0 kW



NB 100-250 / 100-315

MPG 22

Aspir.	Desc.	P2 [kW]	PN [bar]	NB			
				Modelo	In [A]	Código	Euros
Sin soportes							
DN 125	DN 100	2.20	16	100-250/216	9.15-8.30/5.30-4.80	98975595	2.984,00
		3.00	16	100-250/236	12.0-11.0/7.00-6.40	98975594	3.417,00
		4.00	16	100-250/260	9.10-8.20/5.20-4.80	98975593	3.634,00
		5.50	16	100-250/274	12.2-11.0/7.00-6.40	98975592	4.237,00
DN 125	DN 100	4.00	16	100-315/272	9.10-8.20/5.20-4.80	98974774	3.847,00
		5.50	16	100-315/301	12.2-11.0/7.00-6.40	98974776	4.268,00
		7.50	16	100-315/326	16.0-14.6/9.20-8.40	98974575	4.678,00
		11.00	16	100-315/334	23.2-21.0/13.4-12.2	98974777	5.723,00
Con soportes							
DN 125	DN 100	7.50	16	100-315/326	16.0-14.6/9.20-8.40	98975638	4.946,00
		11.00	16	100-315/334	23.2-21.0/13.4-12.2	98975851	6.045,00



6.8.7 Ficha técnica de la caldera

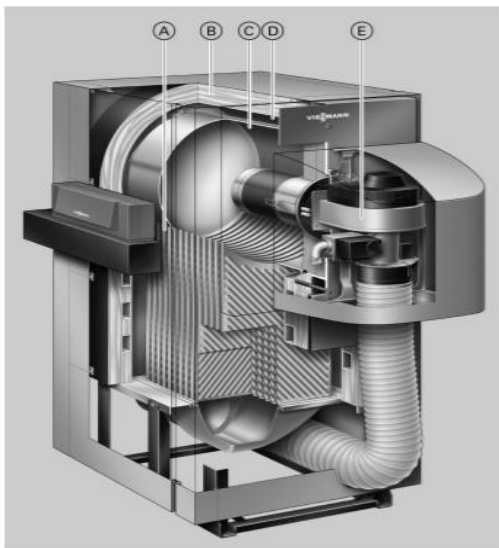
VIESSMANN**VITOCROSSAL 300**Caldera de condensación a gas
de 400 a 630 kW**Datos técnicos**

N.º de pedido y precios: consultar Lista de precios

**VITOCROSSAL 300** Modelo CT3UCaldera de condensación a gas para gas natural.
Con quemador cilíndrico modulante Matrix

Vista general de las ventajas

- Unidad de condensación con quemador cilíndrico MatriX como instalación de dos calderas hasta 1260 kW.
- Rendimiento estacional: hasta 98 % (H_u)/109 % (H_i).
- Elevada fiabilidad y larga vida útil gracias a la superficie de transmisión Inox-Crossal de acero inoxidable de alta aleación resistente a la corrosión.
- Superficie de transmisión Inox-Crossal para una eficaz transmisión térmica y una elevada cuota de condensación.
- Efecto de autolimpieza gracias a la superficie lisa de acero inoxidable.
- Quemador cilíndrico MatriX con un rango de modulación entre un 33 y un 100 % para un funcionamiento silencioso y poco contaminante.
- A escoger entre funcionamiento atmosférico y estanco.
- Unidad en secuencia con accesorio hidráulico prefabricado en la salida de humos.
- Regulación Vítotronic de fácil manejo con visualización de texto y de gráficos.



- (A) Superficies de transmisión Inox-Crossal de acero inoxidable de alta aleación
- (B) Aislamiento térmico de alta eficacia
- (C) Cámara de combustión refrigerada por agua de acero inoxidable
- (D) Amplias cámaras de agua – para un buen efecto termosifón
- (E) Quemador cilíndrico modulante MatriX

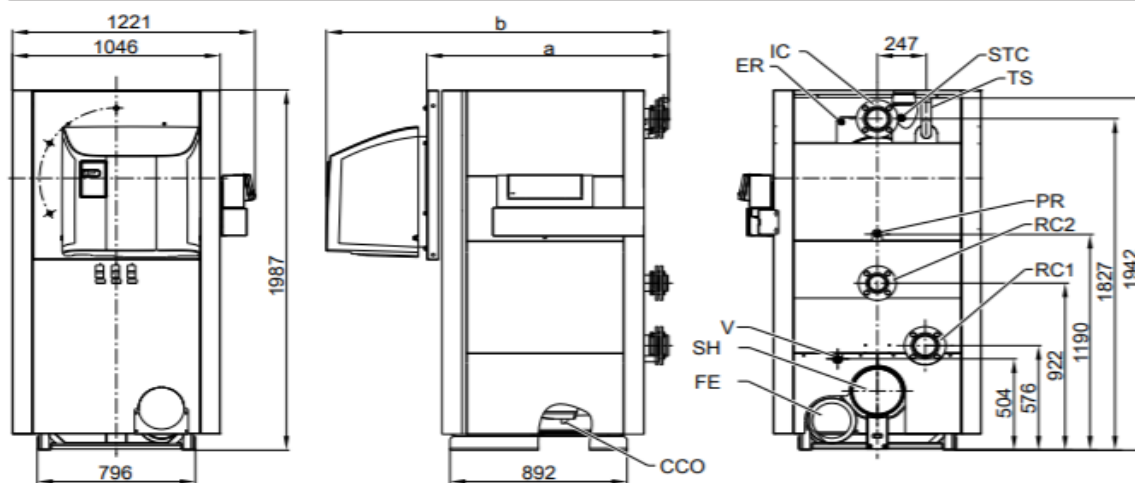
Datos técnicos de la caldera

Datos técnicos

Potencia térmica útil				
$T_f/T_R = 50/30\text{ °C}$	kW	De 135 a 400	De 168 a 500	De 209 a 630
$T_f/T_R = 80/60\text{ °C}$	kW	De 123 a 370	De 153 a 460	De 192 a 575
Carga térmica nominal	kW	De 127 a 381	De 158 a 474	De 198 a 593
N.º de distintivo de homologación		CE-0085AQ0257		
Temperatura de servicio adm.	°C	95	95	95
Temperatura admisible de impulsión (= temperatura de seguridad)	°C	110	110	110
Presión de servicio adm.	bar	5,5	5,5	5,5
	MPa	0,55	0,55	0,55
Dimensiones del cuerpo de la caldera				
Longitud (medida a)	mm	1220	1295	1450
Anchura sin puerta de caldera	mm	805	805	805
Anchura con puerta de la caldera	mm	845	845	845
Altura (con conexiones)	mm	1942	1942	1942
Dimensiones totales				
Longitud total con cubierta del quemador (medida b)	mm	1725	1800	1960
Anchura total con regulación	mm	1221	1221	1221
Altura total	mm	1987	1987	1987
Bancada				
Longitud	mm	1250	1300	1500
Anchura	mm	900	900	900
Altura	mm	100	100	100
Peso				
– Cuerpo de la caldera	kg	600	645	755
Peso total				
– Caldera con quemador, aislamiento térmico y regulación de caldera	kg	740	795	935

Capacidad de agua de la caldera	Litros	261	325	406
Conexiones de la caldera				
Impulsión de caldera	PN 6 DN	100	100	100
Retorno de caldera 1 ¹⁾	PN 6 DN	100	100	100
Retorno de caldera 2 ¹⁾	PN 6 DN	80	80	80
Toma de seguridad (válvula de seguridad)	PN 16 DN	50	50	50
Vaciado	R	1	1	1
Conducto de vaciado de condensados de caja de humos/sifón	Ø mm	32/20	32/20	32/20
Índices de humos²⁾				
Temperatura (con una temperatura de retorno de 30 °C)	°C	45	45	45
– con potencia térmica útil	°C	30	30	30
– con carga parcial	°C	70	70	70
Temperatura (con una temperatura de retorno de 60 °C)	°C	70	70	70
Caudal másico (con gas natural)	kg/h	578	719	900
– con potencia térmica útil	kg/h	193	240	300
– con carga parcial	Pa	70	70	70
Presión de impulsión disponible	mbar	0,7	0,7	0,7
En la toma de salida de humos ³⁾	Ø mm	250	250	250
Conexión de humos				
Rendimiento estacional				
con una temperatura del sistema de calefacción de 40/30 °C	%	hasta 98 (H ₂)/109 (H)		
con una temperatura del sistema de calefacción de 75/60 °C	%	hasta 95 (H ₂)/106 (H)		
Pérdida por disposición de servicio q_{b,70}	%	0,25	0,24	0,23
Nivel de presión sonora⁴⁾				
1 m antes de la caldera (carga total/carga parcial)	dB (A)	< 70/< 55		
En el tubo de salida de humos (carga total)	dB (A)	< 98 - 105		

Datos técnicos de la caldera (continuación)



SH	Salida de humos	STC	Sonda de temperatura de caldera
PR	Manguito para el presostato G 1/2 para presostato	IC	Impulsión de caldera
V	Vaciado	ER	Manguito G 1/2 para equipos de regulación adicionales
CCO	Conducto de vaciado de condensados	FE	Conexión de entrada de aire, Ø de 250 mm, para funcionamiento estanco (accesorio)
RC1	Retorno de caldera 1	TS	Toma de seguridad (válvula de seguridad)
RC2	Retorno de caldera 2		

Tabla de dimensiones

Potencia térmica útil kW		400	500	630
a	mm	1220	1295	1450
b	mm	1725	1800	1960

6.8.8 Catálogo del grupo frigorífico

AquaForce® Air-Cooled Screw Chiller 30XA

with R-134a Refrigerant 80 to 500 Nominal Tons



AquaForce® 30XA chillers were designed from the ground up to meet the efficiency demands of today and the future by providing premium air-cooled chiller packages for contractors, consulting engineers and building owners. Value-added features include rotary screw compression, R-134a HFC refrigerant, a quiet AeroAcoustic™ fan system, easy to use ComfortLink™ controls, microchannel condenser coil technology, and an optional integrated hydronic pump package with or without VFD.

Air-cooled chillers within the scope of the ACCL certification program are certified in accordance with the AHRI Air-Cooled Water-Chilling Packages Certification Program, which is based on AHRI Standard 550/590 (I-P) and AHRI Standard 551/591 (SI). Certified units may be found in the AHRI Directory at www.ahridirectory.org.



FEATURES OPTIONS PHYSICAL DATA DOCUMENTS

Performance Features

- Full-load EER values up to 10.9 and IPLV values up to 15.5
- ASHRAE 90.1 compliant / AHRI certified
- Operation from -20 F to 125°F ambient conditions
- High-efficiency screw compressors
- Standard uncoated or optional e-coated Novation® microchannel heat exchanger (MCHX) condenser coils
- Hydronic pump package, available with or without VFD on sizes 090-160
- Touch Pilot™ display with color touch screen with trending capability and web-based connection

Reliability Features

- ASME constructed evaporators / ETL (and ETL Canada) listed
- Heavy-gauge galvanized steel frame
- Security grilles and Hail guards/Privacy screen choices
- Low ambient head pressure control
- Coil corrosion coatings available on all coil types
- High short circuit current rating
- EXV (Electronic expansion valve)

Maintenance Features

- Over 15 diagnostic functions
- Permanently lubricated fan motor bearings
- Compressor suction service valves
- Microchannel condenser coils with inherent corrosion resistance and offering simplified cleaning
- Unit-mounted, non-fused disconnect
- Remote service port for easier machine diagnostics

Installation Features

- Factory charged with R-134a refrigerant
- GFI (ground fault interrupter) convenience outlet (factory-installed option or field-installed accessory)
- Remote cooler kit (field-installed accessory)
- Single or dual-point electrical connections available (factory-installed option)
- Control transformer (factory-installed option)
- Structurally robust base
- Circuit setter provided with optional pump package (factory-installed option)

ARI* capacity ratings (English and SI)



UNITS WITH AL/CU CONDENSER COILS

UNIT SIZE	CAPACITY		TOTAL POWER (kW)	FULL LOAD		IPLV		COOLER FLOW RATE		COOLER PRESSURE DROP	
	Tons	kW		EER	COP	EER	COP	GPM	L/s	ft wg	kPa
080	75.6	265.5	91.6	9.9	2.9	14.2	4.2	180.7	11.4	11.6	34.7
090	84.8	297.8	95.1	10.7	3.1	14.5	4.3	202.7	12.8	11.4	33.9
100	93.9	330.1	107.8	10.5	3.1	14.9	4.4	224.7	14.2	13.6	40.8
110	102.4	359.9	118.6	10.4	3.0	15.2	4.4	244.9	15.5	13.8	41.3
120	110.7	389.0	129.5	10.3	3.0	15.1	4.4	264.8	16.7	11.8	35.3
140	132.8	466.7	148.7	10.7	3.1	14.3	4.2	317.7	20.0	13.2	39.5
160	152.3	535.1	173.0	10.6	3.1	14.4	4.2	364.2	23.0	13.0	38.9
180	171.3	601.9	192.1	10.7	3.1	14.2	4.2	409.7	25.8	15.4	46.1
200	194.0	681.7	217.2	10.7	3.1	14.8	4.3	464.0	29.3	13.1	39.3
220	211.7	743.7	239.6	10.6	3.1	14.3	4.2	506.2	31.9	15.4	46.1
240	228.1	801.6	264.1	10.4	3.0	14.8	4.3	545.6	34.4	17.7	52.9
260	250.9	881.7	281.7	10.7	3.1	14.3	4.2	600.2	37.9	10.2	30.5
280	268.5	943.4	301.2	10.7	3.1	14.3	4.2	642.1	40.5	11.5	34.3
300	287.5	1010.2	326.3	10.6	3.1	14.5	4.2	687.6	43.4	13.1	39.0
325	306.6	1077.4	347.1	10.6	3.1	14.3	4.2	733.4	46.3	13.4	40.1
350	324.1	1138.7	374.8	10.4	3.0	14.2	4.2	775.1	48.9	14.8	44.4
400	383.6	1348.0	449.4	10.2	3.0	14.8	4.3	917.6	57.9	10.4	31.0
450	426.8	1499.5	509.3	10.1	2.9	14.1	4.1	1020.8	64.4	10.0	29.9
500	458.0	1609.4	549.2	10.0	2.9	14.3	4.2	1095.5	69.1	12.0	36.0

UNITS WITH MCHX CONDENSER COILS

MCHX COILS UNIT SIZE	CAPACITY		TOTAL POWER (kW)	FULL LOAD		IPLV		COOLER FLOW RATE		COOLER PRESSURE DROP	
	Tons	kW		EER	COP	EER	COP	GPM	L/s	ft wg	kPa
080	75.8	266.4	90.1	10.1	3.0	14.4	4.2	181.4	11.4	11.7	35.0
090	85.2	299.4	93.4	10.9	3.2	14.8	4.3	203.8	12.9	11.5	34.2
100	94.4	331.8	105.7	10.7	3.1	15.2	4.4	225.9	14.3	13.8	41.2
110	103.0	362.0	116.4	10.6	3.1	15.4	4.5	246.4	15.5	14.0	41.8
120	111.4	391.5	127.2	10.5	3.1	15.4	4.5	266.5	16.8	11.9	35.7
140	133.4	468.7	146.4	10.9	3.2	14.4	4.2	319.1	20.1	13.3	39.8
160	153.1	537.8	170.1	10.8	3.2	14.6	4.3	366.1	23.1	13.1	39.3
180	172.0	604.4	189.2	10.9	3.2	14.4	4.2	411.4	26.0	15.5	46.4
200	194.9	684.9	213.7	10.9	3.2	15.1	4.4	466.2	29.4	13.2	39.6
220	212.7	747.3	235.7	10.8	3.2	14.6	4.3	508.7	32.1	15.6	46.5
240	229.2	805.4	260.1	10.6	3.1	15.0	4.4	548.3	34.6	17.9	53.4
260	251.7	884.3	278.8	10.8	3.2	14.4	4.2	601.9	38.0	10.3	30.7
280	269.3	946.2	298.0	10.8	3.2	14.5	4.2	644.1	40.6	11.5	34.5
300	288.3	1012.9	323.3	10.7	3.1	14.7	4.3	689.5	43.5	13.1	39.2
325	307.1	1079.1	344.8	10.7	3.1	14.4	4.2	734.6	46.3	13.5	40.2
350	324.5	1140.2	372.7	10.4	3.1	14.4	4.2	776.2	49.0	14.9	44.5
400	385.0	1352.9	444.1	10.4	3.0	14.9	4.4	920.9	58.1	10.4	31.2
450	427.6	1502.6	505.5	10.2	3.0	14.2	4.2	1022.9	64.5	10.0	30.0
500	459.1	1613.2	544.8	10.1	3.0	14.4	4.2	1098.2	69.3	12.1	36.1

LEGEND

- AL — Aluminum
- COP — Coefficient of Performance
- CU — Copper
- EER — Energy Efficiency Ratio
- IPLV — Integrated Part Load Value
- MCHX — Microchannel Heat Exchanger

*Air Conditioning and Refrigeration Institute (U.S.A.).



NOTES:

1. Rated in accordance with ARI Standard 550/590 at standard rating conditions.
2. Standard rating conditions are as follows:
 Cooler Conditions:
 Leaving water temperature: 44 F (6.7 C)
 Entering water temperature: 54 F (12.2 C)
 Fouling Factor:
 0.00010 hr x sq ft °F/Btu (0.000018 m² x °C/W)
 Condenser Conditions:
 Entering air temperature: 95 F (35 C)