



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Climatización de un centro acuático/deportivo en
Jaén

Autor: Carlos Menéndez Ramos

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título **Climatización de un Centro Deportivo/Acuático en Jaén** en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el curso académico 2020/2021 es de mi autoría, original e inédito y no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Carlos Menéndez Ramos Fecha: 12/07/2021



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Javier Martín Serrano Fecha: 15/07/2021





MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Climatización de un centro acuático/deportivo en
Jaén

Autor: Carlos Menéndez Ramos

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO DEPORTIVO/ACUÁTICO EN JAÉN

Autor: Carlos Menéndez Ramos

Director: Javier Martín Serrano

Entidad colaboradora: Universidad Pontificia de Comillas (ICAI)

RESUMEN

En este documento se pretende diseñar e implementar el sistema de climatización de un centro acuático/deportivo en Jaén. Para ello se llevará a cabo los cálculos necesarios basándose en las normativas vigentes durante la realización de dicho proyecto. El sistema de climatización incluye la calefacción, refrigeración y ventilación de diferentes zonas que se definen en la memoria del proyecto. Así mismo se climatizará las piscinas tanto el ambiente como el agua.

El primer paso del proyecto será estudiar la normativa que se va a aplicar. En este tipo de proyectos hay que seguir fundamentalmente el Código Técnico de la Edificación (CTE) en el que el dentro del Documento Básico del ahorro de energía figura el RITE, Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios. El RITE especifica las características y requisitos que tiene que cumplir las instalaciones en cada zona.

Con ayuda del RITE y conociendo el uso que se dan a las diferentes zonas que se van a climatizar se conocer los requisitos de calidad de aire, ventilación, temperatura, humedad relativa o velocidad del aire. En especial hay que destacar que la zona de la piscina será la zona más estricta en cuánto a las condiciones, manteniéndose la temperatura todo el año a 27°C y una humedad relativa de 60%, en lo que al ambiente se refiere mientras que el agua estará todo el año a 25°C.

Conocida la norma se pasará a describir el edificio, que consta de 3 plantas: sótano, planta baja (donde se sitúan las zonas que se van a climatizar) y primera planta. Además, presenta una azotea donde estará los principales equipos de climatización.

Descrito el edificio se analiza las características de la zona en la que se sitúa. En el caso de este proyecto el edificio está en Jaén que presenta un clima cálido en verano, cuando se pueden alcanzar superiores a los 30°C en el mes de Julio, y un clima no muy frío en invierno, cuando no es común bajar de los 0°C.

Una vez situado en contexto el proyecto, tanto en normativa como en localización, se pasará a estudiar los cálculos necesarios para climatizar el agua del vaso de la piscina. Para ello se distinguirán los diferentes tipos de pérdidas. La pérdida por evaporación será la principal y habrá que tratarla para evitar que se condense el agua en las paredes del recinto ya que causará grandes problemas de mantenimiento. El segundo tipo de pérdida más importante es las debido a la renovación del agua que hay que hacer diariamente. Otras pérdidas se deberán a radiación, convección o transmisión. Finalmente se calculará también la potencia necesaria para poner en marcha la piscina.

Concluido el cálculo de pérdidas se analiza los requisitos sobre el ACS presentes en el DBHE. Este documento ha sido actualizado recientemente, en 2019, y ahora es más estricto sobre la procedencia de la energía usada para calentar el agua del ACS. En el caso de este proyecto no es necesario cumplir con requisito de que el 70% de la energía necesaria para ACS sea renovable ya que no se llegan a los 5.000 litros diarios de ACS.

Aún así se planteará una solución que busca ser lo más eficiente energéticamente y con el menor consumo energético: una bomba de calor. Para seleccionar la bomba de calor se ha buscado una que sea capaz de producir la potencia y la cantidad de agua necesaria.

Tras climatizar el agua de los vasos de las dos piscinas se pasa a climatizar el ambiente de las diferentes zonas. Para ello hay que primero determinar las cargas térmicas a las que hay que combatir tanto en verano como en invierno. Dichas cargas están causadas por la transmisión de las paredes, la radiación, el aire exterior que hay que introducir y especialmente por las personas que ocupan dicha zona, que en función de su actividad producirán una carga térmica determinada.

Determinadas las cargas se pasa a seleccionar los equipos de climatización que se usarán. En este proyecto se utilizan 3 tipos de equipos: climatizadores, fan-coils y una deshumectadora. Los climatizadores se utilizarán para salas grandes en las que el caudal

de impulsión sea elevado, mientras que los fan-coils se utilizarán en zonas más pequeñas. Se escogerá fan-coils estilo cassette de cuatro tubos ya que será el más completo que permitirá una climatización más correcta. Por último, se seleccionará una deshumectadora para la zona de la piscina, reduciendo así la humedad relativa de la zona y combatiendo las cargas térmicas. También habrá que elegir una caldera y una máquina frigorífica para el agua de las baterías de los equipos.

Tras seleccionar los equipos faltaría dimensionar los conductos de aire y las tuberías de agua de las baterías. Para ello se seguirá un proceso muy similar en el que se estudiará las pérdidas de carga que se producen y poder elegir así las bombas correctas para las tuberías de agua y los ventiladores para los conductos de aire. En el caso de las tuberías serán circulares y de acero mientras que los serán rectangulares y de chapa. Además, en el caso de los conductos de aire habrá que seleccionar los difusores y rejillas que se ponen en los extremos para introducir y extraer el aire de las diferentes zonas.

Concluido el diseño de los circuitos y la selección de los equipos se pasa a hacer los planos, los cuales se harán usando AutoCad y serán 5: esquema de principio de aire y de agua, conductos de aire, de la planta baja y la primera, y el circuito de tuberías de la planta baja.

Finalmente, el proyecto incluirá un pliego de condiciones donde se detallarán los equipo y el presupuesto, en el caso de este proyecto se ha estimado que el coste será de 547.895,15 €.

AIR CONDITIONING SYSTEM OF AN ACUATIC/SPORT CENTER IN JAÉN

Author: Carlos Menéndez Ramos

Director: Javier Martín Serrano

Collaborating entity: Universidad Pontificia de Comillas (ICAI)

ABSTRACT

The purpose of this document is to design and implement the air conditioning system of an aquatic/sports center in Jaén. For this purpose, the necessary calculations will be carried out based on the regulations in force during the realization of the project. The air conditioning system includes heating, cooling and ventilation of different areas that are defined in the project report. The swimming pools will also be air-conditioned, both the environment and the water.

The first step of the project will be to study the regulations to be applied. In this type of projects, it is necessary to follow fundamentally the Código Técnico de la Edificación (CTE) in which the inside of the Basic Document of Energy Saving appears the RITE, Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios. The RITE specifies the characteristics and requirements to be met by the installations in each zone.

With the help of the RITE and knowing the use given to the different areas to be air-conditioned, the requirements of air quality, ventilation, temperature, relative humidity or air speed are known. In particular, it should be noted that the pool area will be the strictest area in terms of conditions, maintaining the temperature all year round at 27°C and a relative humidity of 60%, as far as the environment is concerned, while the water will be at 25°C all year round.

Once the requirements are known, the building will be describe, which consists of 3 floors: basement, first floor (where the areas to be air-conditioned are located) and second floor. It also has a rooftop where the main air conditioning equipment will be located.

Once the building has been described, the characteristics of the area in which it is located are analyzed. In the case of this project, the building is located in Jaén, which has a warm climate in summer, when it can reach over 30°C in July, and a climate that is not very cold in winter, when it is not common to drop below 0°C.

Once the project is placed in context, both in terms of regulations and location, we will study the necessary calculations to heat the water in the pool basin. For this purpose, the different types of losses will be distinguished. Evaporation loss will be the main one and it will be necessary to be treated in order to avoid water condensation on the walls of the enclosure, as it will cause major maintenance problems. The second most important type of loss is due to water renewal, which must be done on a daily basis. Other losses will be due to radiation, convection or transmission. Finally, the power required to start up the pool will also be calculated.

Once the calculation of losses has been completed, the requirements on DHW in the DBHE are analyzed. This document has been recently updated, in 2019, and is now stricter about the origin of the energy used to heat the DHW water. In the case of this project, it is not necessary to comply with the requirement that 70% of the energy needed for DHW has to be renewable, since the 5,000 liters per day of DHW are not reached.

Even so, a solution that seeks to be the most energy efficient and with the lowest energy consumption will be proposed: a heat pump. To select the heat pump, it must be capable of producing the necessary power and quantity of water has been sought.

After heating the water in the two pools, the next step is to heat the air in the different areas. To do this, it is first necessary to determine the thermal loads to be combated both in summer and in winter. These loads are caused by the transmission of the walls, the radiation, the outside air that must be introduced and especially by the people who occupy the area, which, depending on their activity, will produce a certain thermal load.

Once the loads are determined, the next step is to select the air conditioning equipment to be used. In this project 3 types of equipment are used: air conditioners, fan coils and a dehumidifier. The air conditioners will be used for large rooms where the flow rate is high, while the fan coils will be used in smaller areas. Four-pipe cassette style fan coils

will be chosen as they will be the most complete and will allow the most correct air conditioning. Finally, a dehumidifier will be selected for the pool area, thus reducing the relative humidity of the area and combating thermal loads. It will also be necessary to choose a boiler and a cooling machine for the water in the equipment coils.

After selecting the equipment, the air ducts and water pipes for the coils must be sized. For this, a very similar process will be followed in which the pressure losses that occur will be studied in order to choose the correct pumps for the water pipes and the fans for the air ducts. In the case of the pipes, they will be circular and made of steel, while the fans will be rectangular and made of sheet metal. In addition, in the case of the air ducts it will be necessary to select the diffusers and grilles that are placed at the ends of the circuits to introduce and extract the air from the different zones.

Once the design of the circuits and the selection of the equipment has been completed, drawings will be made using AutoCad and will be 5: air and water principle scheme, air ducts, ground floor and first floor, and the first floor piping circuit.

Finally, the project will include a specification where the equipment and budget will be detailed, in the case of this project it has been estimated that the cost will be 547,895.15 €

ÍNDICE

1. Memoria descriptiva	15
1.1 Objeto del proyecto.....	15
1.2 Normativa de aplicación.....	15
1.3 Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	15
1.4 Base de diseño.....	16
1.4.1 Descripción del edificio.....	16
1.4.2 Condiciones de funcionamiento de la instalación	17
1.4.3 Condiciones de ventilación	18
1.4.4 Condiciones exteriores de cálculo.....	19
1.4.5 Condiciones interiores de cálculo	19
1.4.6 Características constructivas	21
1.4.6.1 Coeficientes por orientaciones.....	22
1.4.6.2 Nivel de ocupación e iluminación	23
1.5 Cálculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua del vaso.....	24
1.5.1 Estudio de los cálculos	24
1.5.2 Cálculo del agua evaporada durante el uso de instalaciones	24
1.5.3 Pérdidas por evaporación.....	26
1.5.4 Pérdidas por radiación	26
1.5.5 Pérdidas por convección.....	27
1.5.6 Pérdidas por renovación.....	27
1.5.7 Pérdidas por transmisión	28
1.5.8 Potencia necesaria para poner en régimen la piscina.....	28
1.5.9 Resultados.....	29
1.6 Climatización del agua del vaso.....	33
1.6.1 Requisitos del CTE para climatizar la piscina	33
1.6.2 Solución para climatización	34
1.7 Cálculo de cargas del ambiente	36
1.7.1 Cargas de verano.....	37
1.7.2 Cargas de invierno	42
1.8 Diseño de la instalación y selección de equipos	45
1.8.1 Tipos de sistemas de climatización	46
1.8.2 Sistemas de climatización elegidos para las diferentes zonas	49
1.8.3 Selección de equipos.....	52
1.9 Red de tuberías de agua	59
1.9.1 Circuitos secundarios.....	59
1.9.2 Circuitos primarios.....	61
1.9.3 Resultado dimensionamiento de los circuitos.....	62
1.9.4 Selección de bombas	64
1.10 Red de conductos de aire	65
1.10.1 Dimensionamiento de los conductos de aire	66
1.10.2 Selección de difusores y rendijas	67
1.10.3 Diseño de los conductos de impulsión	69
1.10.4 Diseño de los conductos de retorno	70
1.10.5 Diseño de los conductos de aire exterior	71
1.11 Cálculo de vasos de expansión	71
2. Planos.....	74
3. Pliego de condiciones	79
4. Presupuesto	106
5. Anexos.....	108



5.1 Cargas de verano.....	108
5.1.1 Zona de la piscina.....	108
5.1.2 Zona de vestuarios masculinos	109
5.1.3 Zona de vestuarios femeninos	110
5.1.4 Zona de vestuarios niños	111
5.2 Cargas de invierno	112
5.2.1 Zona de la piscina.....	112
5.5 Circuito de tuberías	116
5.5.4 Válvulas.....	125
5.6 Red de conductos.....	128
5.6.1 Resultados pérdida de carga en los conductos de aire de impulsión.....	128
5.6.2 Resultado pérdida de carga en los conductos de aire de retorno	131
5.6.3 Resultado pérdida de carga en los conductos de aire exterior.....	134
5.6.4 Tablas utilizadas para los cálculos	135
6. Catálogos de equipos	137
6.1 Climatizadores.....	138
6.2 Fan-coils	145
6.3 Deshumectadora.....	148
6.4 Caldera.....	151
6.5 Máquina enfriadora.....	153
6.6 Bombas.....	155
6.7 Difusores y rendijas	159
6.8 Bomba de calor.....	163

Índice de ilustraciones:

Ilustración 1: esquema de las pérdidas del vaso de la piscina	24
Ilustración 2: esquema de un climatizador.....	49
Ilustración 3: esquema de un fan-coil genérico	51
Ilustración 4: esquema de una máquina deshumectadora	52

Índice de ecuaciones:

Ecuación 1: ley de Fourier	21
Ecuación 2: fórmula de Bernier	25
Ecuación 3: fórmula de Carreras.....	25
Ecuación 4: cálculo de las pérdidas por evaporación	26
Ecuación 5: cálculo de las pérdidas por radiación	26
Ecuación 6: cálculo de las pérdidas por convección.....	27
Ecuación 7: cálculo de las pérdidas por la renovación del agua del vaso.....	27
Ecuación 8: cálculo de las pérdidas por transmisión	28
Ecuación 9: cálculo de potencia necesaria para poner en régimen	28
Ecuación 10: energía renovable que produce la bomba de calor	35
Ecuación 11: cálculo del valor estacional del COP	35
Ecuación 13: cálculo de carga radiación solar de los cristales	38
Ecuación 14: cálculo de diferencia de temperatura equivalente	39
Ecuación 15: cálculo de cargas a través del muro exterior	39
Ecuación 16: cálculo de cargas en muros interiores	40
Ecuación 17: cálculo de cargas por ocupación	40
Ecuación 18: cálculo de cargas por iluminación y equipos	41
Ecuación 19: caudal de impulsión	41
Ecuación 20: diferencia de temperatura entre confort e impulsión	42
Ecuación 21: pérdida de carga por transmisión con muro exterior.....	42
Ecuación 22: factor de calor sensible (FCS).....	46
Ecuación 23: cálculo del volumen del vaso de expansión.....	72
Ecuación 24: cálculo del coeficiente de expansión.....	72
Ecuación 25: cálculo del coeficiente de presión	73

Índice de tablas:

Tabla 1: descripción constructiva del edificio.....	17
Tabla 2: caudales de aire exterior requeridos.....	18
Tabla 3: cálculo de caudal de aire exterior.....	18
Tabla 4: condiciones interiores de diseño de un local genérico	20
Tabla 5: condiciones interiores de diseño de un local con piscina climatizada	20
Tabla 6: características de los cerramientos	21
Tabla 7: coeficientes de orientación para cristales.....	22
Tabla 8: coeficientes de orientación para muros externos	22
Tabla 9: ocupaciones máximas	23
Tabla 10: ocupación máxima zona de vestuarios.....	23
Tabla 11: características de cada piscina.....	29
Tabla 12: datos para resolver ecuaciones de Bernier y Carreras.....	29
Tabla 13: resultados de las ecuaciones de Bernier y Carreras	29
Tabla 14: resultados de las pérdidas por evaporación.....	30
Tabla 15: datos para calcular las pérdidas por radiación.....	30
Tabla 16: resultados de las pérdidas por radiación.....	30
Tabla 17: datos para calcular las pérdidas por convección	31
Tabla 18: resultados de las pérdidas por convección	31
Tabla 19: datos para calcular las pérdidas por renovación.....	31
Tabla 20: resultado de calcular las pérdidas por renovación.....	32
Tabla 21: datos para calcular las pérdidas por transmisión.....	32



Tabla 22: resultados de calcular las pérdidas por transmisión	32
Tabla 23: pérdidas totales de las piscinas debido a su uso y mantenimiento.....	32
Tabla 24: potencia necesaria para poner en régimen de funcionamiento a las piscinas	33
Tabla 26: bomba de calor seleccionada para las piscinas	36
Tabla 28: resultados de las cargas de la piscina	43
Tabla 29: resultados de las cargas del vestuario masculino	44
Tabla 30: resultado de las cargas del vestuario femenino.....	45
Tabla 31: resultado de las cargas del vestuario niños	45
Tabla 32: requisitos del climatizador por zona	50
Tabla 33: requisitos para los fan-coils en las diferentes zonas.....	51
Tabla 34: requisitos para la deshumectadora	52
Tabla 35: requisitos de los climatizadores seleccionados	53
Tabla 36: características de las baterías	54
Tabla 37: modelo de fan-coil seleccionado y sus características	54
Tabla 38: requisitos batería calor del fan-coil.....	55
Tabla 39: requisitos batería frío del fan-coil	55
Tabla 40: modelo de deshumectadora seleccionado	56
Tabla 41: modelo de calefacción seleccionado	57
Tabla 42: modelo de enfriadora seleccionado.....	58
Tabla 43: número de circuitos secundarios por zona	60
Tabla 44: circuitos primarios.....	61
Tabla 45: resultado pérdida de carga circuito secundario fan-coils	62
Tabla 46: resultado pérdida de carga circuito secundario climatizadores.....	62
Tabla 47: resultado pérdida de carga circuito primario enfriadora	63
Tabla 48: resultado pérdida de carga circuito primario caldera	63
Tabla 49: selección de bombas circuito fan-coils	64
Tabla 50: selección de bombas circuito climatizadores	64
Tabla 51: selección de bomba circuito primario enfriadora.....	65
Tabla 52: selección de bomba circuito primario caldera.....	65
Tabla 53: características de los difusores seleccionados.....	68
Tabla 54: características de la rendija seleccionada.....	68
Tabla 55: características difusor piscina	68
Tabla 56: resultados del diseño de los conductos de impulsión.....	69
Tabla 57: resultado del diseño de los conductos de retorno en los vestuarios	70
Tabla 58: resultado del diseño de los conductos de retorno en la piscina.....	71
Tabla 59: resultado del diseño de los conductos de aire exterior.....	71

1. Memoria descriptiva

1.1 Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto es el diseño y cálculo de las instalaciones necesarias para climatizar un centro acuático en la ciudad de Jaén. El proyecto se ajustará a la normativa vigente, el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) y el Código Técnico de la Edificación (CTE), así como las normas de la UNE que sean aplicables a el proyecto y la normativa local, con especial cuidado en la parte de la piscina.

El documento estará compuesto de varias partes. En primer lugar, se encontrará una memoria descriptiva en la que se detallará el desarrollo del proyecto. Esta parte incluye una descripción del proyecto, los pasos tomados y ecuaciones aplicadas para el dimensionamiento de los elementos del sistema de climatización. A continuación, se encontrará los anexos donde se recogen tablas, catálogos y documentos empleados. En la parte de los planos se muestra las características de la instalación: redes de conductos, distribución de climatizadores, recorrido de tuberías, planos generales y esquema de principio de los equipos primarios. Finalmente se recoge el pliego de condiciones y el presupuesto, se especificará los equipos seleccionados, su proceso de instalación y el precio.

1.2 Normativa de aplicación

La normativa que se va a aplicar para el correcto desarrollo del proyecto y cumplimiento de todos los requisitos legales es:

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

1.3 Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Dentro de los objetivos de este proyecto está el de alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) planteados por la ONU, estos tienen como fin dar una oportunidad para que todos los países y sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos. Estos objetivos están dentro de la Agenda de 2030 y son un total de 17 que van desde la eliminación de la pobreza hasta el combate del cambio

climático, igualdad de la mujer, defensa del medio ambiente o el diseño de nuestras ciudades.

En este proyecto se ha señalado tres objetivos con los que se pueden alinear para promover esta iniciativa, dichos objetivos son:

- Agua limpia y saneamiento (*ODS número 6*): dentro de las metas de este objetivo está la de mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, para ello en este proyecto se optimizará el uso del agua, evitando usar agua potable en los circuitos de los sistemas de climatización del aire y tratando el agua de la piscina para que cuando se renueve no se vierta contaminantes.
- Energía asequible y no contaminante (*ODS número 7*): dentro de las metas de este objetivo está la de aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas y para ello en este proyecto se explorará las opciones de implantar el uso de energía solar y geotérmica para poder calentar el agua consumo sanitario (*ACS*) y de las piscinas.
- Producción y consumo responsables (*ODS número 12*): dentro de las metas de este objetivo está la de lograr la gestión sostenible y eficiente de los recursos naturales y para ello en este proyecto se optimizará el uso del agua de tanto la piscina como la de los sistemas de climatización. También habrá que plantear soluciones que reduzcan el consumo energético proveniente de fuentes no renovables.

1.4 Base de diseño

Una vez contextualizado el entorno que rodea el proyecto se pasará a describir las características principales del proyecto como su localización geográfica y, por lo tanto, sus condiciones climáticas o sus características constructivas, como el número de zonas a climatizar, sus dimensiones y el material de sus paredes.

1.4.1 Descripción del edificio

El edificio cuenta con tres plantas: sótano que está bajo rasante, planta principal o baja y la planta primera, que están sobre el rasante. Siendo de éstas tres la planta principal el objeto de nuestro proyecto.

En el sótano encontramos la zona de las instalaciones, en la que estarán todas las máquinas necesarias para que las piscinas funcionen correctamente y estén perfectamente

climatizada. También encontramos la zona de los vestuarios de los monitores del polideportivo. En esta zona la altura libre varía debido a que el vaso de las piscinas está enterrado en el sótano.

En la planta baja se sitúan las dos piscinas y sus playas, el spa, los vestuarios y otros recintos. Las piscinas pese a estar en el mismo recinto no tienen la misma altura ya que la piscina semiolímpica tiene un techo de doble altura y por lo tanto alcanza una altura libre de 6,35 metros, mientras que la piscina pequeña alcanza una altura libre de 3,35 metros.

Finalmente, en la primera planta cuenta con diferentes zonas de actividades además de salas de espera, en esta planta la altura libre varía entre 4,25 y 3 metros debido a la inclinación de la chapa del tejado.

A continuación, en la Tabla 1 se detalla aproximadamente las diferentes superficies del edificio:

Tabla 1: descripción constructiva del edificio

	Útil (m ²)	Construida (m ²)	Edificable (m ²)
<i>Superficie bajo rasante</i>			
Planta Sótano	1.363,95	1.433,60	0,00
<i>Superficie sobre rasante</i>			
Centro deportivo Pl. baja	2.005,10	2.171,20	2.171,20
Módulo instalaciones Pl. baja	227,65	239,80	0,00
Porche edificio	32,40	32,40	32,40
Centro transformación	18,15	23,70	0,00
Centro deportivo Pl. primera	1.463,40	1.600,70	1.600,70
<i>Superficie total</i>	5.110,65	5.501,40	3.804,30

1.4.2 Condiciones de funcionamiento de la instalación

El edificio en general tiene un horario de funcionamiento normal de cualquier polideportivo municipal, de lunes a domingo. Se estima un uso entre semana de 13 horas diarias y los fines de semanas de 12 horas diarias, para un total de 4.628 horas de funcionamiento anual.

1.4.3 Condiciones de ventilación

Siguiendo la norma expuesta en el RITE, en el apartado IT 1.1.4.2.3 que trata sobre el caudal mínimo del aire exterior de ventilación describe las condiciones mínimas de ventilación para zonas climatizadas.

Dentro de este apartado en el epígrafe E se describe los requisitos del método de dilución, el cuál es el recomendado para locales en los que existen emisiones de materiales contaminantes como las piscinas climatizadas cubiertas. Entre los requisitos está:

- Aire exterior de ventilación necesario será 2,5 dm³/s por m² de superficie de la lámina de agua y de playa
- Habrá que añadir el caudal necesario para controlar la humedad relativa
- El local se mantendrá con una presión negativa de entre 20 a 40 Pa con respecto a locales contiguos

Además, en el mismo apartado del RITE en el mismo apartado se especifica que las piscinas forman parte de la categoría *IDA 2* en cuanto a calidad de aire, es decir, una calidad de aire buena y que requiere un caudal exterior que se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2: caudales de aire exterior requeridos

Categoría	dm³/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Por lo tanto, habrá que calcular ambos caudales de aire exterior y utilizar el que satisfaga ambas condiciones, que en este caso será el del epígrafe E del IT 1.1.4.2.3 ya que como se muestra en la siguiente tabla es el mayor:

Tabla 3: cálculo de caudal de aire exterior

Requisito	m³/h
Epígrafe E	6.815,16
IDA 2	6.795

En cuanto a la zona de los vestuarios el RITE lo clasifica dentro de IDA 3 y por lo tanto se requiere un caudal de aire exterior mínimo de $8 \text{ dm}^3/\text{s}$ por persona que equivaldría a $28,8 \text{ m}^3/\text{h}$ persona.

1.4.4 Condiciones exteriores de cálculo

El edificio se sitúa en la ciudad de Jaén. Esta ciudad se clasifica como una zona C4 dentro de las zonas climáticas descritas en el apéndice D del *CTE: Zonas Climáticas*.

Las condiciones exteriores de cálculo que se han tenido en cuenta para la instalación son las indicadas en la Norma UNE 100-001 y 100-014, y por su ubicación, los datos de los que se parten son los siguientes:

- Latitud: $37^\circ 46' 40''$
- Longitud: $03^\circ 48' 27''$ W
- Altitud sobre el nivel del mar: 580 metros
- Nivel sonoro: De acuerdo a las Ordenanzas Municipales

Además de estos datos podemos conocer otros como las condiciones atmosféricas de esta zona en invierno y verano:

Invierno:

- Temperatura seca: $2,6 \text{ }^\circ\text{C}$
- Nivel de percentil: 99%

Verano:

- Temperatura seca (*TS*): $36 \text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatura húmeda (*TH*): $23,4 \text{ }^\circ\text{C}$
- Nivel de percentil: 0,4%
- Oscilación Media Diaria (*OMD*): $13 \text{ }^\circ\text{C}$
- Oscilación Media Anual (*OMA*): $35,2 \text{ }^\circ\text{C}$

1.4.5 Condiciones interiores de cálculo

Las condiciones interiores de climatización del edificio dependen de diversos factores como el tipo de uso que se le dé, la iluminación, la ocupación y los materiales de los cerramientos.

El objetivo, por lo tanto, del proyecto es diseñar un sistema que genera que se cumplan las condiciones de confort óptimas que están descritas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios en la normativa IT 1.1.4.1: Exigencias de Calidad Térmica del Ambiente, en ella se detalla tanto la temperatura como la humedad relativa que requiere el local. En la Tabla 4 se muestra las condiciones interiores de diseño de un local genérico:

Tabla 4: condiciones interiores de diseño de un local genérico

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	25	50
Invierno	22	45

En el caso de locales con una piscina climatizada el RITE especifica unas condiciones de diseño más exigentes: en estos locales la temperatura seca tendrá que estar 1°C o 2 °C por encima de la del vaso, con un máximo de 30 °C. En cuanto a la humedad relativa del local se tendrá que mantener por debajo de 65% para evitar que se formen condensaciones en los cerramientos del local. Por lo que la zona de la piscina se diseñará para cumplir con los requisitos que se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5: condiciones interiores de diseño de un local con piscina climatizada

Zona	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Piscina	27	60

Siguiendo las indicaciones del RITE previamente descritas habrá que climatizar la piscina a 25°C, tanto la piscina de dimensiones semiolímpica como la de menor tamaño.

Además de limitar la temperatura y la humedad relativa el RITE fija unos límites a la velocidad media del aire que están entre 0,15 y 0,24 m/s dependiendo de la estación.

En el caso de la zona de la piscina se climatizará de la misma forma todo el año generando así un estado de equilibrio en la zona.

1.4.6 Características constructivas

Concluido el análisis de las condiciones interiores del edificio se pasará a estudiar sus características constructivas, para ello se empezará presentando los coeficientes de transmisión de los cerramientos, que dependen de los materiales.

Estos coeficientes vienen determinados por la ley de Fourier (Ecuación 1) y definen el flujo de calor existente entre dos superficies paralelas unitarias por unidad de tiempo cuando existe un gradiente de temperatura unitario.

$$K = \frac{\dot{q}}{|\nabla T|}$$

Ecuación 1: ley de Fourier

Otro factor que se estudia en este apartado es el de el factor de ganancia solar (FGS) que es la relación entre la energía total que incide sobre el cristal y la energía que afecta al edificio, es decir, la energía que atraviesa al cristal. Este efecto puede llegar a ser beneficioso en invierno ya que ayudará a mantener la temperatura del edificio, mientras que será perjudicial en verano y, por lo tanto, se deberá tener en cuenta para el dimensionamiento de las instalaciones.

En la Tabla 6 se muestra tanto los coeficientes para los distintos materiales presentes en los cerramientos del edificio como el factor de ganancia solar en el caso de los cristales:

Tabla 6: características de los cerramientos

	Coefficientes de transmisión [Kcal/h.m².°C]	Factor solar [admin]
Cristales	3,32	0,48
Muros exteriores	0,51	
Tabiques	1,55	
Tejados	0,36	
Suelos interiores	1,00	
Suelos exteriores	1,10	
Puertas	2,00	

1.4.6.1 Coeficientes por orientaciones

El efecto del viento se ha de medir de cara a las pérdidas de invierno en las que no se tienen en cuenta el factor de ganancia solar. Dicho efecto depende también del material siendo diferente para cristales y muros.

A continuación, en la siguiente tabla se muestra el coeficiente por orientación que se utilizará en cristales:

Tabla 7: coeficientes de orientación para cristales

Orientación	Coeficiente
Norte	35 %
Noreste	35 %
Este	25 %
Sureste	15 %
Sur	-
Suroeste	10 %
Oeste	20 %
Noroeste	25 %

Para los muros exteriores se utilizarán los siguientes coeficientes de orientación:

Tabla 8: coeficientes de orientación para muros externos

Orientación	Coeficiente
Norte	20 %
Noreste	20 %
Este	15 %
Sureste	10 %
Sur	-
Suroeste	5 %
Oeste	10 %
Noroeste	15 %

1.4.6.2 Nivel de ocupación e iluminación

De cara a estudiar la ocupación de la zona de la piscina haremos una serie de asunciones: la ocupación máxima de la piscina suele estimarse de 0,2 nadadores por cada metro cuadrado. En el caso de este edificio se puede ver en los planos que la playa es una zona de paso por lo que su ocupación puede que sea igual que la de las piscinas e incluso superior por la necesidad de socorristas y monitores en la zona.

Con estas afirmaciones podemos concluir que las ocupaciones máximas en cada piscina y las playas son:

Tabla 9: ocupaciones máximas

Zona	Ocupación máxima (personas)
Piscina grande	60
Piscina pequeña	14
Playas	77

Una vez conocido el número de personas en cada zona las cargas medias establecidas por ocupación e iluminación han sido:

- Personas: 60 Kcal/h sensible
- Personas: 55 Kcal/h latente
- Iluminación y maquinas: 20 W/m²

En cuánto a la zona de los vestuarios, para conocer los requisitos de ocupación máxima se utilizará el número de taquillas disponibles, por lo tanto, la ocupación quedaría de la siguiente forma:

Tabla 10: ocupación máxima zona de vestuarios

Zona	Ocupación máxima (personas)
Vestuario masculino	197
Vestuario femenino	245
Vestuario de niños	44

1.5 Cálculo de las necesidades para mantener la temperatura del agua del vaso

La primera tarea que se llevará a cabo en el proyecto será el determinar las cargas relacionadas con el uso de las piscinas, dichas cargas dependerán de las condiciones ambientales, el número de bañistas y la situación geográfica de la piscina, en este caso Jaén.

1.5.1 Estudio de los cálculos

En el caso de una piscina el agua que contiene el vaso sufre pérdidas de calor debido a varias causas: transmisión con las paredes del vaso, renovación del agua con otra proveniente de la red, convección con el aire del local, radiación y la más importante evaporación. Todas estas causas se muestran en el esquema de la Ilustración 1.

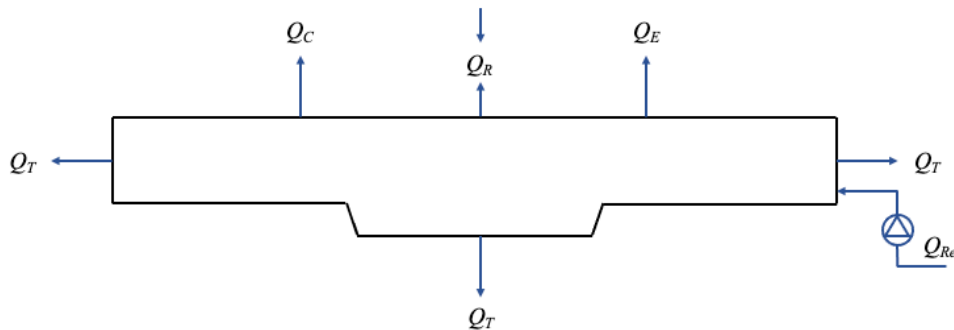


Ilustración 1: esquema de las pérdidas del vaso de la piscina

Estas pérdidas dependen de varias variables como: la temperatura del agua de la piscina, la temperatura y humedad del aire ambiente, ocupación de la piscina y las características constructivas del vaso

1.5.2 Cálculo del agua evaporada durante el uso de instalaciones

El primer cálculo que se va a llevar a cabo es la cantidad de agua que se va a evaporar debido al uso de la piscina y las condiciones ambientales, para ello existen dos fórmulas la de Bernier y la de Carreras que nos darán el valor de la cantidad de kilogramos de agua que se evaporan cada hora.

La evaporación de dicha agua es causada principalmente por los bañistas y su actividad, ya que causan que la interacción entre el agua y el aire del ambiente sea en régimen turbulento provocando la evaporación. Por lo tanto, es de esperar que el caso de mayor evaporación sea en el caso de una ocupación total al haber mayor actividad y el valor de dichas pérdidas será el que se utilice para el dimensionamiento de la instalación.

Otro factor clave en el proceso de evaporación del agua del vaso es la velocidad del aire sobre la lámina de agua. Cuánto más alta sea dicha velocidad mayor será la evaporación. Esto se debe evitar no solo por las pérdidas sino porque evitará que se consiga el confort de las personas en el recinto.

Además de los factores ya descritos también hay que tener en cuenta otros que pueden generar un aporte extra de humedad.

Uno de estos factores es la carga latente de los bañistas que en el caso de estar haciendo un ejercicio de alta intensidad hará que aumente la humedad. Otro factor es el aire exterior que sirve para ventilar que puede hacer que ayude a bajar la humedad o por el contrario aumentarla.

Conociendo los factores a tener en cuenta se presentan las ecuaciones de Bernier (Ecuación 2) y Carreras (Ecuación 3):

$$Me = S * [(16 + 133 * n) * (We - Ga * Wa)] + 0,1 * N$$

Ecuación 2: fórmula de Bernier

- S: superficie del vaso de la piscina
- W_e : humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del agua (kg agua/kg aire)
- W_a : humedad absoluta del aire saturado a la temperatura del aire interior (kg agua/kg aire)
- n: número de nadadores por m^2
- G_a : grado de saturación
- N: número total de ocupantes (espectadores)

$$Me = 9 * (W_e - W_a) * \left(1 + \frac{v}{1,2}\right) * S + 0,42 * n + 0,08 * N$$

Ecuación 3: fórmula de Carreras

- v: velocidad del aire sobre la lámina del agua

Una vez vistas ambas expresiones se puede confirmar que cuando mayor sea el número de bañista mayor será la masa de agua evaporada. Además, aunque sea leve el efecto de la gente que está en los alrededores de la piscina no es despreciable.

Destacar, que el efecto de a velocidad del aire está solo presente en la ecuación de Carreras y se buscará minimizarla en el diseño de las instalaciones ya que así reduciremos el valor de la evaporación.

1.5.3 Pérdidas por evaporación

Una vez conocido el valor de la cantidad agua evaporada en el caso más desfavorable, es decir, el de mayor ocupación se multiplicará dicho valor por el calor de vaporización del agua para obtener las pérdidas por evaporación.

$$Q_E = C_v * Me [W]$$

Ecuación 4: cálculo de las pérdidas por evaporación

- C_v : calor de vaporización del agua ($C_v = 676 \text{ W}\cdot\text{h}/\text{kg}$)
- Me : masa de agua evaporada por hora

Estas pérdidas serán una de las pérdidas más importantes y, por lo tanto, serán de las que nos ayuden a dimensionar el sistema de climatización ya que cuánto más evaporación haya más rápidamente disminuirá la temperatura del agua de la piscina.

1.5.4 Pérdidas por radiación

Para conocer el valor de las pérdidas por radiación se utiliza la ecuación de Stefan Boltzmann (Ecuación 5) que las calcula en función de la temperatura media de los cerramientos y la del agua elevadas a la cuarta potencia.

$$Q_R = D * E * (T_{ag}^4 - T_c^4) [W/m^2]$$

Ecuación 5: cálculo de las pérdidas por radiación

- D : constante de Stefan Boltzmann ($D = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}^4$)
- E : emisividad de la superficie, en el agua es 0,95
- T_{ag} : temperatura del agua (Kelvin)
- T_c : temperatura superficial de los cerramientos (Kelvin)

En una piscina cubierta como es la de este caso, la temperatura de los cerramientos es inferior a la de la del ambiente y lo normal es que la diferencia sea pequeña con la del agua. En todo caso hay que tener en cuenta la temperatura de los cerramientos ya que hay

casos en los que los cerramientos pueden ser altamente conductivos y en consecuencia la dicha temperatura altamente inferior a la del agua causando altas pérdidas y encareciendo las instalaciones en el medio-largo plazo considerablemente. Por lo tanto, habrá que evitar este tipo de cerramientos y por normal general estas pérdidas podrán considerarse despreciables.

1.5.5 Pérdidas por convección

Para calcular el valor de las pérdidas debido a convección se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_C = 0,6246 * (T_{ag} - T_a)^{4/3} [W/m^2]$$

Ecuación 6: cálculo de las pérdidas por convección

- T_a : temperatura del aire del recinto de la piscina

Como sucede con las pérdidas de radiación en el caso de piscinas cubierta las de convección son despreciables ya que la diferencia entre el agua del vaso de la piscina y la del ambiente tan pequeña. En todo caso al realizar los cálculos se ve que hay un aporte calorífico del ambiente a la piscina ya que la temperatura del aire es mayor que la del vaso de la piscina.

1.5.6 Pérdidas por renovación

Las pérdidas por renovación son una de las mayores en el caso de una piscina ya que conlleva renovar el 5% del agua diariamente para así satisfacer los requisitos higiénicos, dichas pérdidas se calculan con la siguiente expresión:

$$Q_{Re} = V_r * D * C_e * (T_{ag} - T_x) [KW dia]$$

Ecuación 7: cálculo de las pérdidas por la renovación del agua del vaso

- V_r : volumen de agua de renovación (m^3)
- D : densidad del agua ($D = 1000 \text{ kg}/m^3$)
- C_e : calor específico del agua ($C_e = 1,16 \text{ W}^*h/\text{kg}^*^{\circ}\text{C}$)
- T_x : temperatura del agua de la red

Las pérdidas como se muestran en la expresión anterior (Ecuación 7) dependen de la temperatura de agua de la red de Jaén y la temperatura del agua del vaso que se quiere alcanzar. En el caso de Jaén el caso más desfavorable será la época del año en la cual la temperatura de la red del agua sea de 9°C y por lo tanto habrá que diseñar las instalaciones para esa situación.

1.5.7 Pérdidas por transmisión

Las pérdidas por transmisión dependen de las características constructivas del vaso, si está enterrado o es visible, y del coeficiente de transmisión térmica del material empleado como se puede ver en la siguiente expresión:

$$Q_T = C_T * S * (T_{ag} - T_{ex}) [W/m^2]$$

Ecuación 8: cálculo de las pérdidas por transmisión

- C_T : coeficiente de transmisión entre muros y solera ($C_T = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- S : superficie del cerramiento del vaso
- T_{ex} : temperatura del exterior del cerramiento

En el caso de este proyecto la piscina, que es lo más habitual, el vaso es de hormigón, estará enterrado y construido dentro del propio sótano por lo que se puede suponer que la temperatura del cerramiento del vaso será similar a la del sótano, unos 15 °C.

1.5.8 Potencia necesaria para poner en régimen la piscina

Otro de los cálculos importantes en el dimensionamiento de las instalaciones de la piscina es el de la potencia necesaria para llenar la piscina y ponerla en régimen. Dicho cálculo se lleva a cabo con la siguiente expresión:

$$Q_{PR} = V * D * C_e * (T_{ag} - T_x) / t [KW]$$

Ecuación 9: cálculo de potencia necesaria para poner en régimen

- V : volumen del vaso de la piscina (m^3)
- t : tiempo de puesta en régimen (horas)

La expresión para este cálculo se asemeja a la de pérdidas por renovación, pero en vez de ser el 5% del volumen es el total. Además, este cálculo tiene en cuenta el número de horas que se tarda en llenar la piscina, que de normal está entre 48 y 72 horas.

1.5.9 Resultados

Una vez concluida la explicación de como se calculan las pérdidas se mostrará los resultados obtenidos. Se seguirá el mismo orden por lo que lo primero será determinar la cantidad de agua evaporada en cada piscina.

El complejo cuenta con dos piscinas con las dimensiones que se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 11: características de cada piscina

	Piscina semiolímpica	Piscina pequeña
Largo (m)	25	12,5
Ancho (m)	12,5	6
Área (m ²)	312,5	75
Volumen (m ³)	468,75	75

Conociendo ya las dimensiones de las piscinas y sus ocupaciones se pasa a calcular el valor de agua evaporada utilizando las ecuaciones de Bernier y Carreras:

Tabla 12: datos para resolver ecuaciones de Bernier y Carreras

	Piscina semiolímpica	Piscina pequeña
We (kg agua / kg aire)	0,02157	0,02157
Wa (kg agua / kg aire)	0,02439	0,02439
n (nadadores / m ²)	0,19	0,19
Ga	0,6	0,6
N	0	0
v (m/s)	0,2	0,2

Tabla 13: resultados de las ecuaciones de Bernier y Carreras

	Piscina semiolímpica	Piscina pequeña
--	-----------------------------	------------------------

Ecuación Bernier	0,029 kg/h*m ²	0,029 kg/h*m ²
Ecuación Carreras	-0,02 kg/h*m ²	-0,02 kg/h*m ²

Una vez conocido la cantidad de agua que se evapora por hora y metro cuadrado en cada una de las piscinas se puede a calcular el valor de las pérdidas que provoca dicha agua. Conociéndose M_e y sabiendo que el valor de C_v es 676 W*h/kg utilizará la Ecuación 4 para obtener el valor de dichas pérdidas que se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 14: resultados de las pérdidas por evaporación

	Piscina semiolímpica	Piscina pequeña
Pérdidas por m ²	199,08 W/m ²	199,08 W/m ²
Pérdidas totales	62,21 kW	14,69 kW

Viendo los resultados obtenidos se puede reafirmar la conclusión previamente dada de que estas serán una de las pérdidas más grande en la piscina. Especialmente si las comparamos con las de radiación descritas en la Ecuación 5 y que se muestran a continuación:

Tabla 15: datos para calcular las pérdidas por radiación

	Piscinas
D (Constante de Stefan-Boltzmann)	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$
E (Emisividad de la superficie)	0,95
T _{ag} (Temperatura del agua)	298 K
T _c (Temperatura de los cerramientos)	299 K

Tabla 16: resultados de las pérdidas por radiación

	Piscina semiolímpica	Piscina pequeña
Pérdidas por m ²	-5,73 W/m ²	-5,73 W/m ²
Pérdidas totales	-1,79 kW	-0,43 kW

Como se puede ver por los resultados no solo son despreciables en valor estas pérdidas, sino que también no son pérdidas sino ganancias. Esto se debe a que el ambiente está a mayor temperatura que la piscina (como indica la norma) los cerramientos también



están a mayor temperatura que el agua y, por lo tanto, el flujo de calor es del ambiente al agua.

Otra de las pérdidas que se puede considerar despreciables son las de convección que debido a la pequeña diferencia en el ambiente frente a la del agua. Los resultados de resolver la Ecuación 6 se mostrarán a continuación:

Tabla 17: datos para calcular las pérdidas por convección

	Piscinas
Temperatura del agua	298 K
Temperatura del ambiente	300 K

Tabla 18: resultados de las pérdidas por convección

	Piscina semiolímpica	Piscina pequeña
Pérdidas por m ²	-1,57 W/m ²	-1,57 W/m ²
Pérdidas totales	-0,49 kW	-0,12 kW

En la Tabla 18 se muestran las pérdidas como valores negativos, es decir, como ganancias ya que, aunque el resultado obtenido de la ecuación es positivo al tratarse de una ecuación en la que la diferencia de las temperaturas está elevada a un número par el resultado siempre va a ser positivo. Por esto hay que entender como es el flujo de calor y en este caso al estar a mayor temperatura el ambiente que el agua, será el ambiente quien ceda y el agua quien capta el calor, es decir, que la piscina recibirá una ganancia calorífica, aunque como hemos dicho antes dicha ganancia será despreciable.

Concluido el cálculo de las pérdidas por convección y siguiendo el orden previamente utilizado en el proyecto se calculará las pérdidas por renovación. Como se verá a continuación dichas pérdidas no se podrán considerar despreciables ya que son las segundas en valor en este caso. Los resultados de dichas pérdidas aplicar la Ecuación 7 se muestran a continuación:

Tabla 19: datos para calcular las pérdidas por renovación

	Piscinas
D (Densidad del agua)	1.000 kg/m ³
Ce (Calor específico del agua)	1,16 W*h/kg*°C

Tx (Temperatura del agua de la red)	9 °C
-------------------------------------	------

Tabla 20: resultado de calcular las pérdidas por renovación

	Piscina semiolímpica	Piscina pequeña
Pérdidas por m ³	928 W*h/m ³	928 W*h/m ³
Pérdidas totales diarias	18,13 kW día	2,90 kW día

Por último, quedaría estudiar de las pérdidas de las piscinas en uso normal las pérdidas por transmisión que se darán a través del vaso de la piscina que como se ha descrito previamente está construido enterrado en el sótano y debido a eso habrá que tener en cuenta la temperatura del sótano para calcular dichas pérdidas. El resultado de calcular las pérdidas de transmisión se muestra a continuación:

Tabla 21: datos para calcular las pérdidas por transmisión

	Piscina semiolímpica	Piscina pequeña
S (superficie del vaso)	425 m ²	112 m ²
Ct (coeficiente de transmisión)	1,5 W/m ² *K	1,5 W/m ² *K
Tex (temperatura del sótano)	288 K	288 K

Tabla 22: resultados de calcular las pérdidas por transmisión

	Piscina semiolímpica	Piscina pequeña
Pérdidas por m ²	15 W/m ²	15 W/m ²
Pérdidas totales	6,38 kW	1,68 kW

Concluido el cálculo de las pérdidas por transmisión y antes de calcular la potencia necesaria para poner en marcha la piscina se muestra en la Tabla 23 el valor de la carga total necesaria para hacer frente a las pérdidas que se producen debido al uso y mantenimiento de las dos piscinas:

Tabla 23: pérdidas totales de las piscinas debido a su uso y mantenimiento

	Piscina semiolímpica	Piscina pequeña
Pérdidas totales	84,43 kW	18,73 kW

Por último, habrá que determinar la potencia necesaria para poner en funcionamiento. Para ello como se explicó previamente primero hay que definir el número de hora que van a ser necesarias para llenar las piscinas que en el caso de este proyecto van a ser 96 horas, ya que de haber escogido 72 la potencia requerida sería muy superior a la de las pérdidas y, por lo tanto, no tendría mucho sentido escoger unos aparatos solo para la puesta en funcionamiento de las piscinas. Conociendo este dato se puede calcular la potencia necesaria para poner en régimen la piscina:

Tabla 24: potencia necesaria para poner en régimen de funcionamiento a las piscinas

	Piscina semiolímpica	Piscina pequeña
Potencia necesaria por m ³	193,33 W/m ³	193,33 W/m ³
Potencia total necesaria	90,63 kW	14,5 kW

1.6 Climatización del agua del vaso

1.6.1 Requisitos del CTE para climatizar la piscina

Una vez concluido con las necesidades para mantener la temperatura del agua de vaso hay que estudiar los requisitos de la regulación actual. Por ello hay que centrarse en los cambios introducidos debido a la actualización en diciembre del 2019 del *Código Técnico de la Edificación (CTE)* y más en detalle al apartado 4 del Documento Básico sobre el “Ahorro de Energía”, el DBHE 4, que es el que aplica a este apartado del proyecto.

En este apartado se trata la contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria y tiene como ámbito de aplicación entre otras cosas las piscinas cubiertas. Dentro del apartado se cuantifica esa aportación con las siguientes exigencias:

1. La contribución mínima de energía procedente de fuentes renovable cubrirá al menos el 70% de la demanda energética de las piscinas climatizadas, a partir de los valores mensuales, cuando la demanda sea mayor de 5.000 litros diarios. Se considerará únicamente la aportación renovable de la energía con origen in situ o en las proximidades del edificio, o procedente de biomasa sólida.
2. Las fuentes renovables que satisfagan la contribución renovable mínima pueden estar integradas en la propia generación térmica del edificio o ser accesibles a través de la conexión a un sistema urbano de calefacción.

3. Las bombas de calor destinadas a la climatización de piscina, para considerar su contribución renovable, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional ($SCOP_{dhw}$) superior a 2,5 cuando sean accionados eléctricamente y superior 1,15 cuando sean accionados mediante energía térmica. El $SCOP_{dhw}$ se determinará para para la temperatura de preparación del ACS, que no será inferior a 45 °C.
4. La contribución renovable mínima para la climatización de piscinas cubiertas podrá sustituirse parcial o totalmente por energía residual procedente equipos de refrigeración, de deshumectadoras y del calor residual de combustión del motor de bombas de calor accionadas térmicamente, siempre y cuando el aprovechamiento de esta energía residual sea efectiva y útil para el ACS. Únicamente se tomará en consideración la energía obtenida por la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio. En el caso de recuperación de energía residual procedente de equipos de refrigeración en edificios residenciales, no se podrá contabilizar un aprovechamiento de energía superior al 20% de la extraída.

1.6.2 Solución para climatización

Estudiado las pérdidas de calor que se producen en el vaso de la piscina y los requisitos de la actualización se pasa a buscar una solución que cumpla todas las necesidades y para ello se ha elegido una bomba de calor.

Una bomba de calor es un ciclo de Rankine inverso en el que se considera útil el calor disipado del ciclo. Se puede clasificar las bombas de calor en los siguientes tipos:

- Aire/Aire: el calor no útil se intercambia con el ambiente y se produce una corriente de aire caliente (invierno) o frío (verano).
- Aire/Agua: el calor no útil se intercambia con el ambiente, pero se produce agua caliente (invierno) o fría (verano).
- Agua/Aire: el calor no útil se intercambia con el agua procedente de la red produciendo aire caliente (invierno) o frío (verano).
- Agua/Agua: tanto el calor útil como el no útil se intercambian con corrientes de agua.

En el caso del proyecto se va a utilizar Aire/Agua. Siendo el aire del exterior el que se utiliza para calentar el agua de la piscina.

Las bombas de calor son un ciclo inverso que capta energía de baja temperatura del medio ambiente en forma de calor, y junto al trabajo del compresor, y lo entrega a la demanda convertido en calor de alta temperatura. Se puede considerar como energía renovable si se emplea para producir calor.

La Unión Europea establece unos criterios que determinan la cantidad de energía que se puede considerar renovable y viene determinado por:

$$E_{Renov} = Q_{usable} * \left(1 - \frac{1}{SPF}\right)$$

Ecuación 10: energía renovable que produce la bomba de calor

Donde:

- SPF: valor estacional del COP
- Q_{usable} : calor útil producido por la bomba

El valor estacional del COP se calcula usando la siguiente expresión:

$$SPF = COP_{nominal} * FC * FP$$

Ecuación 11: cálculo del valor estacional del COP

Donde:

- FC: factor de corrección (0,8 por zona climática C)
- FP: factor de ponderación (1 por condensación a 45°C y COP misma temperatura)

Sin embargo, la reglamentación europea solo considera energía renovable la del evaporador de las bombas de calor en modo calefacción y, por lo tanto, podría haber problemas para llegar a los requisitos del CTE, ya que Jaén está en lo que la Unión Europea considera clima cálido y estima que solo hay un 10% de calefacción.

Pero al tratarse de climatizar la piscina se podrá considerar que funciona constantemente modo calefacción y, en consecuencia, satisfacer los requisitos de la actualización del CTE.

Conocido ya todos los requisitos se puede pasar a seleccionar la bomba de calor que se va a utilizar para este proyecto. A continuación, en la siguiente tabla se muestra la bomba seleccionada:

Tabla 25: bomba de calor seleccionada para las piscinas

	Bomba de calor
Modelo	Z950 120
Potencia aportada	110 kW
COP	4,6
Gas refrigerante	R134a
Unidades	1

Se ha seleccionado esta bomba porque cumple con la demanda de agua caliente que exige. Además, en cuanto a la cantidad de energía que consume que puede considerarse renovable, esta bomba de calor tiene un SPF de 3,7 lo que hace que se pueda considerar que el 73% de la energía que consume es renovable.

El 73% es suficiente para satisfacer el CTE, ya que se alcanzan los 5.000 litros diarios, por lo que no será necesario instalar otra fuente de energía renovable.

En cuanto al funcionamiento de esta bomba de calor, como se ha comentado previamente es una bomba aire/agua, por lo que no es necesario instalar un intercambiador de calor de placas que sería la solución más común en el caso de utilizar una bomba de calor que fuese aire/aire.

En cuanto al circuito que requeriría al ser una bomba de calor aire/agua se simplificaría ya que no necesitaría conductos de aire de impulsión o retorno, sino que solo necesitaría captar aire del ambiente. En cuanto al circuito de tuberías, solo necesitaría el secundario, ya que el primario iría dentro de la bomba de calor. Esta máquina también incluye la bomba de impulsión del agua por lo que tampoco habría que seleccionarla.

1.7 Cálculo de cargas del ambiente

Concluido el estudio sobre las necesidades de ACS de la zona de vestuarios y el estudio de los requisitos y pérdidas que se producen en el vaso de las piscinas se pasa a estudiar el ambiente de las diferentes zonas. Para ello y como forma de simplificar el estudio se tratará la zona de la piscina como se trata cualquier otra zona y, por lo tanto, no se tendrá en cuenta el efecto del agua del vaso.

Para el cálculo de cargas es indispensable comprender las aportaciones tanto interiores como exteriores. Las exteriores son el conjunto de cargas que se producen en el edificio por la diferencia de temperatura entre el local y el exterior. Depende de factores como la insolación de cristales y muros, los coeficientes de transmisión de los materiales presentes en el edificio o la orientación del edificio.

En cuanto a las interiores se deben a factores como la ocupación de dicho local o por elementos internos como iluminación, maquinaria, ordenadores...Añadir también que tanto las cargas debidas a aportaciones exteriores como a las interiores pueden ser sensibles, si afectan a la temperatura de la sala, o latentes si afectan a la humedad relativa.

Las cargas no solo dependerán de si son exteriores o interiores sino también de la estación del año. En invierno se deberá combatir la pérdida de carga y es por ello por lo que la calefacción hace frente a las cargas sensibles, ya que las latentes no afectarán a la instalación.

En verano, por el contrario, se hará frente a combatir la ganancia de carga en la sala. Además, habrá que prestar atención a las cargas latentes y la sensibles ya que siempre serán desfavorables para la instalación.

1.7.1 Cargas de verano

Para el diseño de la instalación de refrigeración habrá que calcular las cargas de verano y para ello se tendrá en cuenta todos los factores que supongan un aporte de calor a la sala, como:

- Ganancia debida a la radiación solar a través de los cristales, en la que habrá que tener en cuenta tanto la orientación de dicho cristal como la superficie.
- Ganancia debido a la radiación solar a través de muros exteriores y tejados, que tendrán los mismos requisitos que los cristales.
- Ganancias por transmisión en paredes exteriores y techos, en las que habrá que tener en cuenta el material de los muros.
- Ganancias entre local y local no climatizados.
- Ganancias debido a la ocupación del local y la actividad de las personas que lo ocupan.
- Ganancia debida a iluminación y otros equipos.

A continuación, se pasa a estudiar como calcular dichas cargas en mayor detalle.

1.7.1.1 Cargas debido a la radiación solar en cristales

Esta carga se trata de una externa y es imprescindible si se quiere dimensionar correctamente las instalaciones de refrigeración. En los cristales, además de una transmisión a través del propio material, se da una entrada de calor a la sala y depende de diferentes factores que se han descrito previamente:

- Orientación del edificio
- Hora solar
- Momento del año

Para calcular, por lo tanto, la carga se aplicará la siguiente ecuación:

$$Q_{cristal} = S * GS * FGS$$

Ecuación 12: cálculo de carga radiación solar de los cristales

- Q: carga térmica (Kcal/h)
- S: superficie total de cristal (m²)
- GS: parámetro para tener en cuenta la latitud (viene tabulado en la plantilla)
- FGS: factor de ganancia solar (1.4.6.1 Coeficientes por orientaciones)

1.7.1.2 Carga debido a la radiación solar y transmisión de muros

Esta también es otra de las cargas externa, en la que los muros se ven afectados por una inercia térmica, que depende del espesor del material y su densidad. Este efecto lo que muestra es la acumulación de calor que hay presente en los cerramientos que afecta a la transmisión de calor, ralentizándola y disminuyendo el valor máximo del flujo térmico. En caso de tener el muro un gran paso térmico, se podrá considerar permanente la transmisión de calor y será la diferencia media de temperatura entre sus dos caras.

De cara a tener en cuenta el efecto de inercia térmica en el cálculo de cargas en el edificio se usa el método de la diferencia equivalente de temperaturas que tiene en cuenta:

- La diferencia de temperatura entre el exterior e interior
- Inercia térmica de los muros
- Variación cíclica de la radiación solar y de la temperatura
- Grado de absorción de la radiación solar del material

La diferencia de temperatura equivalente que se ha de calcular se hará de la siguiente forma:

$$\Delta T_{eqc} = a + \Delta T_{eqs} + FC * (\Delta T_{eqm} - \Delta T_{eqs}) * \frac{Rs}{Rm}$$

Ecuación 13: cálculo de diferencia de temperatura equivalente

Donde:

- ΔT_{eqc} : diferencia equivalente de temperatura corregida
- a: corrección de las diferencias por salto de temperatura entre exterior e interior y por oscilación diaria
- ΔT_{eqs} : diferencia equivalente de temperatura a la sombra y a la hora del cálculo
- FC: factor de corrección por color en los cerramientos
- Rs: máxima insolación debido al mes de cálculo, a través de una superficie con la orientación correspondiente
- Rm: máxima insolación debido al mes de julio, a través de una superficie con la orientación correspondiente

Conocida la diferencia equivalente de temperatura la carga por radiación del muro se calculará como:

$$Q_{muro\ ext} = S * \Delta T_{eq} * K$$

Ecuación 14: cálculo de cargas a través del muro exterior

Donde:

- S: superficie total del muro exterior
- K: coeficiente de transmisión del muro

1.7.1.3 Carga debido a la transmisión en muros interiores

En el caso de estas cargas solo se tendrán en cuenta aquellas que tengan que ver con muros que separan el local estudiado con locales no climatizados, ya que entre locales climatizados no existirá transmisión de calor entre las dos salas.

Estas cargas se calcularán mediante la siguiente expresión:

$$Q_{muros\ int} = S * K * \Delta T$$

Ecuación 15: cálculo de cargas en muros interiores

Donde:

- ΔT : diferencia de temperatura entre locales. Se tomará una diferencia de temperatura de la mitad de la diferencia con el exterior

1.7.1.4 Carga debido a la ocupación

Se trata de una carga interior y depende del número de personas presentes en el local (1.4.6.2 Nivel de ocupación e iluminación) y su metabolismo en función de la actividad que realice.

Estas cargas afectan tanto al calor sensible como al latente, disparándolo. La proporción de calor latente en que lo suba dependerá de la temperatura de la sala, a mayor temperatura mayor será la proporción de calor latente generado.

Estas cargas se calcularán utilizando la siguiente expresión:

$$Q_{ocupación} = n^{\circ}\ de\ personas * P_{disipada}$$

Ecuación 16: cálculo de cargas por ocupación

Donde:

- $P_{disipada}$: potencia sensible o latente disipada

1.7.1.5 Cargas por iluminación y equipos

Se tratan de unas cargas sensibles e interiores. Suelen tener un tamaño significativo por lo que es importante estimarlas con precisión.

Para determinar dicha carga se usa la siguiente expresión:

$$Q_{ilu\ y\ equipos} = P_{disipada} * S * 0,86$$

Ecuación 17: cálculo de cargas por iluminación y equipos

Además, hay que tener en cuenta que el calor sensible desprendido por los equipos en los locales donde existan se tendrá que sumar a la carga sensible total.

1.7.1.6 Caudal de impulsión

Conocida las cargas de verano, tanto las sensibles como las latentes, se puede determinar el caudal de impulsión necesario para combatir dichas cargas, para ello se utilizará principalmente el calor sensible.

Para calcular el caudal habrá que conocer el factor de bypass de las baterías, que se define como una porción de la masa de impulsión que pasa de largo en la batería y que sale en las mismas condiciones en las que entró. En el proyecto se le ha dado un valor al factor de bypass de un 15%. Cuánto mayor será el factor de bypass menor será el efecto de la batería de frío en el flujo y, en consecuencia, menor serán las cargas que puede hacer frente.

A parte del factor de bypass hay que seleccionar una temperatura de impulsión o ADP que será igual para todas las salas. Esta temperatura será determinante a la hora de obtener el caudal de impulsión ya que a mayor temperatura de impulsión mayor será el caudal de impulsión y, por tanto, mayor será el caudal de retorno. En el proyecto se ha elegido una temperatura de impulsión de 12°C.

Una vez explicados los factores principales que determinan el valor del caudal de impulsión se puede escribir la expresión para determinar el valor:

$$Q_{imp} \left(m^3/h \right) = \frac{C_s}{\Delta T * C_v}$$

Ecuación 18: caudal de impulsión

Donde:

- C_s : calor sensible (Kcal/h)
- ΔT : diferencia de temperatura interior de confort y la de impulsión
- C_v : calor específico del aire (0,3 Kcal/(m³*h))

Para calcular la diferencia entre la temperatura interior de confort y la de impulsión hay que aplicar la siguiente ecuación:

$$\Delta T = (1 - F_{BYPASS}) * (T_{confort} - ADP)$$

Ecuación 19: diferencia de temperatura entre confort e impulsión

1.7.2 Cargas de invierno

Para el diseño de las instalaciones de calefacción habrá que primero determinar las cargas de invierno, que serán aquellas que supongan una pérdida de calor en la sala. Debido a esto no se tendrá en cuenta las cargas latentes, ya que siempre favorecen el aumento de la temperatura. Por lo tanto, solo se calcularán las cargas sensibles, que incluyen:

- Pérdidas por transmisión en paredes exteriores y techos, teniendo en cuenta las características de los materiales del edificio y la orientación.
- Pérdidas por transmisión entre el local y locales no climatizados.

No se estudiará la transmisión de calor entre salas climatizadas, ya que como en el caso de las cargas de verano se pueden suponer despreciables.

1.7.2.1 Cargas debido a la transmisión en muros

La diferencia de temperatura entre el muro exterior del edificio y el interior puede llegar a provocar en invierno una pérdida de carga exterior. Para poder hacer funcionar el sistema de calefacción la temperatura exterior ha de ser siempre inferior a la exterior.

En el caso de las pérdidas de carga de invierno se ha de tener en cuenta el factor del viento (1.4.6.1 Coeficientes por orientaciones) a diferencia de las cargas de verano donde el factor predominante es el factor de ganancia solar.

Sabiendo esto, se aplicará la siguiente expresión para calcular las pérdidas de cargas por transmisión en los muros exteriores:

$$Q_{trans\ muro} = K * S * \Delta T * fv$$

Ecuación 20: pérdida de carga por transmisión con muro exterior

Donde:

- K: coeficiente de transmisión del muro ($W/m^2 \cdot K$)
- S: superficie total del muro (m^2)
- T: diferencia de temperatura entre el interior y el exterior
- fv: factor del viento

1.7.2.2 Carga debido a transmisión de muros interiores

Se utilizará la Ecuación 15 como en el apartado 1.7.1.3 Carga debido a la transmisión en muros interiores para obtener las pérdidas por transmisión en muros interiores.

1.7.3 Resultados obtenidos para las cargas del ambiente

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada zona en las diferentes estaciones del año. Para mayor detalle de los resultados habrá que ir al apartado 5. Anexos donde se muestran las tablas de Excel donde se han hecho los cálculos.

1.7.3.1 Resultados de la zona de la piscina

Para dimensionar las cargas de la piscina se ha determinado que la pared suroeste del edificio es de cristal y que la pared noroeste de la zona que linda con un cuarto de instalaciones es un tabique que limita con una zona no climatizada. En total habrá que climatizar un área de $757 m^2$.

En cuanto a la ocupación de dicha zona se ha descrito previamente en el apartado 1.4.6.2 Nivel de ocupación e iluminación.

Por lo tanto, con todas las características ya descritas se obtienen los resultados mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 26: resultados de las cargas de la piscina

	Cargas verano	Pérdidas invierno
Carga Latente	21.681 W	-
Carga Sensible	80.901 W	25.733 W
Caudal impulsión	18.186 m^3/h	-

A las cargas latentes de verano habrá que añadir las cargas por evaporación producidas en el vaso de la piscina que irán a parar al ambiente. Dichas cargas son 79.907 W, por lo tanto, hacen un total de 98.588 W.

Para mayor detalle del cálculo habrá que ir al apartado 5.1.1 Zona de la piscina y 5.2.1 Zona de la piscina.

1.7.3.2 Resultados de la zona del vestuario masculino

Para dimensionar las cargas del vestuario masculino se ha determinado que las paredes lindan con locales climatizados y, por lo tanto, no hay pérdidas ni por transmisión ni radiación por ellas. En total habrá que climatizar un área de 236,9 m².

En cuanto a la ocupación de dicha zona se ha descrito previamente en el apartado 1.4.6.2 Nivel de ocupación e iluminación.

Por lo tanto, con todas las características ya descritas se obtienen los resultados mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 27: resultados de las cargas del vestuario masculino

	Cargas verano	Pérdidas invierno
Carga Latente	15.943 W	-
Carga Sensible	31.869 W	4.735 W
Caudal impulsión	8.266 m ³ /h	-

Para mayor detalle del cálculo habrá que ir al apartado 5.1.2 Zona de vestuarios masculinos y 5.2.2 Zona de vestuarios masculinos.

1.7.3.3 Resultados de la zona del vestuario femenino

Para dimensionar las cargas del vestuario femenino se ha determinado que la pared sureste del edificio es un tabique por lo que habrá cargas de transmisión mientras que el resto de las paredes están en contacto con locales climatizados. En total habrá que climatizar un área de 243,7 m².

En cuanto a la ocupación de dicha zona se ha descrito previamente en el apartado 1.4.6.2 Nivel de ocupación e iluminación.

Por lo tanto, con todas las características ya descritas se obtienen los resultados mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 28: resultado de las cargas del vestuario femenino

	Cargas verano	Pérdidas invierno
Carga Latente	19.746 W	-
Carga Sensible	36.939 W	5.540 W
Caudal impulsión	9.581 m ³ /h	-

Para mayor detalle del cálculo habrá que ir al apartado 5.1.3 Zona de vestuarios femeninos y 5.2.3 Zona de vestuarios femeninos.

1.7.3.4 Resultados de la zona del vestuario niños

Para dimensionar las cargas de vestuario de niños se ha observado que todas las paredes están en contacto con locales climatizados excepto una pared en el noreste del local que está en contacto con las escaleras que no están climatizadas. En total habrá que climatizar un área de 61,9 m².

En cuanto a la ocupación de dicha zona se ha descrito previamente en el apartado 1.4.6.2 Nivel de ocupación e iluminación.

Por lo tanto, con todas las características ya descritas se obtienen los resultados mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 29: resultado de las cargas del vestuario niños

	Cargas verano	Pérdidas invierno
Carga Latente	3.561 W	-
Carga Sensible	7.794 W	1.397 W
Caudal impulsión	2.022 m ³ /h	-

Para mayor detalle del cálculo habrá que ir al apartado 5.1.4 Zona de vestuarios niños y 5.2.4 Zona de vestuario de niños.

1.8 Diseño de la instalación y selección de equipos

Concluido en cálculo de cargas se puede pasar a dimensionar la instalación de climatización y sus equipos. La decisión de que equipo seleccionar estará principalmente influenciada por la carga térmica total y la carga térmica sensible de la sala, que se muestra mediante el factor de carga sensible:

$$FCS = \frac{C_s}{C_T}$$

Ecuación 21: factor de calor sensible (FCS)

Donde:

- C_T : calor total térmico de la sala (Kcal/h)
- C_S : calor sensible de la sala (Kcal/h)

Gracias a este factor podemos saber la proporción de carga sensible en el total de la carga, y como consecuencia la proporción de calor latente. La carga latente es uno de los factores determinantes a la hora de elegir el tipo de sistema de climatización que se va a utilizar en las diferentes zonas del edificio.

En el caso de este proyecto en el que se estudia un centro acuático hay zonas en las que la carga latente alto debido a que son zonas de ejercicio, y esto provoca un aumento de la carga latente.

Además de las cargas que haya en la sala también hay que tener en cuenta a la hora de seleccionar el sistema de climatización el tamaño y las características constructivas de las salas. Hay que diseñar un sistema que con todos sus elementos necesarios quepa en la zona en la que se quiere instalar.

1.8.1 Tipos de sistemas de climatización

De cara a diseñar un sistema de climatización óptimo es importante entender las principales características de los principales sistemas de climatización: todo-aire, todo-agua y aire-agua.

1.8.1.1 Sistemas todo-aire

Se trata de un sistema que se caracteriza porque las cargas sensibles y latentes de un local se combaten con aire suministrado desde la central que está situada fuera del

espacio. Este sistema suministra el aire en unas condiciones tales que absorbe las cargas tanto sensible como las latentes del local al atravesarlo.

Este sistema tiene una serie de ventajas:

- Simplificación de la operación y mantenimiento del sistema gracias a la centralización de equipos
- Máxima calidad de los elementos de filtrado, ventilación, enfriamiento y humidificación
- Zonas ocupadas sin aparatos
- Facilidad de realizar enfriamiento gratuito
- Fácil adaptación de sistemas de recuperación de calor
- Facilidad de controlar la presurización de los locales
- Bajo coste

Aunque también existen una serie de inconvenientes:

- Tienen un gran volumen, ocupando mucho espacio
- Difícil coordinar varios espacios
- Difícil adaptación cuando climatiza dos zonas con cargas de signo contrario

Conocidas sus ventajas e inconvenientes se puede comprender mejor la forma con la que se combaten las cargas variables ya que requerirá variar la potencia térmica y para ello se puede llevar a cabo dos procedimientos:

- Variar la temperatura del aire suministrado, manteniendo el caudal
- Variar la cantidad de aire, manteniendo la temperatura

Finalmente destacar que dentro de estos sistemas existen diferentes tipos para diferentes necesidades: volumen constante, recalentamiento terminal, volumen de aire variable, volumen de aire variable central y constante en los espacios, doble conducto...

1.8.1.2 Sistemas todo-agua

En los sistemas todo-agua las cargas se compensan en cada zona, tanto las latentes como las sensibles, mediante agua, fría o caliente, que se prepara en la central. Este sistema aprovecha las propiedades de agua como fluido conductor.

El sistema todo-agua más común envía agua a través de tuberías a los elementos terminales llamados fan-coils. Los fan-coils cogen el aire de ventilación y el del local y tras mezclarlo pasa por las baterías de agua, en la que se produce el intercambio calorífico alcanzando las condiciones deseadas para el local a climatizar.

La cantidad de agua de las baterías de los fan-coils está gobernada por los termostatos de la zona en cuestión. Otro elemento de estos sistemas son los ventiladores que pueden variar de velocidad en función de las necesidades o preferencias del usuario.

Además, al combatir también estos sistemas las cargas latentes requieren de bandejas en las que se recogen los condensados que luego se tienen que desaguar.

Una vez explicado los diferentes elementos del principal sistema de todo-agua se listarán las principales ventajas de estos sistemas:

- Cada local tiene su propio control
- No hay contaminación entre locales
- Requiere poco espacio para la distribución de aire
- Genera una correcta circulación del aire en la zona
- La energía de bombeo es menor que la del ventilador de un sistema todo-aire
- La central tiene un tamaño y coste menor
- Se puede atender a la vez cargas de frío y calor

Mientras que las principales desventajas son las siguientes:

- Complicado aprovechar el enfriamiento gratuito
- El mantenimiento es complicado porque los equipos principales están en el local
- Existen problemas de limpieza y hay deterioro a medio plazo debido a la condensación de humedad de los locales

Finalmente destacar que estos sistemas se clasifican principalmente en tres tipos: de dos tubos (solo se produce agua fría o caliente), de cuatro tubos (se produce a la vez agua caliente y fría) y de tres tubos (produce simultáneamente agua caliente y fría, pero retornar por un solo conducto).

1.8.1.3 Sistemas aire-agua

Este sistema se lleva a cabo principalmente mediante inductores que aprovechan también las buenas características del agua como conductor térmico. En este sistema la compensación de las cargas latentes se lleva a cabo mediante aire de una central de volumen constante mientras que el calor sensible se compensa en el local mediante una batería.

Este sistema no se utilizará en el proyecto por lo que no se entrará en mayor detalle en la memoria.

1.8.2 Sistemas de climatización elegidos para las diferentes zonas

Tras explicar los diferentes sistemas de climatización en el apartado 1.8.1 Tipos de sistemas de climatización se ha de seleccionar el tipo que se va a utilizar para las distintas zonas a climatizar del proyecto. Serán tres: climatizadores (todo-aire) y fan coils (todo-agua) y deshumectadora (todo-aire).

1.8.2.1 Climatizadores

Las zonas con una alta carga térmica y especialmente con una alta carga latente serán climatizadas con un climatizador. El climatizador constará de una unidad de tratamiento de aire (UTA) y servirá para una sola sala, de esta forma se reduce la probabilidad de fallo.

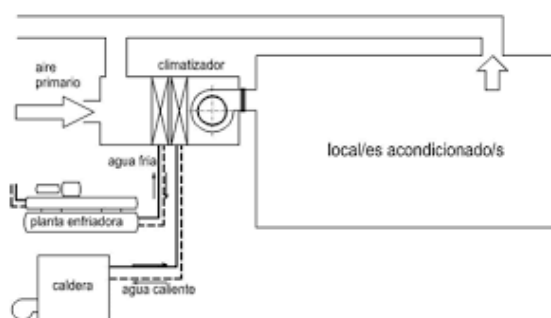


Ilustración 2: esquema de un climatizador

Los climatizadores tienen una batería de frío y una de calor. La batería de frío se alimenta por el agua que sale de la planta enfriadora que se instalará en el circuito. Esta batería se usa para disminuir la temperatura del aire en verano. La batería de calor se usa en cambio para calentar el agua en invierno y así subir la temperatura del aire. Para calentar el agua se utiliza una caldera.

Las baterías van a tratar el aire de impulsión de forma que este pueda alcanzar las condiciones de confort de la zona. En el caso de este proyecto solo se instalará climatizador en los vestuarios grandes (masculino y femenino) que se muestran en la siguiente tabla con los requisitos que tiene que cumplir dicho climatizador:

Tabla 30: requisitos del climatizador por zona

Zona	Carga Verano (W)	Caudal impulsión (m ³ /h)	Carga Invierno (W)
Vest. Masc	78.112	8.266	43.133
Vest. Fem	94.213	9.581	53.104

Además, habrá que añadir el climatizador que trata el aire exterior de los fan-coils del vestuario de niños.

1.8.2.2 Fan-coils

Los fan-coils son sistemas todo-agua que se caracterizan porque el aire exterior de ventilación será tratado previamente en un climatizador centralizado, alimentando así todos los fan-coils con un aire exterior ya en condiciones de confort de la zona.

Los fan-coils elegidos para este proyecto serán de tipo cassette, combatiendo únicamente las cargas de la sala, ya que como se ha mencionado previamente las del aire exterior serán tratadas por el climatizador.

Se utilizará fan-coils de cuatro tubos ya que de cara a simplificar las instalaciones se usará también como sistema para la calefacción en invierno, en vez de utilizar radiadores.

El funcionamiento del fan-coil será similar al climatizador, primero mezclará el aire de exterior de ventilación, en condiciones de confort, con el aire recirculado que se extrae de la sala y se trata en las baterías del fan-coil para que al ser impulsado el aire esté en condiciones de confort para la sala.

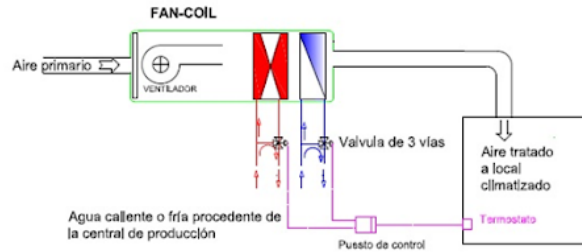


Ilustración 3: esquema de un fan-coil genérico

Estos sistemas también tendrán un control individualizado a cada zona, que se denominará termostato. El control pilota una válvula de tres vías que controla cuanta agua acceda a las baterías del fan-coil, como se muestra en la Ilustración 3.

Este sistema conlleva una red de conductos muy específica. Hay que llevar dos tuberías de la batería de calor a la caldera (impulsión y retorno) y otras dos de la batería de frío a la enfriadora del climatizador central. Además, habrá que añadir otro conducto de impulsión desde el climatizador central al elemento terminal, sin ser necesario añadir uno de retorno ya que es el fan-coil cassette el que trata el aire recirculado.

A continuación, se muestra en la tabla la zona en las que se usará fan-coils con sus cargas de verano e invierno, sin tener en cuenta las cargas correspondientes a poner el aire del exterior a condiciones de confort.

Tabla 31: requisitos para los fan-coils en las diferentes zonas

Zona	Carga Verano (W)	Caudal impulsión (m ³ /h)	Carga Invierno (W)
Vest. Niños	11.355	2.202	1.397

1.8.2.3 Máquina deshumectadora

Como se ha podido ver a lo largo del proyecto el gran reto es la climatización del local de la piscina debido a su alta carga latente. Esto hace que se tenga que utilizar un sistema de climatización diferente al resto para esta sala. Las piscinas climatizadas llevan consigo una alta humedad que hace que como se ha visto previamente las condiciones de confort sean diferentes (27°C y 60% de HR) y puede causar condensaciones en el mobiliario de la zona y en las paredes causando mayores problemas en el largo plazo. Es una zona en la que el mantenimiento resulta complicado.

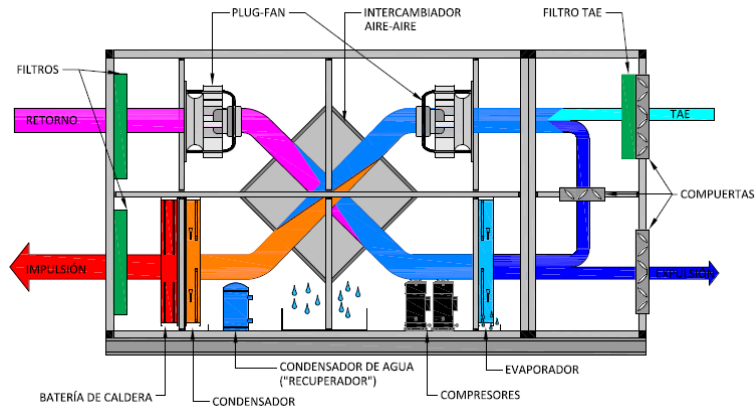


Ilustración 4: esquema de una máquina deshumectadora

Para cumplir con las condiciones de confort y los requisitos expuestos en el RITE se va a climatizar la zona usando una máquina deshumectadora. Esta máquina dispone de un ciclo frigorífico, que contiene un compresor, una batería evaporadora y una batería condensadora.

Su funcionamiento es tal que absorbe el aire de la piscina lo enfría para condensarlo y quitarle la humedad absoluta, previamente a ser impulsado otra vez a la piscina se calienta al pasarlo por el condensador de la máquina frigorífica. Estas máquinas destacan por su óptimo aprovechamiento de la energía.

Por lo tanto, esta máquina ha de ser capaz de combatir una cantidad de agua evaporada determinada y tener una masa de impulsión que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 32: requisitos para la deshumectadora

	Piscina
Masa agua evaporada	114 kg/h
Caudal de impulsión	18.186 m ³ /h

1.8.3 Selección de equipos

Una vez estudiado los requisitos que han de cumplir los equipos para poder satisfacer cada zona toca elegir los equipos que se instalarán. De cara a elegir los equipos se seleccionarán de entre los catálogos publicados por las grandes empresas del sector.

1.8.3.1 Climatizadores

Los climatizadores elegidos son de la marca Wolf que presenta en su catálogo una gran variedad de opciones. A la hora de elegir dentro de sus opciones el primer criterio que ha de satisfacer es el del caudal de impulsión que ha de soportar, con eso ya se tiene una idea del tamaño del climatizador.

La siguiente tabla muestra los climatizadores elegidos para las distintas zonas y para el sistema central de los fan-coils:

Tabla 33: requisitos de los climatizadores seleccionados

Zona	Caudal (m ³ /h)			Modelo
	Impulsión	Ventilación	Retorno	
Vestuario masculino	8.266	5.674	2.593	KG 100
Vestuario femenino	9.581	7.027	2.554	KG 100
Central fan-coils	1.267	-	-	KG 40

Los caudales de impulsión que aparecen la tabla son los calculados con la Ecuación 18, mientras que los de ventilación son los estipulados por el RITE para mantener la calidad del aire. Por último, el de retorno es la diferencia entre el de impulsión y ventilación.

Conocido el tamaño de los climatizadores se tiene que fijar unos saltos de temperatura entre la entrada y salida de las baterías (calor y frío) para poder seleccionarlas de dentro del catálogo. En el caso de este proyecto se ha elegido los siguientes valores, que son los estándar:

- ΔT batería de frío: 6 °C
- ΔT batería de calor: 15 °C

Usando estas diferencias de temperaturas se puede seleccionar las baterías que más se adecúen a las necesidades del local. Para ello hay que ir a los catálogos y seleccionar la temperatura de entrada y de salida del agua de la batería que nos interese que cumpla con la diferencia de temperaturas elegida previamente, en el caso de este proyecto para la batería de calor la temperatura de entrada será 70°C y para la de frío será 12°C.

Una vez determinado las temperaturas de entrada y salida de las baterías, conociendo los caudales de impulsión y las temperaturas del aire en cada estación

(verano en torno a los 12°C y en invierno en torno a los 28) podemos determinar que potencia es capaz de combatir el agua según el catálogo y por lo tanto la cantidad de agua que se tiene que suministrar.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de agua que hay que suministrar a cada batería y las dimensiones de las conexiones por las que irán las tuberías.

Tabla 34: características de las baterías

Zona	Conexiones		Caudales de agua (l/h)	
	Batería frío	Batería calor	Fría	Caliente
Vestuario masculino	2"	DN 25	13.502	2.775
Vestuario femenino	1 1/2"	DN 25	15.326	3.153
Climatizador fan-coil	1 1/4"	3/4"	1.075	734

Una vez que se dimensione la red hidráulica en aquellos casos en los que la tubería que vaya a parar a la batería no sea de las mismas dimensiones que la conexión de la batería se usará un adaptador (algo muy común en redes hidráulicas) para acoplarlos.

Una vez elegidas las baterías y conociendo los caudales de agua el siguiente paso sería determinar que ventiladores utilizar, para ello se podría utilizar los caudales de retorno e impulsión, pero sería mejor esperar a comprobar las pérdidas de carga en los conductos para asegurar que su presión de funcionamiento es la correcta.

Finalmente, apuntar que se escogerán los climatizadores de tipo completo, con módulo de humidificación, batería de calor y frío, ventiladores, free-cooling, caja de mezcla, etc...

1.8.3.2 Fan-coils

Los fan-coils elegidos son de la marca Hitecsa y su catálogo se encuentra en el apartado. De entre las opciones presentes en el catálogo se han elegido aquellos de cuatro tubos ya que son una opción más completa de cara a un correcto funcionamiento.

Para satisfacer las necesidades del vestuario se ha escogido el modelo FKW51N, que tiene los datos técnicos que se muestran en la siguiente tabla. Serán necesarios tres de ellos para poder hacer frente a los requisitos de cargas y caudal de impulsión.

Tabla 35: modelo de fan-coil seleccionado y sus características

	Vestuario niños
Modelo fan-coil	FKW51N
Unidades	3
Potencia frigorífica / unidad	4.790 W
Caudal impulsión / unidad	832 m ³ /h

Como se muestra en la tabla anterior es modelo de fan-coil es capaz de satisfacer las necesidades de la zona con tres unidades supera en un 27 % la potencia requerida por el local y en un 23% las necesidades de caudal de impulsión máximo, teniendo así un margen de seguridad para cualquier caso.

En el catálogo de Hitecsa también especifica la cantidad de agua en litros por hora que ha de pasar por las baterías. En el caso de la batería de calor el fan-coil tiene las siguientes condiciones límites:

Tabla 36: requisitos batería calor del fan-coil

	Batería de calor
Caudal de agua	592 l/h
Temperatura de entrada	70 °C
Temperatura de salida	60 °C

Y en el caso de la batería de frío le correspondería las siguientes condiciones que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 37: requisitos batería frío del fan-coil

	Batería de frío
Caudal de agua	824 l/h
Temperatura de entrada	7 °C
Temperatura de salida	12 °C

Conociendo los requisitos de cada batería y las unidades se puede determinar cuanta agua tiene que tratar la caldera y la refrigeradora de cara a satisfacer las necesidades de los fan-coils. La caldera tendrá que tratar un total de 1.776 l/h en el caso

de estar a régimen máximo y la refrigeradora 2.472 l/h en condiciones también de régimen máximo.

1.8.3.3 Máquina deshumectadora

Dentro de las marcas que fabrican máquinas para secar el ambiente, deshumectadoras, se ha escogido Dantherm, una empresa danesa con mas de 60 años de experiencia en producir sistemas de climatización.

Como se ha visto en el apartado 1.8.2.3 Máquina deshumectadora el sistema seleccionado ha de cumplir con unos requisitos de caudal de impulsión para combatir las cargas sensibles, pero sobretodo ha de reducir la humedad de la zona absorbiendo la masa de agua evaporada. En la siguiente tabla se muestra el equipo elegido con sus características que cumplen con los requisitos previamente descritos:

Tabla 38: modelo de deshumectadora seleccionado

	Deshumectadora
Modelo	DanX XWPS-XWPRS 5
Volumen nominal de aire / unidad	8400 m ³ /h
Deshumidificación / unidad	45 kg/h
Unidades	3

El modelo seleccionado satisface las necesidades del local, incluso en condiciones nominales supera con un gran margen las necesidades. Habiendo otros aparatos que se ajustaban más a las condiciones se ha elegido este debido a que posee una bomba de calor reversible que ofrece una mayor optimización energética del sistema y permite añadir un condensador refrigerado por agua a la bomba de calor.

Este condensador permitiría aprovechar el calor generado para transmitirlo a el agua de la piscina o al ACS utilizada en los vestuarios. De esta forma ayudaría a satisfacer parte de los requisitos presentes en el apartado 1.6 que exigen que la producción del agua de la piscina tenga una componente renovable.

Este sistema no solo permite aprovechar el calor generado, sino que también existe la opción de una refrigeración gratuita en verano o durante la noche cuando la evaporación es menor y el suministro de aire exterior puede ser redundante el sistema

empieza a recircular completamente, funcionando total o parcialmente como deshumidificador.

1.8.3.4 Caldera

Una vez seleccionados los climatizadores, fan-coils y la deshumectadora el siguiente paso será seleccionar la caldera. De todas las marcas existentes se ha elegido Bosch una empresa con más de 100 años de experiencia que recientemente ha comprado la marca Buderus especialistas en diseño y fabricación de calderas.

Bosch tiene una amplia gama de calderas de diferentes tipos: mural y de pie, dentro de *de pie* se puede encontrar dos subtipos: condensación y baja temperatura. Para poder seleccionar la caldera correcta hay que conocer a que carga va a combatir en invierno y es por ello que hay que sumar el total de las cargas de invierno calculadas en el apartado 1.7.2 Cargas de invierno, que da un total de:

$$Q_{global\ invierno} = 170,3\ kW$$

Por lo tanto, la caldera que se elija tendrá que ser capaz de producir esa potencia, siendo por eso por lo que se ha elegido una caldera de pie de condensación con las siguientes características:

Tabla 39: modelo de calefacción seleccionado

	Caldera
Modelo	Condens 7000F
Potencia térmica nominal	288 kW
Presión máxima de servicio	6 bar
Temperatura inicial máxima	85 °C
Combustible	Gas natural
Unidades	1

Aunque en la tabla anterior ponga que la potencia térmica nominal es de 288 kW, se trata de la que se obtendría en caso de tener la caldera funcionando en el régimen de 300 kW. Sin embargo, si se ajusta con el control a los 200 kW la potencia térmica máxima que sería capaz de proporcionar es de 186 kW si calienta el agua a una temperatura entre 80 y 60°C, que superaría en 15 kW la potencia necesitada, lo cual hace que esta caldera sea la adecuada.

1.8.3.5 Máquina frigorífica

Por último, habrá que seleccionar la enfriadora, también conocida como la máquina frigorífica. Dicha máquina tiene como objetivo satisfacer las necesidades de las baterías de frío de los climatizadores y los fan-coils. Para ello tendrá que suministrar agua enfriada a 7°C, que es la temperatura de entrada a la que se ha diseñado los elementos del sistema de climatización cuando están en modo refrigeración.

A parte de fijar la temperatura a la que hay que enfriar el agua para seleccionar la máquina frigorífica correcta habrá que escoger la que sea capaz de combatir las cargas térmicas de verano, que en el caso del proyecto serán las siguientes:

$$Q_{global\ verano} = 373,9\ kW$$

Por último, la máquina enfriadora deberá también de ser capaz de suministrar la cantidad de agua necesaria a las diferentes baterías para climatizar de forma correcta los diferentes locales. Es por ello, que tendrá que proporcionar 32.285 l/h o 9 l/s de agua a las condiciones adecuadas.

Dentro de las opciones del mercado se ha elegido la marca Daikin, una empresa japonesa con casi 100 años de experiencia. Esta empresa fabrica sistemas de climatización tanto para residencias familiares como para entornos industriales. Dentro de sus enfriadoras para uso industrial existen dos opciones: condensación por aire o por agua. En el caso de este proyecto se ha elegido uno por aire con las siguientes características:

Tabla 40: modelo de enfriadora seleccionado

	Máquina enfriadora
Modelo	EWAD-380TZSSB/SLB
Capacidad de refrigeración	394 kW
Caudal de agua nominal	18,9 l/s
Refrigerante	R-134a
Límites de funcionamiento (agua)	-8 ~ 18°C
Límites de funcionamiento (aire)	-18 ~ 47°C
Unidades	1

Como se ve en la tabla anterior el modelo seleccionado es capaz de satisfacer las necesidades de potencia de refrigeración del edificio. También es capaz de suministrar el agua a la temperatura y cantidad requerida. Por último, es capaz de trabajar con aire en temperaturas más extremas que las de Jaén.

1.9 Red de tuberías de agua

Todas aquellas tuberías que aportan agua a las baterías de los equipos, tanto climatizadores como fan-coils, forman parte de la red de tubería. El agua que transportan es la responsable de realizar el intercambio de calor con el aire y, en consecuencia, hacer que este esté en las condiciones óptimas.

El agua puede tratar de calentar o enfriar el ambiente. En caso de tratar de calentarla las tuberías tendrán que transportar agua caliente, mientras que si quiere enfriarlo transportarán agua fría. También se distinguirá entre tuberías de impulsión, que son aquellas que llevan el líquido hasta los equipos, y de retorno, que llevan el agua desde el equipo de vuelta a la máquina donde se trata térmicamente.

Por lo tanto, cada sistema de climatización tiene cuatro tuberías: dos de agua caliente, siendo uno de impulsión desde la caldera a las baterías de calor y otro de retorno, y dos de agua fría, proviniendo en este caso el de impulsión desde la máquina de refrigeración a las baterías de frío.

Una vez distinguido entre tuberías de impulsión y retorno y de calor y frío hay que explicar la diferencia entre circuito primario y secundario. El circuito primario es aquel que va desde la caldera o enfriadora hasta las bombas que distribuyen el fluido. El circuito secundario es aquel que va desde las bombas hasta la enfriadora o la caldera de vuelta, es decir, el que va desde la bomba a los equipos terminales y de ahí a la caldera o enfriadora.

1.9.1 Circuitos secundarios

Las diferentes zonas que se climatizan en este proyecto tienen sus propios circuitos secundarios, que se diseñan en función de sus características constructivas y teniendo en cuenta las zonas por las que pueden bajar las tuberías desde la azotea, donde se situará la caldera, máquina enfriadora y climatizadores, hasta la planta baja.

Al estar los climatizadores en la azotea al igual que la caldera y la máquina frigorífica simplifica la red de tuberías ya que el recorrido será menor y todo en la misma planta.

En cambio, los fan-coils requieren que las tuberías vayan desde la azotea hasta la planta baja donde climatizan el vestuario de niños. Además, al haber varios fan-coils habrá que crear una pequeña red de tuberías en la zona de los vestuarios para poder llevar toda el agua a los equipos terminales.

En la siguiente tabla se muestra el número de circuitos secundarios que hay que diseñar para completar las instalaciones:

Tabla 41: número de circuitos secundarios por zona

Planta	Nº de circuitos secundarios	Destino
Azotea	1	Climatizador
Baja	1	Fan-coils

Tanto en las tuberías de agua caliente como en la de agua fría de los diferentes circuitos secundarios de la instalación habrá dos bombas de impulsión en paralelo, una en funcionamiento y otra en reserva en caso de que la primera sufra una avería.

Para dimensionar dichas bombas habrá que primero calcular la pérdida de carga, en m.c.a, que se produce en el tramo más desfavorable. Para ello habrá que conocer las características del circuito: nudos, longitud de los tramos, caudales, velocidad del fluido.

El caudal de cada tramo es conocido ya que se conoce las necesidades de cada equipo y con la ayuda de Autocad se puede conocer también las dimensiones de los diferentes tramos. Utilizando la información del apartado 5.5.3 Tablas utilizadas para los cálculos de las tuberías se puede elegir el diámetro de las tuberías, que deben de cumplir los requisitos de que en ellas la velocidad no supere los 2 m/s y la pérdida de carga sea menor de 30 mm.c.a/m.

A parte de las pérdidas debido a las tuberías también se producen algunas debido a los accesorios del circuito. A estas pérdidas se le denominan singulares y hacen que aumenten la longitud del tramo provocando así un aumento de la longitud.

Sumando las pérdidas singulares y las lineales se conocen ya las pérdidas de la parte del circuito de impulsión, que habrá que multiplicarlo por dos para tener por lo tanto las del circuito de impulsión y retorno.

Por último, hay que tener en cuenta las pérdidas debido a las válvulas presentes en el circuito. Existen diferentes tipos de válvulas en función de si se trata de un climatizador, fan-coil o bomba. En el apartado 5.5.4 Válvulas se muestra los diferentes tipos de válvulas y sus características constructivas. Las pérdidas debido a las válvulas se obtienen de la misma tabla que las pérdidas singulares.

Destacar, que la válvula de control de tres vías de la bomba no se considera de la misma forma que el resto de las válvulas, sino que se considera más adelante con el resto de las pérdidas de carga de la batería, siendo la misma para obtener la “autoridad de la válvula”.

Una vez calculada todas estas pérdidas hay que sumar a las pérdidas que se producen en las baterías de los aparatos y que se conoce gracias a los catálogos de cada marca.

Finalmente habrá que realizar este cálculo tanto para las tuberías de agua caliente como para las de agua fría ya que se obtendrá diferentes pérdidas y diámetros.

1.9.2 Circuitos primarios

Los circuitos primarios siguen un método de cálculo similar al de los secundarios. Los circuitos primarios llevan el agua desde el colector que la recoge al final del circuito secundario hasta la caldera o la máquina enfriadora. Para ello necesita una bomba que impulsa el agua hasta el calderín o a batería de frío y de ahí a otro colector desde el que las bombas del circuito secundario impulsan el agua a los equipos.

En este caso las pérdidas residirán en la batería de la máquina enfriadora o en el calderín de la caldera.

En este proyecto se encontrarán dos circuitos:

Tabla 42: circuitos primarios

Nº de circuitos primarios	Destino
1	Caldera
1	Máquina enfriadora

De cara a dimensionar las tuberías, bombas hará falta conocer el caudal y para ello lo que se hará es sumar el total de los caudales de los diferentes equipos que utilizan la caldera y la enfriadora, que serán el de las baterías de frío y calor de los diferentes equipos.

1.9.3 Resultado dimensionamiento de los circuitos

Una vez estudiado los requisitos necesarios para el diseño de los circuitos y el cálculo de pérdidas para la posterior selección de bombas se pasa a llevar a cabo dichos diseños y cálculos.

1.9.3.1 Circuitos secundarios

El primer circuito secundario que se dimensionará es el de los fan-coils ya que se trata del más complejo, en él se ven un total de 4 tramos claramente marcados en el plano que se recoge más tarde. Para las tuberías se ha escogido como material el acero DIN 2440.

Tras dimensionar tuberías con sus diámetros y velocidades se obtiene las siguientes pérdidas de carga que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 43: resultado pérdida de carga circuito secundario fan-coils

		Tramos				Pérdida de carga
		1-2	2-3	3-4	4-Azotea	
Agua fría	Diámetro	1"	1 ¼"	1 ½"	1 ½"	0,93 m.c.a
	Velocidad	0,41 m/s	0,47 m/s	0,52 m/s	0,52 m/s	
Agua caliente	Diámetro	¾"	1"	1 ¼"	1 ¼"	1,12 m.c.a
	Velocidad	0,46 m/s	0,57 m/s	0,51 m/s	0,51 m/s	

Concluido el diseño del circuito secundario de los fan-coils se pasa a calcular el de los climatizadores. De cara a optimizar y simplificar el diseño se ha creado un solo circuito que va desde la caldera o la máquina frigorífica a los climatizadores de esta forma al estar los tres climatizadores en la misma zona solo hay que dimensionar un solo circuito ya que se calculará solo el camino más largo.

Al igual que en el caso del circuito secundario para los fan-coils se utilizará acero DIN 2440 para las tuberías. El resultado del diseño de las tuberías con este material se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 44: resultado pérdida de carga circuito secundario climatizadores

		Tramos			Pérdida de carga
		1-2	2-3	3-Bomba	
Agua fría	Diámetro	2 ½"	4"	4"	3,27 m.c.a
	Velocidad	1,02 m/s	0,92 m/s	0,97 m/s	
Agua caliente	Diámetro	1 ¼"	2"	2"	3,72 m.c.a
	Velocidad	0,77 m/s	0,76 m/s	0,85 m/s	

Concluido el diseño de los dos circuitos secundarios del proyecto se pasa a calcular los primarios.

1.9.3.2 Circuitos primarios

Para dimensionar las tuberías del circuito primario se sigue el mismo procedimiento que con el secundario y se pone los mismos requisitos: no superar ni 30 m.c.a de pérdida de carga lineal, ni más de 2 m/s. Conociendo el procedimiento y los requisitos se pasa a diseñar la red de tuberías de los dos circuitos.

El primer circuito es el que lleva el agua desde el colector de agua fría hasta la máquina enfriadora y de la enfriadora al depósito del que saldrá a los diferentes equipos de climatización, todo ello con la ayuda de una bomba. En la siguiente tabla se muestra el resultado del diseño de dicho circuito, que estará fabricado con acero DIN 2440:

Tabla 45: resultado pérdida de carga circuito primario enfriadora

		Tramos		Pérdida de carga
		1-2		
Agua fría	Diámetro	4"		2,66 m.c.a
	Velocidad	1,06 m/s		

Diseñado el circuito de la máquina refrigeradora se lleva a cabo el de la caldera, en el cual se utilizará el mismo tipo de material acero DIN 2440. En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos de los cálculos:

Tabla 46: resultado pérdida de carga circuito primario caldera

		Tramos		Pérdida de carga
		1-2		
Agua caliente	Diámetro	2 ½"		1,36 m.c.a
	Velocidad	0,66 m/s		

Concluido el diseño de las tuberías de los dos circuitos primarios se pasa a seleccionar las bombas que se van a utilizar.

1.9.4 Selección de bombas

Una vez determinadas las pérdidas de carga para el camino más desfavorable del circuito se pueden escoger las bombas que se van a utilizar, en el caso de este proyecto se van a utilizar las de la marca EBARA en su serie Monobloc In-line.

1.9.4.1 Bombas circuitos secundarios

Al igual que con el diseño de las tuberías las primeras bombas que se van a escoger son las que se van a utilizar en el circuito de los fan-coils, cuyas pérdidas de cargas se muestran en la Tabla 43. En la siguiente tabla se muestra las bombas elegidas con sus caudales límites y capacidad de satisfacer las pérdidas:

Tabla 47: selección de bombas circuito fan-coils

		Bomba	
Agua fría	Monobloc In-Line 40-160 0,55B	<i>Caudal</i>	4 m ³ /h
		<i>Altura manométrica</i>	7 m.c.l
Agua caliente	Monobloc In-Line 40-160 0,55B	<i>Caudal</i>	4 m ³ /h
		<i>Altura manométrica</i>	7 m.c.l

Destacar, que se han elegido las bombas con una altura manométrica de 7 m.c.l porque son aquellas que son dobles, que como se señalo previamente se escogerán de este tipo de forma que si falla una hay otra que pueda funcionar.

La elección de las bombas del circuito de climatizadores se ha hecho de la misma forma que la de los fan-coils pero con las pérdidas de la Tabla 44 y se ha obtenido que se deberá seleccionar las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 48: selección de bombas circuito climatizadores

		Bomba	
Agua fría	Monobloc In-Line 65-160 1,1B	<i>Caudal</i>	30 m ³ /h
		<i>Altura manométrica</i>	6 m.c.l
Agua caliente	Monobloc In-Line 40-160 0,55B	<i>Caudal</i>	8 m ³ /h
		<i>Altura manométrica</i>	7 m.c.l

1.9.4.2 Bombas circuitos primarios

Para seleccionar las bombas del circuito primario primero hay que conocer las pérdidas de carga que habrá en el circuito y el caudal máximo. En el caso del circuito de la máquina enfriadora dichas pérdidas se han calculado en el apartado 1.9.3.2 Circuitos primarios y conociendo el caudal de anteriores apartados se puede seleccionar la bomba correcta que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 49: selección de bomba circuito primario enfriadora

		Bomba	
Agua fría	Monobloc In-Line 65-160 1,1B	<i>Caudal</i>	35 m ³ /h
		<i>Altura manométrica</i>	4 m.c.l

Al igual que en las bombas de los circuitos secundarios se ha seleccionado bombas dobles para que en caso de fallar una no se pare todo el circuito.

Finalmente, para el circuito de la caldera se ha seleccionado la bomba que aparece en la siguiente tabla que cumple con los requisitos de caudal y altura manométrica.

Tabla 50: selección de bomba circuito primario caldera

		Bomba	
Agua caliente	Monobloc In-Line 65-160 1,1B	<i>Caudal</i>	10 m ³ /h
		<i>Altura manométrica</i>	6 m.c.l

1.10 Red de conductos de aire

Tras dimensionar las tuberías de agua de los circuitos primarios y secundarios toca hacer lo propio con la red de conductos de aire. Existen cuatro tipos diferentes de conductos: impulsión, retorno, de aire exterior y de extracción.

El conducto de impulsión es el responsable de llevar el aire tratado desde los climatizadores hasta los difusores. Los climatizadores se sitúan en la azotea, por lo que los conductos de impulsión irán desde la azotea hasta la sala en la que se encuentren los difusores, que en este caso es la planta baja. En el caso de los fan-coils al ser tratado el aire directamente en la sala no disponen de conducto de impulsión.

Los conductos de retorno se encargan de captar el aire de la sala y mandarlo de vuelta a los equipos de climatización. En el caso de los climatizadores los conductos de retorno serán los encargados de llevar el aire desde la sala hasta la azotea. Los fan-coils no requieren de conductos de retorno. Finalmente, se podrá poner conductos de retorno en las salas en las que sea pueda producir sobrepresión y esto sea un problema.

Los conductos de aire exterior son los encargados de llevar el aire pretratado en el climatizador de acondicionamiento hasta los fan-coils de cassette. Las necesidades de aire exterior se obtienen de la normativa RITE y está detallado en el apartado de cargas térmicas.

Los conductos de extracción son los responsables de transportar el aire extraído de las zonas en las que la sobrepresión es alta. Según la normativa RITE en caso de ser un caudal menor de $1.800 \text{ m}^3/\text{h}$ se expulsará fuera del edificio. En caso contrario hay que añadir una sección de recuperación en el climatizador al cual iría el conducto de extracción.

1.10.1 Dimensionamiento de los conductos de aire

Los conductos de aire tienen como principal característica el caudal de aire que transportan y, por lo tanto, será el factor más importante a la hora de dimensionarlos.

Dentro de los cuatro tipos de conductos que ha mencionado se dimensionarán tres de ellos: impulsión, retorno y aire exterior. El de extracción se podría calcular, pero lo normal en salas como los vestuarios es que se vaya filtrando a través de las ranuras de las puertas o ventanas o incluso que salga cada vez que se abra las puertas. Por lo que en este proyecto no se dedicará una red de conductos exclusivamente a extraer aire.

En las salas que se climaticen con climatizador las funciones del conducto de extracción pueden ser adoptadas por el conducto de retorno, de modo que parte del caudal que es extraído de la sala sea enviado otra vez al climatizador para ser tratado y otra parte enviada al exterior del edificio.

Determinado que conductos se van a dimensionar y conociendo caudales y trazados se puede llevar a cabo el diseño de los conductos. Para realizar dicho proceso se sigue un procedimiento similar al de las tuberías con la diferencia que en este caso el fluido desplazado es aire en vez de agua y de que el mecanismo utilizado para desplazarlo es un ventilador en vez de una bomba.

Al igual que con las tuberías se diseñará de los conductos con el trazado que de la pérdida de carga más desfavorable, normalmente el más largo de todos. El resto de los conductos se irá dimensionando de la manera consistente con el más desfavorable.

En cada circuito de conductos se identificarán los nodos empezando por el más alejado y con menor caudal hasta el que lleve a los climatizadores. Cada vez que haya un cambio de caudal se numerará un nodo. En cada parte del circuito se va a evitar que la velocidad del aire sea mayor de 10 m/s y se va a buscar que las pérdidas de carga lineal estén entre 0,08 y 0,01 mm.c.a.

Estas pérdidas se obtendrán conociendo previamente el diámetro equivalente, que sería el diámetro que tendría el conducto si fuese circular. En el caso de este proyecto se escogerán conductos rectangulares al ser más eficientes en espacio ocupado ya que irán por los falsos techos. Por lo tanto, habrá que hacer una correlación entre las dimensiones del conducto rectangular con su diámetro equivalente utilizando la tabla del apartado 5.6.4 Tablas utilizadas para los cálculos.

En cuanto a la longitud se sacará las medidas de Autocad, además habrá que tener en cuenta la longitud equivalente de los diferentes accesorios (codos, reducciones y desviaciones).

Finalmente se sumará las pérdidas de carga producidas durante el circuito y habrá que añadir la pérdida de carga de los difusores en el caso de los climatizadores y la de los fan-coils. En el caso de los conductos de retorno habrá que tener en cuenta las rendijas. Todas estas pérdidas aparecerán en los catálogos.

1.10.2 Selección de difusores y rendijas

Como se ha explicado previamente de cara a diseñar los conductos de aire es necesario conocer las pérdidas que se producen en los elementos terminales (difusores y rendijas) y es por ello que antes de llevar a cabo el diseño hay que seleccionar marcas y modelos.

Tanto para los difusores como las rendijas se ha elegido la marca Koolair debido a su amplia gama de opciones: rectangulares, circulares, insertados en el suelo, verticales...

Para la zona de los vestuarios, masculino y femenino, se ha escogido el modelo 44/45-SF en diferentes tamaños en función del caudal necesitado. En la siguiente tabla se muestra las características de dichos modelos:

Tabla 51: características de los difusores seleccionados

Zona	Modelo	Q (m ³ /h)	Unidades	Pérdida de carga (mm.c.a)	Dimensiones (mm)
Vest. Masc	44/45-SF 16	1.430	6	1,2	400
Vest. Fem	44/45-SF 18	1.610	6	1,1	450

En ambas zonas se ha seleccionado un difusor que como máximo produce 32 dB(A). Además, se ha buscado específicamente que se requieran 6 unidades de cada uno de cara a realizar un circuito más sencillo.

En cuanto a los rendijas se ha elegido el modelo 31-1, muy común en la industria al ser unas rendijas rectangulares horizontal que se colocan en el techo. Se ha colocado el mismo tipo de rejilla en los dos vestuarios ya que tienen un caudal de retorno similar. En la siguiente tabla se muestra las características de la rendija 31-1:

Tabla 52: características de la rendija seleccionada

Modelo	Q (m ³ /h)	Pérdida de carga (mm.c.a)	Dimensiones (mm)
31-1	790	0,4	1.000x150

Se colocarán 4 rendijas en cada vestuario (masculino y femenino) para poder así captar todo el aire de retorno. El modelo escogido no produce ruidos superiores a los 24 dB(A) cumpliendo así, al igual que los difusores, con la normativa.

En cuanto a la zona del vestuario de niños, que está climatizada con fan-coils, solo es necesario dimensionar los conductos y no es necesario utilizar difusores ya que va directamente al fan-coil.

Para la piscina se ha seleccionado otro tipo de difusor, uno pegado a las paredes laterales de la piscina. Se elige este tipo de difusor ya que así se evita que el aire húmedo se quede cerca de las paredes y condense, generando corrosión y problemas de mantenimiento en el largo plazo. Dentro del catálogo de Koolair el modelo que cumple con los requisitos es el DF-89 que tiene las siguientes características:

Tabla 53: características difusor piscina

Modelo	Q (m ³ /h)	Unidades	Pérdida de carga (mm.c.a)	Dimensiones (mm)
DF-89 16	2.300	8	14	495

En cuanto a las rendijas se seleccionarán las mismas que para el resto de las salas, la 31-1, pero con mayor capacidad de absorción ($Q = 1.480 \text{ m}^3/\text{h}$). En el caso de la piscina se colocarán 8 rendijas y en el techo de la piscina semiolímpica, ya que es donde esta zona tiene doble altura.

Concluida la selección de difusores y rendijas se pasa a diseñar y dimensionar los conductos de las diferentes zonas.

1.10.3 Diseño de los conductos de impulsión

Para el diseño de los conductos de aire se ha seguido un proceso similar al de las tuberías de agua con la diferencia de que en este caso para determinar el diámetro hidráulico hay que utilizar las tablas del apartado 5.6.4 Tablas utilizadas para los cálculos en las que se determina velocidad del aire, pérdida de cargas en función del caudal y del diámetro seleccionado.

Una vez seleccionado el diámetro hidráulico con la ayuda de otra tabla se seleccionarán las cotas del conducto rectangular. De cara a simplificar la instalación cuándo cambie el diámetro hidráulico de dimensión se mantendrá una cota del conducto hidráulico constante.

Conociendo el diámetro hidráulico, las cotas del conducto rectangular, longitudes, número de accesorios y la pérdida de carga por unidad de longitud se puede calcular la pérdida de carga total como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 54: resultados del diseño de los conductos de impulsión

		Tramos					Pérdida de carga
		1-2	2-3	3-4	4-5	5-Vent	
Vest. Masc	Dimensión	500x180	500x410	750x410	750x510	750x510	7,71 m.c.a
	Caudal	1.378	4.134	6.890	8.268	8.568	
Vest. Fem	Dimensión	600x170	600x410	850x410	850x480	850x480	7,28 m.c.a
	Caudal	1.597	4.791	7.985	9.581	9.581	
Piscina	Dimensión	600x210	600x360	900x360	900x400	900x400	

	<i>Caudal</i>	2.273	4.547	6.820	9.093	9.093	22,02 m.c.a
--	---------------	-------	-------	-------	-------	-------	----------------

Nota: las dimensiones elegidas para los circuitos son las teóricas, para llevar a cabo el proyecto se elegiría el siguiente conducto equivalente normalizado superior.

En la tabla anterior se muestra las dimensiones en milímetros y los caudales en m³/h.

El circuito de impulsión descrito en la Tabla 54 pertenece a una de las dos partes simétricas que conforman el circuito total, pero al ser simétricos en diseño, caudal sería suficiente con solo dimensionar uno.

En el apartado 5.6.1 Resultados pérdida de carga en los conductos de aire de impulsión se muestra en más detalle los circuitos con longitudes, número de accesorio y un plano de la instalación.

1.10.4 Diseño de los conductos de retorno

El proceso de diseño y dimensionado de los conductos de retorno es igual que el de impulsión, desde el punto más lejano del climatizador hasta el climatizador, y se realiza con las mismas tablas.

En el diseño de los circuitos de retorno de los vestuarios, masculino y femenino, se ha obtenido las siguientes dimensiones y pérdidas de carga:

Tabla 55: resultado del diseño de los conductos de retorno en los vestuarios

		Tramos				Pérdida de carga
		1-2	2-3	3-4	4-Vent	
Vest.	<i>Dimensión</i>	230x200	410x200	410x310	410x310	9,04 m.c.a
Masc	<i>Caudal</i>	648	1.296	2.593	2.593	
Vest.	<i>Dimensión</i>	360x160	360x240	600x240	600x240	5,12 m.c.a
Fem	<i>Caudal</i>	639	1.277	2.554	2.554	

Al igual que con los circuitos de impulsión las dimensiones de la tabla están en milímetros y el caudal en m³/h.

En cuanto al circuito de retorno de la piscina, se ha situado en el segundo piso, en la doble altura de la piscina semiolímpica. De esta forma se recupera toda el agua

evaporada y el aire que ha absorbido todas las cargas térmicas. A continuación, se muestra las dimensiones y pérdidas de carga de dicho circuito:

Tabla 56: resultado del diseño de los conductos de retorno en la piscina

		Tramos						Pérdida de carga
		1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-Vent	
Piscina	mm	500x180	500x340	600x340	600x420	1.300x420	1.300x420	7,42 m.c.a
	m ³ /h	1.422	2.843	4.265	5.686	11.373	11.373	

En el apartado 5.6.2 Resultado pérdida de carga en los conductos de aire de retorno se muestra en más detalle los circuitos con longitudes, número de accesorio y un plano de la instalación.

1.10.5 Diseño de los conductos de aire exterior

El último tipo de circuito que hay que dimensionar es el de aire exterior que tras tratarse va directamente a los fan-coils. El proceso y método es el mismo que en el caso de los conductos de impulsión y retorno.

A continuación, en la siguiente tabla se muestra los resultados del diseño y dimensionamiento del circuito de aire exterior del fan-coil:

Tabla 57: resultado del diseño de los conductos de aire exterior

		Tramos				Pérdida de carga
		1-2	2-3	3-4	4-Vent	
Vest.	Dimensión	310x160	310x260	420x260	420x260	8,63 m.c.a
Niños	Caudal	674	1.348	2.022	2.022	

Al igual que con los circuitos de impulsión y retorno las dimensiones de la tabla están en milímetros y el caudal en m³/h.

En el apartado 5.6.3 Resultado pérdida de carga en los conductos de aire exterior se muestra en más detalle los circuitos con longitudes, número de accesorio y un plano de la instalación.

1.11 Cálculo de vasos de expansión

Los vasos de expansión son elementos de seguridad que se integran en las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria. Es un recipiente metálico que está dividido internamente por una membrana elástica. Esta membrana tiene como función separar el agua de un lado del gas del otro. El gas puede ser aire, pero lo más común es que sea nitrógeno. La función de este aparato es absorber las dilataciones que se producen debido a variaciones de temperatura del agua en el circuito hidráulico.

El cálculo de vaso de expansión se calculará con la norma UNE 100155. El vaso tendrá diafragma, la membrana elástica, y su volumen se calculará como:

$$V_t = V * C_e * C_p$$

Ecuación 22: cálculo del volumen del vaso de expansión

Donde:

- V_t : volumen total del vaso de expansión (litros)
- V : volumen total de agua en la instalación (litros)
- C_e : coeficiente de expansión
- C_p : coeficiente de presión

El coeficiente de expansión relaciona el volumen útil del vaso de expansión y el volumen de agua total de la instalación. Siempre será positivo y mayor que la unidad. Siguiendo la norma UNE 100155, en instalaciones en las que la temperatura está entre 30°C y 120°C el coeficiente se puede calcular de la siguiente forma:

$$C_e = (3,24 * T^2 + 102,13 * T - 2.708,3) * 10^{-6}$$

Ecuación 23: cálculo del coeficiente de expansión

Donde la T representa la temperatura máxima en la instalación, en grados centígrados. En el caso de la instalación la temperatura máxima es 70°C, por lo que el coeficiente de expansión del circuito es:

$$C_e = 0,02$$

Conocido el coeficiente de expansión se pasa a calcular el coeficiente de presión, que se calcula usando la siguiente ecuación:

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

Ecuación 24: cálculo del coeficiente de presión

Donde:

- P_M : presión máxima absoluta en la instalación (bar)
- P_m : presión mínima absoluta en la instalación (bar)

La presión mínima será la de aspiración de la bomba del circuito primario, que debe ser tal que evite problemas de cavitación en la bomba. Es por ese motivo por el que se ha decidido establecer como presión mínima 0,5 bar que para hacerla absoluta habrá que añadirle la presión atmosférica, resultando, por lo tanto, en:

$$P_m = 1,5 \text{ bar}$$

Conocida la presión mínima absoluta se calcula la máxima, que se calcula como:

$$P_M = P_m + 2 = 3,5 \text{ bar}$$

Por lo tanto, el coeficiente de presión será:

$$C_p = \frac{3,5}{3,5 - 1,5} = 1,75 \text{ bar}$$

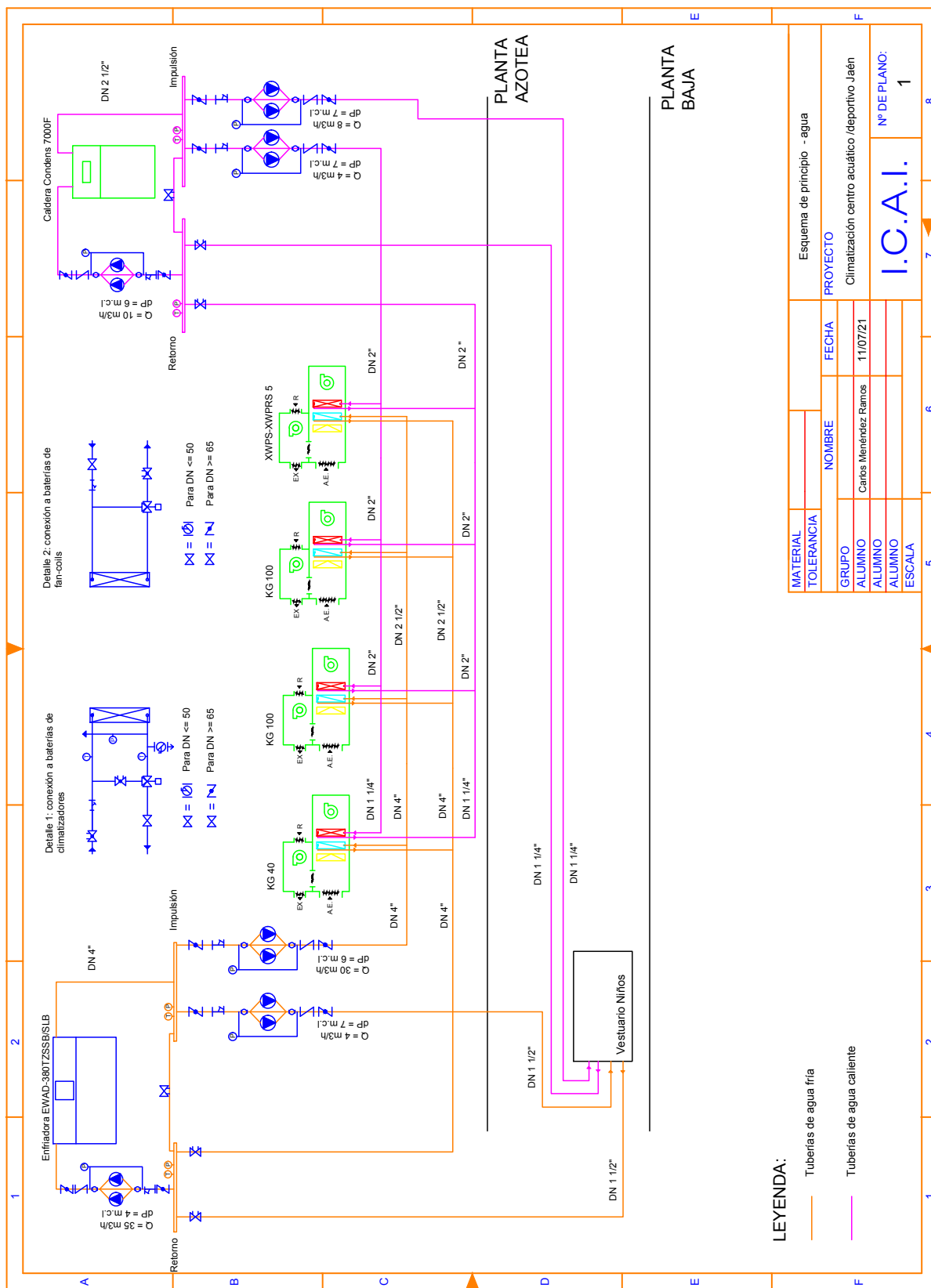
Por último, habrá que calcular el volumen de toda agua de la instalación. Habrá que calcular el agua en el interior de las tuberías considerándolas llenas, los colectores y los equipos. En este proyecto el volumen total de agua será:

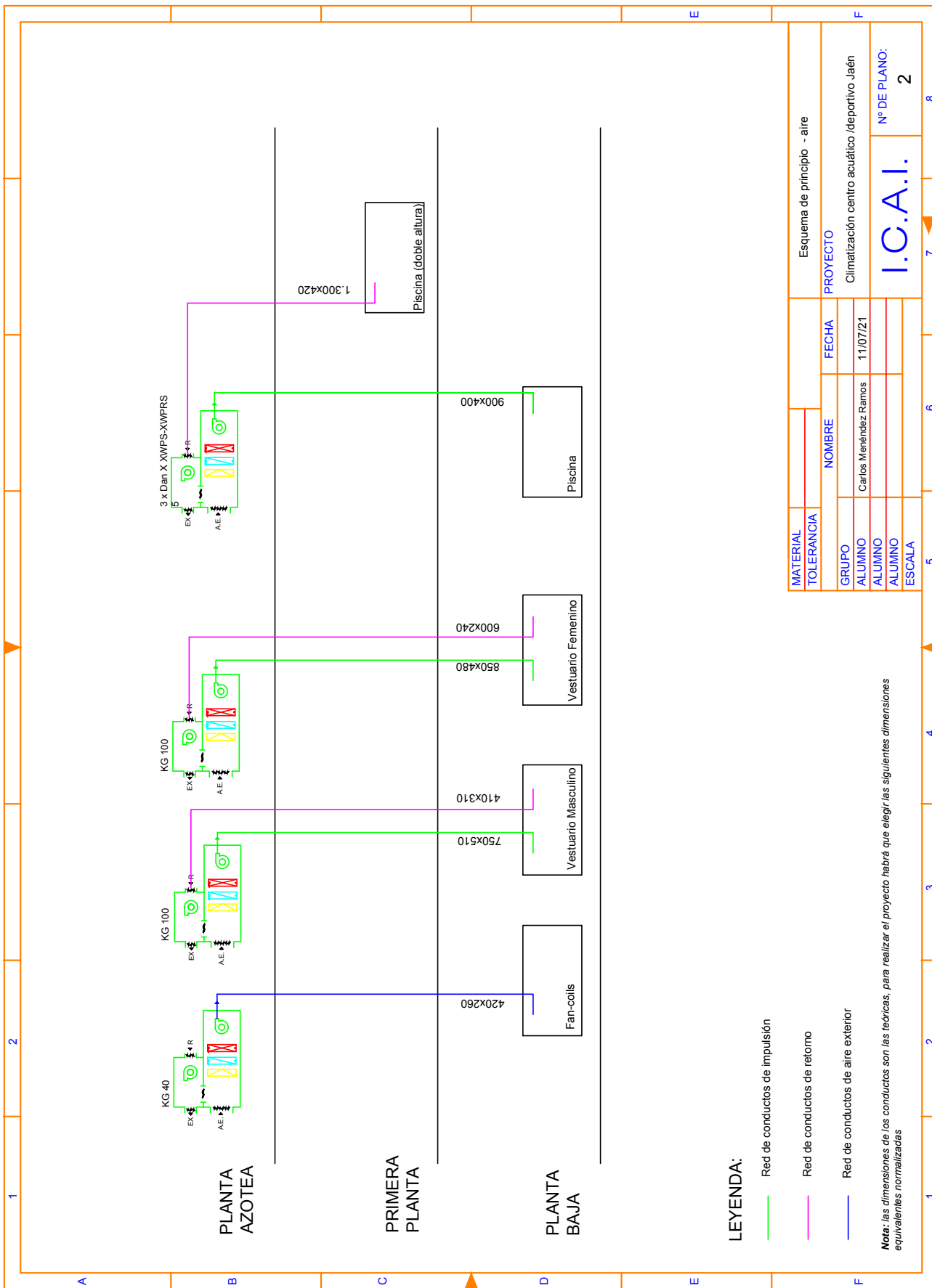
$$V = 9.923 \text{ l}$$

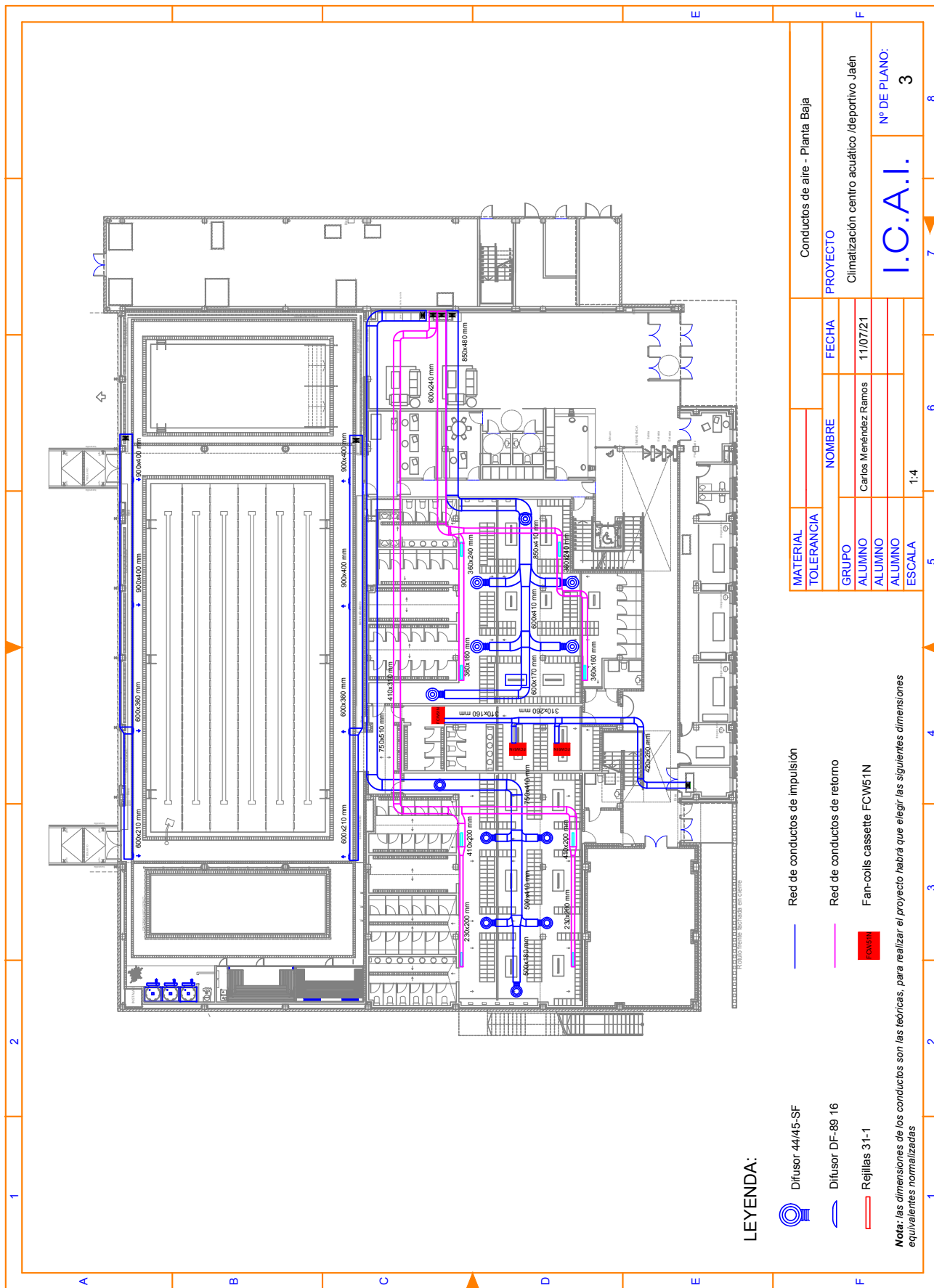
Conociendo ya el volumen total, el coeficiente de expansión y presión se puede calcular el volumen total del vaso de expansión, que es:

$$V = 353 \text{ l}$$

2. Planos





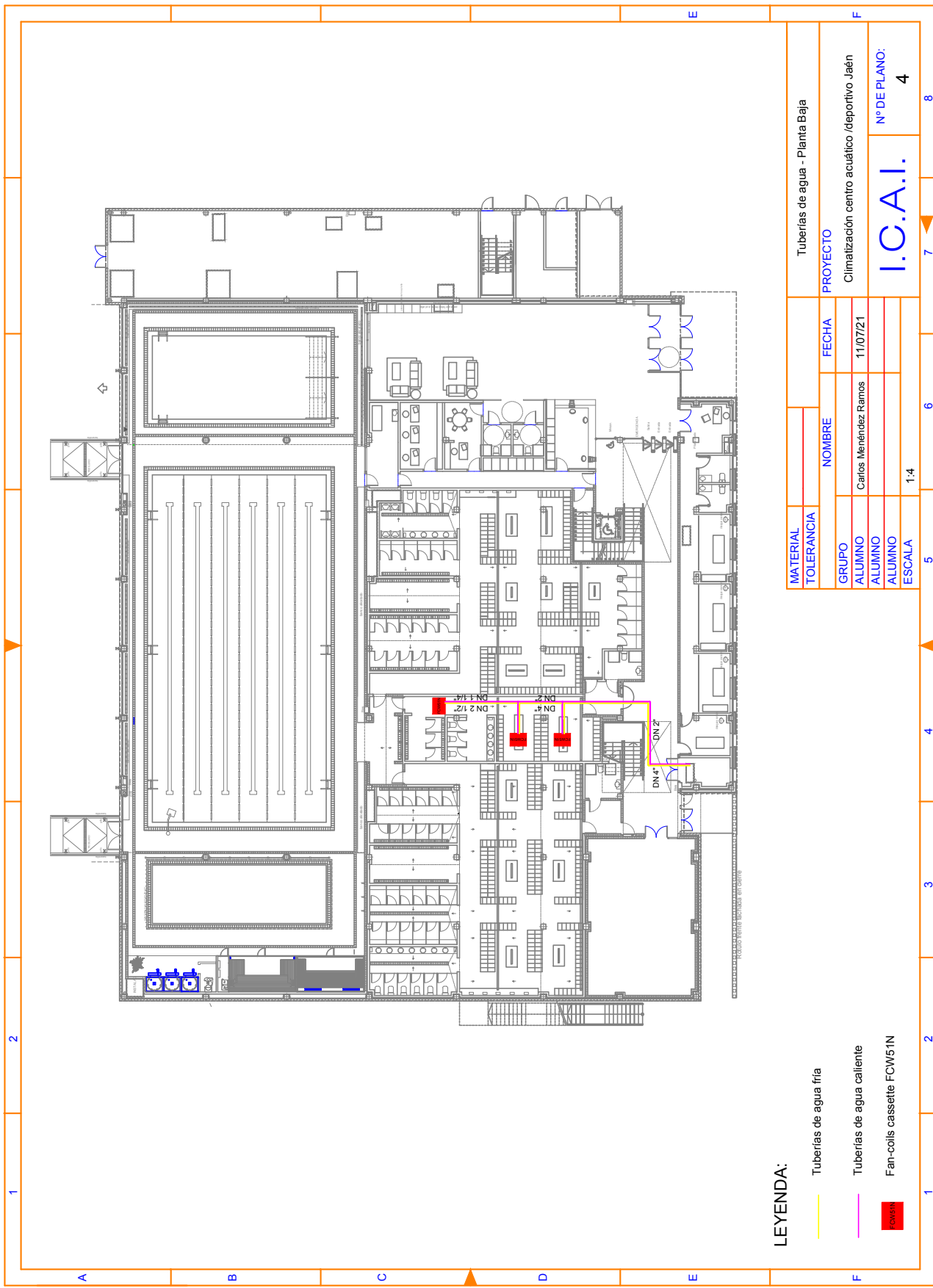


LEYENDA:

- Difusor 44/45-SF
- Red de conductos de impulsión
- Red de conductos de retorno
- Fan-coils cassette FCW51N
- Rejillas 31-1

Nota: las dimensiones de los conductos son las teóricas, para realizar el proyecto habrá que elegir las siguientes dimensiones equivalentes normalizadas

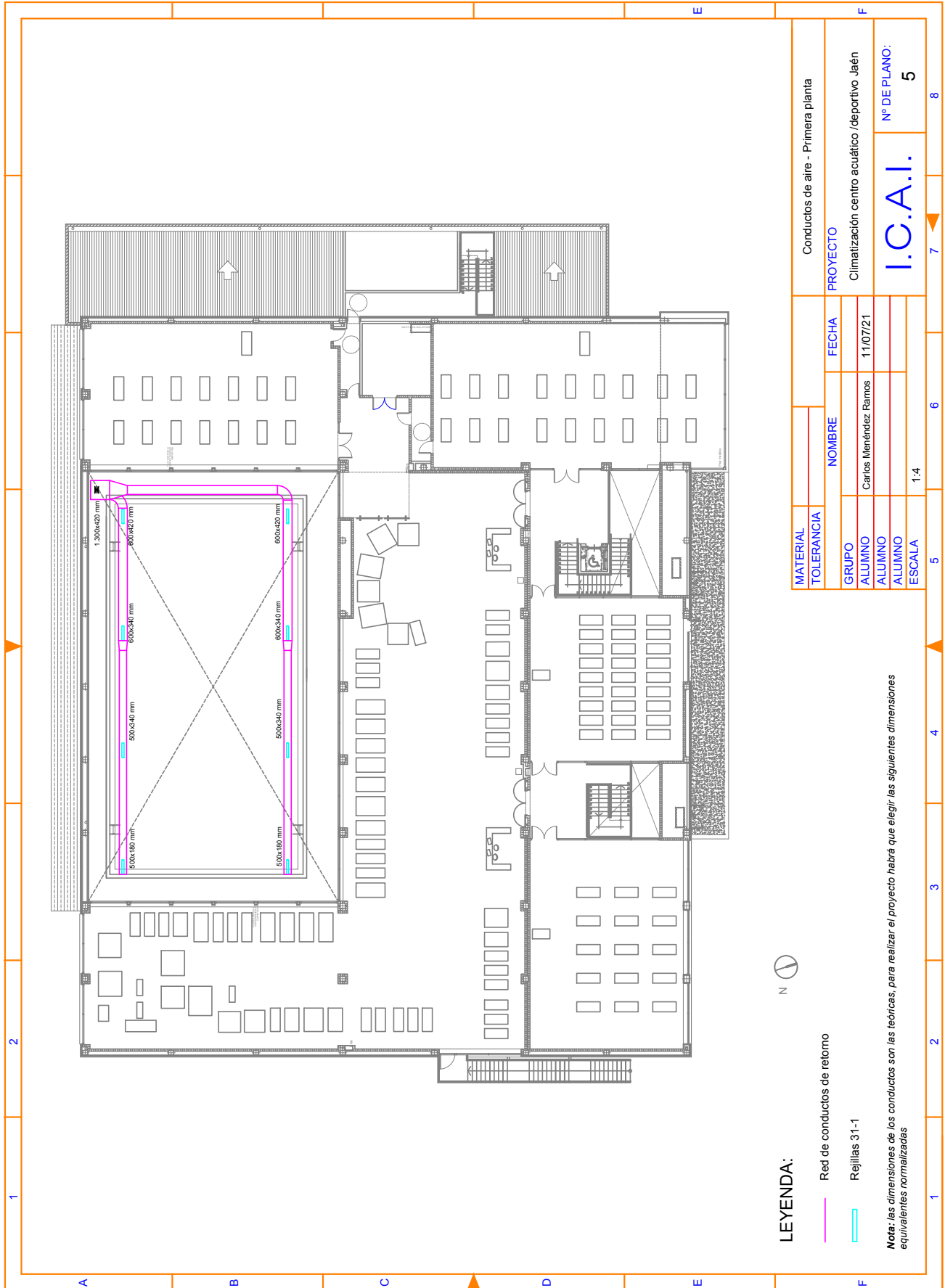
MATERIAL	Conductos de aire - Planta Baja	
TOLERANCIA		
GRUPO	NOMBRE	FECHA
ALUMNO	Carlos Menéndez Ramos	11/07/21
ALUMNO	I.C.A.I.	
ESCALA	1:4	Nº DE PLANO: 3



LEYENDA:

- Tuberías de agua fría
- Tuberías de agua caliente
- FCW51N Fan-coils cassette FCW51N

MATERIAL	Tuberías de agua - Planta Baja	
TOLERANCIA		
GRUPO	PROYECTO	
ALUMNO	Carlos Hernández Ramos	11/07/21
ALUMNO		
ALUMNO		
ESCALA	1:4	
I.C.A.I.		Nº DE PLANO: 4



3. Pliego de condiciones

INDICE

- 1 TUBERIAS. GENERAL
 - 1.1 TUBERIAS DE ACERO PARA SOLDAR, SERIE NORMAL
 - 1.2 TUBERIAS DE ACERO SIN SOLDADURA, SERIE NORMAL
- 2 VALVULAS. GENERAL
 - 2.1 VALVULAS DE GLOBO O ASIENTO
 - 2.2 VALVULAS DE MARIPOSA
 - 2.3 VALVULAS DE ESFERA
 - 2.4 VALVULAS DE RETENCION
 - 2.5 VALVULAS DE RETENCION (TIPO RESORTE)
- 3 BOMBAS CENTRIFUGAS DE AGUAS LIMPIAS. GENERAL
 - 3.1 BOMBAS CENTRIFUGAS EN LINEA
- 4 GRUPOS DE ENFRIAMIENTO DE AGUA DE CONDENSACION POR AIRE
- 5 BOMBAS DE CALOR AIRE-AGUA
- 6 CLIMATIZADORES. GENERAL
- 7 VENTILADORES
- 8 CONDUCTOS DE CHAPA
- 9 REJILLAS DE IMPULSION
 - 9.1 REJILLAS DE RETORNO
- 10 DIFUSORES DE AIRE
- 11 UNIDADES TERMINALES AGUA - AIRE

1. TUBERIAS. GENERAL

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

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

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

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

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

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

1.1 TUBERIA DE ACERO PARA SOLDAR, SERIE NORMAL

Esta especificación será aplicable a tuberías para soldar con presión nominal hasta 25 atm (PN-25), con agua o líquidos y PN-10 para aire y gases no peligrosos.

1. Materiales

- Diámetro nominal : DN-6 a DN-150
- Norma de aplicación : Según UNE 19.040 coincidente con DIN-2440
- Material : Acero st. 35, según DIN-17100
- Ejecución : Con soldadura o sin soldadura (según se indique)
- Espesor de pared : Según DIN-2440
- Dimensiones y pesos : Según DIN-2440
- Acabados : Negro según DIN-2444

2. Accesorios

- Tipo : Soldado



- Material : Accesorios soldados st-35, según DIN-17100
- Codos : Se usarán codos de radio largo en los lugares donde el espacio lo permita, según DIN 2605
- Tes : Según DIN-2615
- Reducciones : Según DIN-2616

3. Ejecución

La instalación de la tubería se realizará de acuerdo a las normas y práctica común, para un buen uso, asegurando la eliminación de bolsas de aire y fácil drenaje.

La tubería se instalará de forma que permita la libre dilatación sin producir esfuerzos que puedan ocasionar daños.

La tubería aislada se instalará sin que en su aislamiento se pueda producir daño o deterioro.

4. Recepción y Ensayos

- Tuberías y accesorios : Desengrasado y limpiado
 - Almacenaje : Protección contra erosión y corrosión
 - Tubería enterrada : Una primera mano de cinta plástica de 0,4 mm de espesor, segunda mano, secado y aplicación de una protección adherente con un solape de 12 mm
 - Pruebas : Se realizarán antes de arrollar la cinta protectora
- Se realizarán de acuerdo a normativa UNE-100-151-88

5. Medición y Abono

Se medirá por metro lineal instalado con todos los elementos de fijación y montaje. Se incluirá la parte proporcional de accesorios y transporte.

Se abonará según precios establecidos en el cuadro de precios.

1.2 TUBERIAS DE ACERO SIN SOLDADURA, SERIE NORMAL

Esta tubería será aplicable para tuberías con presión nominal hasta 25 atm (PN-25), para circuitos de agua de la instalación de aire acondicionado.

1. Materiales

- Diámetro nominal : DN-125 y superiores

- Norma de aplicación : Según UNE 19.040 coincidente con DIN-2448
- Material : Acero st. 35, según DIN-17100
- Ejecución : Sin soldadura
- Espesor de pared : Según DIN-2448
- Dimensiones y pesos : Según DIN-2448
- Acabados : Mano de imprimación antioxidante

2. Accesorios

- Tipo : Soldado
- Material : Accesorios soldados st-35, según DIN-17100
- Tes : Según DIN-2615
- Reducciones : Según DIN-2616
- Codos : Se usarán codos de radio largo en los lugares donde el espacio lo permita, según DIN 2605

3. Ejecución

Ver normas generales.

La tubería se instalará de forma que permita la libre dilatación sin producir esfuerzos que puedan ocasionar daños.

Cuando la tubería sea empotrada, se protegerá con cinta plástica de 0,4 mm. de espesor.

4. Recepción y Ensayos

- Tuberías y accesorios : Desengrasado y limpiado
- Almacenaje : Protección contra erosión y corrosión.
- Tubería enterrada : Una primera mano de cinta plástica de 0,4 mm de espesor, segunda mano, secado y aplicación de una protección adherente con un solape de 12 mm
- Pruebas : Se realizarán antes de arrollar la cinta protectora
Se realizarán de acuerdo a normativa UNE-100-151-88

5. Medición y Abono

Se medirá por metro lineal instalado con todos los elementos de fijación y montaje. Se incluirá la parte proporcional de accesorios y transporte.

Se abonará según precios establecidos en el cuadro de precios.

2. VALVULAS. GENERAL

El Contratista suministrará e instalará las válvulas de acuerdo con mediciones y planos.

Todas las válvulas serán transportadas en una caja no metálica, impermeable y resistente a golpes y al transporte.

Todas las válvulas serán nuevas y libres de defectos y corrosiones.

Los volantes serán los adecuados al tipo de válvula, de tal forma que permita un cierre estanco sin necesidad de aplicar esfuerzo con ningún otro objeto.

La superficie de los asientos estarán mecanizadas y terminadas de forma que aseguren la hermeticidad adecuada para el servicio especificado.

Las válvulas se especificarán por su DN (diámetro nominal) y su PN (presión nominal).

La presión de servicio será siempre igual o mayor de la especificada.

De acuerdo con la "Deutsche Institut Normen" (DIN) la relación entre presión de servicio máximo permisible y la temperatura será la siguiente:

Válvulas de hierro fundido

Presión de servicio máxima permisible Kpa a las siguientes temperaturas

Presión nominal (Pn) Kpa	121	151	226	301	
Por debajo 120°C	150°C	225°C	300°C	400°C	
250	250	200	160	160	
400	400	320	250	250	
600	600	450	320	320	
1000	1000	800	600	600	
1600	1600	1000	1000	---	

Válvulas de acero al carbono

Presión de servicio máxima permisible Kpa a las siguientes temperaturas

Presión nominal (Pn) Kpa	121	151	226	301	
Por debajo 120°C	150°C	225°C	300°C	400°C	
600	600	600	500	500	500
1000	1000	1000	800	800	800

1600	1600	1350	1300	1300	1300
2500	2500	2500	2000	2000	2000
4000	4000	4000	4000	3200	3200
6400	6400	6400	6400	5000	4000

Como los datos suministrados en las válvulas son función de la presión, la relación con la temperatura de la tabla arriba indicada deberá ser tenida en cuenta y se considera como mínima.

2.1 VALVULA DE GLOBO O ASIEN TO

1. Materiales

- Cuerpo : Hierro fundido
- Tapa : Hierro fundido
- Asiento : Disco normal, con asiento cónico para regulación
- Cierre : Bronce
- Eje : Bronce
- Volante : Acero

2. Conexiones

- Roscada : Hasta diámetro 40 mm
- Embridada : Mayor diámetro 50 mm

3. Ejecución

- Tipo : Husillo no ascendente
- Diámetro nominal : Todas las medidas
- Presión nominal : 16 kg/cm²
- Accionamiento : Manual por volante
- Dimensiones generales : Según DIN-3216

4. Recepción y ensayos

Prueba del 10% de las unidades y certificado material.

Presión de prueba igual o mayor a 1,5 x PN a 20°C

5. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidad montada.

2.2 VALVULA DE MARIPOSA

1. Materiales

- Cuerpo (A-216 WBC). : Acero fundido rilsaniza-do ASTM
- Mariposa : Fundición nodular rilsanizada (DIN GGG-45).
- Ejes : Acero inoxidable AISI- 304.
- Anillo : E.P.D.M., si no se especifica lo contrario.
- Volante de accionamiento : Fundición gris
- Tapa : Metacrilato o aluminio
- Junta tórica de accionamiento : Nitrilo

2. Ejecución

- Tipo : Mariposa
- Modelo
- . Hasta DN 400 : Wafer
- . Hasta DN 450 : Bridas
- Diámetro nominal : Todas las medidas
- Presión nominal : PN 16
- Cierre : Estanco
- Montaje : Vertical u horizontal (hasta DN-300). Horizontal para DN mayor de 300.
- Accionamiento
- . Hasta DN 125 : Manual por palanca
- . De DN mayor De 125 : Manual por volante y desmultiplicador.
- Tipo desmultiplicador
- . Hasta DN 200 : Reductor planetario
- . De DN mayor de 200 : Reductor tornillo sin fin
- Eje : De longitud especial para montaje en caso de tuberías aisladas.

3. Recepción y ensayos

Según normas generales.

Prueba del 10% de las unidades y certificados de material.

4. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidad montada.

2.3 VALVULAS DE ESFERA

1. Materiales

-	Cuerpo	:	Latón estampado P-Cu Zn 40 Pb2
-	Bola	:	Latón duro cromado P-Cu Zn 40 Pb2
-	Eje	:	Latón niquelado P-Cu Zn 40 Pb2
-	Asientos	:	Teflón
-	Empaquetadura	:	Teflón

2. Ejecución

-	Diámetro nominal	:	Todas las medidas
-	Presión nominal	:	16 bars
-	Conexiones	:	Roscas gas s/DIN 259
-	Accionamiento	:	Manual por palanca

3. Recepción y ensayos

Según normas generales.

Prueba del 10% de las unidades y certificados de material.

4. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidad instalada.

2.4 VALVULAS DE RETENCION

1. Materiales

-	Cuerpo	:	Acero moldeado o bronce
-	Clapeta	:	Acero moldeado o bronce
-	Asientos	:	Acero inoxidable
-	Eje	:	Acero inoxidable
-	Junta de cierre	:	Goma

2. Ejecución

- Tipo : Doble plato con resorte (DN ³32)
- Diámetro nominal : Clapeta oscilante (DN < 32)
- Presión nominal : 10 Kg/cm²/16 Kg/cm² según los casos
- Conexiones : Embridadas, taladradas, PN 10
- Montaje : Horizontal o vertical
- Cierre : Estanco

3. Recepción y ensayos

Según normas generales.

Prueba del 10% de las unidades y certificados de material.

4. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidad instalada.

2.5 VALVULAS DE RETENCION (TIPO RESORTE)

1. Materiales

- Cuerpo : Acero al carbono A-216 WCB
- Platos : Acero inoxidable AISI-304
- Resortes : Acero inoxidable AISI-302
- Ejes : Acero inoxidable AISI-304
- Asiento : Nitrilo (Buna-N)

2. Ejecución

- Diámetro Nominal : DN-50 y superiores
- Presión nominal : 10 Kg/cm² ó 16 Kg/cm² según los casos
- Conexiones : Embridadas, taladradas, PN 10
- Montaje : Horizontal o vertical
- Cierre : Estanco

3. Recepción y ensayos

Según normas generales.

Prueba del 10% de las unidades y certificados de material.

4. Medición y abono

Se medirá y abonará por unidad instalada.

3 BOMBAS CENTRIFUGAS DE AGUAS LIMPIAS. GENERAL

Esta especificación se refiere a grupos electrobombas centrífugas, diseñadas y construidas para circulación de aguas limpias sin sustancias abrasivas en suspensión.

1. Aplicaciones

Los distintos tipos de bombas se aplicarán siguiendo los criterios que se indican a continuación.

- a. Bombas en línea de rotor húmedo.
 - Recirculación de ACS con temperatura de 20°C hasta 60°C.
 - Sistemas de calefacción de pequeña potencia y temperatura hasta 90°C.
- b. Bombas en línea de rotor seco.
 - Sistema de agua potable, caliente o refrigerada de potencias medianas y pequeña (temperatura máxima 90°C).
- c. Bombas de bancada tipo monobloc.
 - Sistemas de agua caliente hasta 100°C y de agua potable o refrigerada, de presiones medias.
- d. Bombas de bancada de simple aspiración, de una o dos etapas.
 - Para sistemas de distribución de agua caliente y refrigerada, para caudales medios y elevados y presiones medias.
 - Instalaciones de abastecimientos de agua.
 - Instalaciones de riego.
- e. Bombas de bancada de doble aspiración.
 - Para usar en las mismas condiciones de la bomba de simple aspiración, pero con caudales mucho más elevados.
- f. Bombas de etapa múltiple, horizontal o vertical.
 - Para sistemas de alta presión.
 - Sistemas de elevación de agua.
 - Alimentación de calderas de vapor.
 - Sistema de riego.

Para los casos a, b, c y d la velocidad de giro no será superior a 1.450 r.p.m., siempre que no se dicte lo contrario en la Especificación Técnica Particular.

3.1 BOMBAS CENTRIFUGAS EN LINEA

Esta especificación se refiere a grupos electrobombas centrífugas de tipo en línea, diseñadas y construidas para circulación de aguas limpias sin sustancias abrasivas en suspensión.

Las bombas en línea podrán ser de rotor húmedo o seco. En el caso de rotor bañado por el fluido en circulación carecerán de prensa-estopas.

El motor y el rodete de estas bombas se podrán extraer de la carcasa, quedando ésta conectada a la tubería.

Según se indique en la Especificación Particular, las bombas en línea podrán ser de tipo simple o doble (en serie o paralelo).

Las bocas de acoplamiento a las tuberías tendrán el mismo diámetro y los ejes coincidentes. El motor estará directamente acoplado al rodete.

Cuando se empleen estas bombas en circuitos de agua caliente para usos sanitarios deberán utilizarse materiales resistentes a la corrosión.

1. Materiales

a. Bomba en línea de rotor húmedo (agua fría o potable).

- Cuerpo : Fundición gris PN6 para presión de trabajo inferior a 3 bars. Modular PN10 para presiones superiores, hasta 6 bars.
- Rodete : Fundición gris (agua potable).
- Eje : Acero duro al cromo o acero inoxidable.
- Cojinetes de fricción : Acero al carbono o bronce.

b. Bomba en línea de rotor húmedo (agua caliente o sanitaria).

- Cuerpo : Fundición de latón Cu Sn 5 de PN6 o PN10, según presiones indicadas anteriormente.
- Rodete : Bronce o material plástico especial al calor.
- Eje : Acero inoxidable.
- Cojinetes de fricción : Acero al carbono o bronce.

c. Bomba en línea de rotor seco.

- Cuerpo : Fundición gris PN10. Modular para PN16.

- Rodete : Fundición gris (agua fría o potable). Bronce (agua caliente o agresivas).
- Eje : Acero duro al cromo.
- Cojinetes : Bronce.

- Cierre : De tipo mecánico con muelle con lubricación forzada por agua.

2. Ejecución

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado.

El acoplamiento entre tubería y bomba podrá ser roscado, hasta DN 32.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en correspondencia de las inmediaciones de las bombas.

La conexión entre tubería y bomba no podrá provocar esfuerzos recíprocos de torsión o flexión.

Todas las conexiones entre caja de bornas del motor y caja de derivación de la red de alimentación deberán hacerse por medio de un tubo de acero flexible de al menos 50 cm de longitud.

En ningún caso, la potencia al freno de los motores, estando las bombas trabajando a su máxima capacidad, excederá la potencia nominal del motor. Deberá por otra parte, asegurarse un funcionamiento silencioso de las bombas.

El tipo de alimentación eléctrica será monofásico para motores inferiores a 200 w, y trifásico para potencias superiores.

El motor irá provisto de ventilador interior acoplado directamente al eje del mismo, y será de marca SIEMENS o ASEA.

3. Recepción y ensayos

Todas las bombas llevarán una placa de características de funcionamiento de la bomba, además de la placa del motor. La placa estará marcada de forma indeleble y situada en lugar fácilmente accesible sobre la carcasa de la bomba, cuando la bomba de línea o compacta podrá estar montada sobre el motor.

En la placa deberá figurar, por lo menos, el caudal y la altura manométrica para la que han sido elegidas.

Cuando el equipo llegue a obra con un certificado acreditativo de las características de los materiales y de funcionamiento, emitido por algún organismo oficial, su recepción

se realizará comprobando únicamente sus características aparentes y la correspondencia de lo indicado en la placa con lo exigido en el proyecto.

En caso de dudas sobre el correcto funcionamiento de una bomba, la Dirección Facultativa tendrá derecho a exigir una prueba en obra, con los gastos a cargo de la empresa instaladora, efectuando de acuerdo al procedimiento indicado en "centrifugal pumps test code" del Hydraulic Institute Standards for centrifugal, rotary and reciprocating pumps (edición 13).

4. Medición y abono

Los grupos electrobombas "in line" se medirán por unidades, incluyendo los siguientes conceptos:

- La bomba completa, con todos sus elementos, incluso la primera carga de grasa o aceite para lubricación.
- El motor de accionamiento, que vendrá acoplado de fábrica.
- Contrabridas, tornillos, tuercas, etc.
- El material para estanqueidad entre uniones.
- Los medios humanos y mecánicos para el movimiento en obra.
- La mano de obra para el montaje.

Se excluirá:

- Los accesorios, como válvulas de corte y retención, manguitos anti-vibratorios, manómetros, termómetros, etc., a no ser que se especifique lo contrario.

4 GRUPOS DE ENFRIAMIENTO DE AGUA DE CONDENSACION POR AIRE

Esta Especificación se refiere a equipos enfriadores de agua o agua glicolada con potencia entre 21 kw a 715 kw, condensadas por aire, para montaje en el exterior.

El equipo será compacto y vendrá totalmente ensamblado de fábrica.

1. Materiales

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

2. Ejecución

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

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

Los compresores serán tipo semi-herméticos.

Temperatura máx. funcionamiento + 52°C.

Dispondrá de un temporizador para mejorar los ritmos de parada.

3. Recepción y ensayos

El equipo vendrá completamente probado y ensayado en fábrica, según ASME.

4. Medición y abono

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

5 BOMBAS DE CALOR AIRE-AGUA

Esta Especificación se refiere a equipos enfriadores calentadores de agua con potencia entre 53 kw y 314 kw, para refrigeración, y entre 56 y 349 kw, para calefacción, y preparados para montaje en el exterior.

El equipo será compacto y vendrá totalmente ensamblado de fábrica.

1. Materiales

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

2. Ejecución

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

El desenganche de los serpentines exteriores se realizará automáticamente por temperatura y por tiempos.

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

Un dispositivo de estado sólido proporcionará un control perfecto de la temperatura del agua y protección absoluta contra la congelación y el recalentamiento.

Los compresores serán tipo semi-herméticos.

Temperatura máx. funcionamiento: + 52°C.

Dispondrá de un temporizador para mejorar los ritmos de parada.

3. Recepción y ensayos

El equipo vendrá completamente probado y ensayado en fábrica.

4. Medición y abono

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

Se incluye el movimiento de la máquina desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo.

6 CLIMATIZADORES GENERAL

Esta Especificación se refiere a climatizadores compactos modulares de tipo horizontal, de caudal constante o variable según se indique, para uso en instalaciones de aire acondicionado.

Estos equipos estarán compuestos por las secciones que se indiquen en la Especificación Técnica Particular (Tablas de Características), debiendo cumplir éstas las siguientes especificaciones:

1. Envolvente

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

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

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

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



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

También en caso que así se indique, se preverán en los paneles de sección de ventiladores "ojos de buey" para registro. En las secciones de humectación se preverán en cualquier caso.

2. Sección de entrada

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

3. Sección de mezcla o de "free-cooling"

Vendrá provista de las compuertas de regulación que se indiquen, todas ellas preparadas para su motorización.

Se situarán dichas compuertas de forma que se asegure una buena mezcla de aire sin estratificar.

La velocidad de paso a través de las compuertas no será superior a 5 m/s.

4. Sección de prefiltros

Incorporará filtros de fibra plana, en "V", o de tipo metálico según se indique, con una eficacia mínima del 60% según AFI.

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

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

5. Sección de filtros

Incorporará filtro de fibra en "V", tipo "cassette" o de tipo rotativo según se indique, con un eficacia mínima del 85% (peso en polvo) según ASHRAE 52-68.

El resto de características serán similares a los anteriores.

6. Sección de filtros de media eficacia

Estará constituida por filtros modulares de eficacia mínima 85% "Dust-spot", según ASHRAE 52-68.

7. Sección de filtros absolutos

Será colocada en impulsión de aire y estará constituida por filtros modulares de muy alta eficacia (HEPA) de 99,997% ó 99,999% D.O.P. según se indique.

Tendrá las mismas consideraciones generales que los anteriores.

8. Sección de baterías

Las baterías estarán construidas en tubo de cobre y aletas de aluminio de tipo continuo estampadas, disponiendo los tubos al tresbolillo.

La circulación de fluidos irá a contracorriente no sobrepasando una pérdida de carga en el circuito de agua de 4 m.c.a.

Irán dotadas de drenaje y purga de aire, estando probadas en fábrica a una presión doble a las condiciones de trabajo.

Las baterías de agua fría dispondrán de bandeja de recogida de condensados en chapa de acero galvanizado impermeabilizada con capa asfáltica, que incorporará drenaje debidamente sifonado.

La velocidad máxima de paso del aire por las baterías será de 2,5 m/seg (frío) y 3 m/seg (calor), disponiendo en el sentido del flujo de aire de separador de gotas para las baterías de agua fría en caso de que la sección siguiente sea de ventilador.

El diseño de las baterías cumplirá en todos los casos las condiciones de entrada y salida de aire fijadas en Tablas de Características.

9. Sección de humectación por vapor

Dispondrá de espacio para lanza(s) de vapor, que estarán dispuestas uniformemente. Se preverá acceso a la sección y "ojo de buey" de inspección.

10. Sección de humectación por pulverización de agua

Se instalarán los pulverizadores de agua en una o dos bancadas para conseguir las condiciones de humectación requeridas.

El distribuidor estará construido en tubo de acero galvanizado, siendo las toberas de inyección construidas en bronce o material plástico adecuado.

La bandeja de recogida será de acero galvanizado con 2 capas de impermeabilizante y una superficie igual a la sección de humectación, disponiendo de desagüe, rebosadero y acometida de agua mediante válvula de flotador, incluyendo sistema de purga automática de desconcentración mediante válvula solenoide.

El humectador estará alimentado por bomba centrífuga de tipo "in-line" de características adecuadas.

Se dispondrá de doble separador de gotas a la salida de la sección.

La aspiración de la bomba dispondrá de filtro anticavitante.

Se preverá acceso a la sección y "ojo de buey" de inspección.

11. Sección de ventilación

Se dispondrán las secciones de ventiladores de retorno e impulsión con las condiciones que se indiquen en Tablas de Características.

En general, para sistemas de caudal constante, los ventiladores serán centrífugos, de doble oído, con álabes a acción.

Para sistemas de caudal variable, los ventiladores serán centrífugos, de doble oído, con álabes a reacción, y álabes reguladores en oídos de aspiración que estarán motorizados.

Deberán ser seleccionados en las zonas de funcionamiento recomendadas por el fabricante, a fin de obtener el mejor rendimiento. A modo de sugerencia indicamos las siguientes velocidades máximas de descarga, en función de diferentes presiones estáticas:

Presión estática inferior a 30 mm.c.a.	:	10 m/s
Presión estática de 30 a 65 mm.c.a.	:	12 m/s
Presión estática de 65 a 150 mm.c.a.	:	13 m/s
Presión estática superior a 150 mm.c.a.	:	15 m/s

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

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

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

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

Se preverá acceso a la sección y "ojo de buey" de inspección, en caso de que así se determine en la Especificación Particular.

7 VENTILADORES

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

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

1. Envolvente

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

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

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

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

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

2. Boca de entrada

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

3. Filtro

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

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

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

4. Grupo motoventilador

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

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

Deberán ser seleccionados en las zonas de funcionamiento recomendadas por el Fabricante, a fin de obtener el mejor rendimiento. A modo de sugerencia indicamos las siguientes velocidades máximas de descarga, en función de diferentes presiones estáticas:

Presión estática inferior a 30 mm.c.a.	:	10 m/s
Presión estática de 30 a 65 mm.c.a.	:	12 m/s
Presión estática de 65 a 150 mm.c.a.	:	13 m/s
Presión estática superior a 150 mm.c.a.	:	15 m/s

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

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

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

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

8 CONDUCTOS DE CHAPA. GENERAL

Esta especificación se refiere a conductos de chapa en acero galvanizado, para uso en ventilación y aire acondicionado.

1. Materiales

a. Conducto

- Material : Chapa de acero galvanizado.
- Dimensiones : Según UNE 100.101.84-Conductos para transporte de aire.

Dimensiones y tolerancias.

- Espesor : Según UNE 100.102.88-Conductos de chapa metálica.

Espesores, uniones y esfuerzos.

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

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

Notas:

- (1) Presión positiva o negativa
- (2) Presión positiva
- (3) Velocidad usualmente superior a 20 m/s

b. Accesorios

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

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

2. Ejecución

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

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

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

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

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

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

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

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

3. Recepción y ensayos

a. Recepción

Los conductos llegarán a obra libres de golpes y arañazos.

b. Ensayos

- Prueba preliminar : presión de prueba (PP) igual a presión de ejercicio (PE) mas 500 Pa: $PP=PE+500$. Sirve para la detección de fugas.

- Prueba estructural (obligatoria solo para los conductos de las clases M.1, M.2, M.3 y A.1): $PP=1,5 *PE$. La deflexión máxima permitida está indicada en la pag. 4 de la citada norma en función de la dimensión del lado.

- Pruebas de estanqueidad: $PP=PE$. El caudal de fuga no podrá ser superior al calculado con la formula indicada en la pag. 5 de la citada norma.

Las pruebas se efectuarán con el equipo indicado en la fig. 1 del anexo A de dicha norma, utilizando el procedimiento allí detalladamente escrito.

Los resultados de las pruebas se presentarán en una hoja como la del anexo D de la citada norma.

4. Medición y abono

Los conductos se medirán por superficies o longitudes de conducto, incluyendo la parte proporcional de piezas especiales, codos, grapas, soportes, etc.

No se incluirán, y por lo tanto se medirán por separado, los siguientes elementos:

- Compuertas contra-incendios.
- Rejillas y difusores.
- Atenuadores acústicos.
- Unidades terminales.

9 REJILLAS DE IMPULSION

Esta Especificación se refiere a rejillas de impulsión de aire en sistemas de Aire Acondicionado y Ventilación.

1. Material

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

2. Ejecución

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

Las lamas serán móviles, con doble deflexión si así se especifica.

El área libre será por lo menos del 70%.

3. Recepción y ensayos

La medición de caudal se realizará por medio de cónica o piramidal.

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

4. Medición y abono

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

9.1 REJILLAS DE RETORNO

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

1. Material

- Rejilla : Aluminio anodizado. Serán lacadas en color a definir por la Dirección Facultativa si así se indica.

- Regulación : Chapa de acero fosfatado, recubierta por una pintura de color negro.

2. Ejecución

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

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

El área libre será por lo menos del 70%.

3. Recepción y ensayos

La medición de caudal se realizará por medio de cónica o piramidal.

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

4. Medición y abono

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

10 DIFUSORES DE AIRE (GENERAL)

1. Materiales

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

2. Ejecución

El montaje se realizará preferentemente con tornillos ocultos.

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

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

3. Recepción y ensayos

La medición de caudal, se hará posicionando el aparato de medida en el punto marcado por el fabricante y la lectura del instrumento recomendado por el fabricante, deberá multiplicarse por el factor indicado por el mismo.

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

4. Medición y abono

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

11 TERMINALES AGUA - AIRE

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

Fan - coil (ventiloconvectores)

1. Material

- Envolverte:

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

- Estructura:

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

- Filtros:

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

- Batería:

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

La presión máxima de trabajo será de 14 bars.

- Bandeja de recogida:

Construida en chapa de acero galvanizado, aislada con 15 mm. de espuma de poliestireno o material similar, provista de tubo de drenaje de DN 15 mm. por lo menos.

- Ventilador centrífugo:

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

- Motor:

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

- Sistema eléctrico:

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

2. Ejecución

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

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

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

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

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

3. Recepción y Ensayos

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

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

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

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

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

4. Medición y abono

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

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

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

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

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

4. Presupuesto

nº ref	Descripción	Uds.	Venta €/Ud.	Venta total €
1. Central Térmica y Frigorífica				
1.1	Grupo frigorífico aire/agua TRANE	1	94.980,91	94.980,91
1.2	Caldera gas CONDENS 7000F	1	15.500,00	15.500,00
1.4	Bomba de calor	1	57.661,00	57.661,00
1.5	Depósito de expansión cerrado 400L	1	1.250,00	1.250,00
TOTAL 1 Central Térmica y Frigorífica				169.391,91
2. Climatización piscina				
2.1	Deshumectadora Dantherm XWPS-XWPRS 5	3	35.250,00	105.750,00
TOTAL 2. Climatización piscina				105.750,00
3. Climatizadores y Fan-coils				
3.1	Climatizador Wolf KG 100	2	22.800,00	45.600,00
3.2	Fan-Coils Hitecsa FKW51N	3	2.225,34	6.676,02
TOTAL 3. Climatizadores y Fan-Coils				52.276,02
4. Tuberías				
4.1	m Tubería de acero al carbono 3/4"	10,2	19,56	199,32
4.2	m Tubería de acero al carbono 1"	13,3	21,36	284,09
4.3	m Tubería de acero al carbono 1 1/4"	28,8	24,57	707,37
4.4	m Tubería de acero al carbono 1 1/2"	19,6	28,71	561,28
4.5	m Tubería de acero al carbono 2"	42,5	34,39	1.461,58
4.6	m Tubería de acero al carbono 2 1/2"	43	37,12	1.596,16
4.7	m Tubería de acero al carbono 4"	76,5	59,77	4.572,41
TOTAL 4. Tuberías				9.382,20
5. Aislamiento tuberías				
5.1	m Coquilla AF, 0-10°C, 3/4"	5,1	14,18	72,25
5.2	m Coquilla AF, 0-10°C, 1"	6,7	14,81	98,49
5.3	m Coquilla AF, 0-10°C, 1 1/4"	14,4	15,43	222,11
5.4	m Coquilla AF, 0-10°C, 1 1/2"	9,8	16,29	159,23
5.5	m Coquilla AF, 0-10°C, 2"	21,3	17,35	368,69
5.6	m Coquilla AF, 0-10°C, 2 1/2"	21,5	18,58	399,47
5.7	m Plancha AF, 0-10°C, 4"	38,3	57,24	2.189,43
5.8	m Coquilla SH, 66-100°C, 3/4"	5,1	13,42	68,37
5.9	m Coquilla SH, 66-100°C, 1"	6,7	12,51	83,19
5.10	m Coquilla SH, 66-100°C, 1 1/4"	14,4	13,89	199,95
5.11	m Coquilla SH, 66-100°C, 1 1/2"	9,8	14,61	142,81
5.12	m Coquilla SH, 66-100°C, 2"	21,3	20,72	440,30
5.14	m Coquilla SH, 66-100°C, 2 1/2"	21,5	34,83	748,85
5.14	m Plancha AF, 66-100°C, 4"	38,3	56,00	2.142,00
TOTAL 5. Aislamiento tuberías				7.335,14
6. Bombas				
6.1	Monobloc In-Line EVARA 40-160 0,55B	3	1.586,45	4.759,35
6.2	Monobloc In-Line EVARA 65-160 1,1B	3	5.995,56	17.986,68
TOTAL 6. Bombas				22.746,03

7. Valvulería y accesorios

7.1 Válvula de esfera	10	21,37	213,70
7.2 Válvula mariposa	22	247,84	5.452,48
7.3 Válvula regulación-equilibrado	12	70,38	844,56
7.4 Válvula retención disco	4	47,52	190,08
7.5 Filtro de agua tipo Y	20	211,64	4.232,80

TOTAL 7. Valvulería y accesorios 10.933,62

8. Distribución de aire

8.1 m2 Conducto de chapa galvanizada	3553,6	29,97	106.501,39
8.2 Tobera Koolair DF-89	8	196,04	1.568,32
8.3 Difusor Koolair 44/45-SF 16	6	110,34	662,04
8.4 Difusor Koolair 44/45-SF 18	6	116,30	697,80
8.5 Rejillas Koolair 31-1	16	95,37	1.525,92

TOTAL 8. Distribución de aire 110.955,47

9. Gestión centralizada

9.1 Equipo central control digital	1	2.266,64	2.266,64
9.2 Ingeniería desarrollo software	1	10.764,32	10.764,32
9.3 Software de aplicación	1	1.219,21	1.219,21
9.4 Instalación eléctrica control	1	33.250,27	33.250,27
9.5 Lectura potencia eléctrica	2	1.606,97	3.213,94
9.6 Relé actuación arranque-parada	20	18,12	362,40
9.7 Punto lectura estado/alarma	23	18,24	419,52
9.8 Sonda temperatura inmersión tubería	3	61,47	184,41
9.9 Interruptor de caudal de agua	5	79,83	399,15
9.10 Sonda de temperatura del conducto	6	67,60	405,60
9.11 Sonda humedad relativa conducto	6	186,17	1.117,02
9.12 Indicador digital falta caudal	12	56,14	673,68
9.13 Presión diferencial filtros	6	43,68	262,08
9.14 Sonda combinada t/HR exterior	1	186,17	186,17
9.15 Conjunto regulador IRC FC	3	146,65	439,95
9.16 Reg. Electrónico control T/N FC	3	146,65	439,95
9.17 Actuador compuerta aire proporcional	10	146,85	1.468,50
9.18 Actuador compuerta aire todo/nada	5	89,09	445,45
9.19 Válvula motorizada 3 vías	7	229,50	1.606,50

TOTAL 9. Gestión centralizada 59.124,76

TOTAL OFERTA: 547.895,15

Oferta total de quinientos cuarenta y siete mil ochocientos noventa y cinco euros con quince céntimos

I.V.A no incluido



5. Anexos

5.1 Cargas de verano

5.1.1 Zona de la piscina

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS													
Proyecto: Climatización de un centro docente								29 de junio de 2021					
Planta: Planta Baja				Zona: Piscina									
DIMENSIONES: X = 757,00 m2					HORA SOLAR: 17		Jaen						
CONCEPTO	SUPERFICIE	GAN. SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES: JULIO								
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES	CONDICIONES	BS	BH	%HR	TR	Gr/Kgr		
NORTE	Cristal	m2 x 45	x 0,48	19.503	Exteriores	36,0	23,3	39		12,9			
NE	Cristal	m2 x 32	x 0,48		Interiores	27,0		60					
ESTE	Cristal	m2 x 32	x 0,48		DIFERENCIA	9,0				12,9			
SE	Cristal	m2 x 32	x 0,48		CALOR LATENTE								
SUR	Cristal	m2 x 32	x 0,48		Infiltración	m3/h x 12,9	x	0,72					
SO	Cristal	131,92 m2 x 308	x 0,48		Personas	151	Personas	x	55		8.305		
OESTE	Cristal	m2 x 517	x 0,48		Aplicaciones								
NO	Cristal	m2 x 408	x 0,48		SUBTOTAL							8.305	
	Claraboya	m2 x 235	x 0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD							10 %	831
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES	CALOR LATENTE DEL LOCAL					9.136		
NORTE	Pared	m2 x 5,5	x 0,51	859	Aire Ext.	6.813,00	m3/h x 12,9	x 0,15	BF x 0,72	9.507			
NE	Pared	m2 x 6,6	x 0,51		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL							18.643	
ESTE	Pared	m2 x 6,6	x 0,51		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL							88.205	
SE	Pared	m2 x 7,7	x 0,51		CALOR AIRE EXTERIOR								
SUR	Pared	m2 x 12,2	x 0,51		Sensible	6.813,00	m3/h x 9,0	x (1- 0,15 BF) x 0,3			15.636		
SO	Pared	89,55 m2 x 18,8	x 0,51		Latente	6.813,00	m3/h x 12,9	x (1- 0,15 BF) x 0,72			53.871		
OESTE	Pared	m2 x 18,3	x 0,51		SUBTOTAL							69.506	
NO	Pared	m2 x 11,1	x 0,51		GRAN CALOR TOTAL							157.711	
	Tejado-Sol	m2 x 20,5	x 0,36		A.D.P.								
	Tejado-Sombra	m2 x 4,4	x 0,36		FACTOR CALOR SENSIBLE							0,79	
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES	Efec. Sens. Local							
Total Cristal	m2 x 9,0	x 3,32		405	Efec. Total Local								
Tabiques LNC	58,12 m2 x 4,5	x 1,55			ADP Indicado=					°C			
Techo LNC	m2 x 4,5	x 2,02			ADP Seleccionado=					12 °C			
Suelo	296,09 m2 x 4,5	x 1,00	1.332		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO								
Suelo exterior	m2 x 9,0	x 1,10			$\Delta T = (1-0,15 BF) \times (T_{Loc} - T_{ext})$							12,75	
Puertas	14,64 m2 x 9,0	x 2,00	264		CALDALE DE AIRE M3/H							18.186	
Infiltración	4,00 m3/h x 9,0	x 0,30	11	Observaciones:									
CALOR INTERNO					TOTALES	Nº DE O.T.:							
Personas	151	Personas	x 60	60.730	CALCULADO POR:								
Alumbrado	15.140	Wattios x 0,86	x 1,25		SUBTOTAL								
Aplicaciones, etc.		15.140	x 0,86		COEFICIENTE DE SEGURIDAD							10 %	
Potencia			x		CALOR SENSIBLE DEL LOCAL							66.803	
Ganancias Adicionales			x		Aire Exterior							6.813,00 m3/h x 9,0 x 0,15 BF x 0,3	
CALOR INTERNO					TOTALES	CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					69.562		

5.1.2 Zona de vestuarios masculinos

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS										
Proyecto: Climatización de un centro docente								29 de junio de 2021		
Planta: Planta baja				Zona: Vestuarios Masculinos						
DIMENSIONES: X = 236,90 m ²					HORA SOLAR: 17		Jaen			
CONCEPTO	SUPERFICIE	GAN. SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES:	JULIO				
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES		CONDICIONES			
NORTE	Cristal	m2 x 45 x	0,48		Exteriores	BS 36,0	BH 23,3	%HR 39	TR	Gr/Kgr 12,9
NE	Cristal	m2 x 32 x	0,48		Interiores	25,0	18,0	50		10,0
ESTE	Cristal	m2 x 32 x	0,48		DIFERENCIA		11,0			2,9
SE	Cristal	m2 x 32 x	0,48		CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	m2 x 32 x	0,48		Infiltración	m3/h x 2,9	x	0,72		
SO	Cristal	m2 x 308 x	0,48		Personas	197	Personas	x	55	10.835
OESTE	Cristal	m2 x 517 x	0,48		Aplicaciones					
NO	Cristal	m2 x 408 x	0,48		SUBTOTAL					
Claraboya	m2 x 235 x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 %					
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL 11.919			
NORTE	Pared	m2 x 7,5 x	0,51		Aire Ext.	5.673,60	m3/h x 2,9 x	0,15	BF x 0,72	1.789
NE	Pared	m2 x 8,6 x	0,51		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL 13.708					
ESTE	Pared	m2 x 8,6 x	0,51		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL 41.111					
SE	Pared	m2 x 9,7 x	0,51		CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared	m2 x 14,2 x	0,51		Sensible	5.673,60	m3/h x 11,0 x (1-	0,15 BF) x 0,3		15.914
SO	Pared	m2 x 20,8 x	0,51		Latente	5.673,60	m3/h x 2,9 x (1-	0,15 BF) x 0,72		10.139
OESTE	Pared	m2 x 20,3 x	0,51		SUBTOTAL 26.053					
NO	Pared	m2 x 13,1 x	0,51		GRAN CALOR TOTAL 67.164					
Tejado-Sol	m2 x 22,5 x	0,36			A.D.P.					
Tejado-Sombra	m2 x 6,4 x	0,36			FACTOR CALOR SENSIBLE 27.402 Efec. Sens. Local = 0,67					
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES		41.111 Efec. Total Local			
Total Cristal	m2 x 11,0 x	3,32			ADP Indicado= °C					
Tabiques LNC	m2 x 5,5 x	1,55			ADP Seleccionado= 12 °C					
Techo LNC	m2 x 5,5 x	2,02		1.298	CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
Suelo	236,00 m2 x 5,5 x	1,00			▲ T=(1-0,15 BF)x(°C Loc 25,0 - 12 ADP)= 11,05					
Suelo exterior	m2 x 11,0 x	1,00			CALOR DE AIRE SENSIBLE LOCAL = 8.266					
Puertas	3,28 m2 x 11,0 x	2,00		72	0,3 X 11,05 ▲ T					
Infiltración	m3/h x 11,0 x	0,30			Observaciones:					
CALOR INTERNO					TOTALES		Nº DE O.T.:			
Personas	197 Personas x	60		11.820	CALCULADO POR:					
Alumbrado	4.738 Watos x 0,86 x	1,25		5.093						
Aplicaciones, etc.	4.738 x	0,86		4.075						
Potencia	x									
Ganancias Adicionales	x									
SUBTOTAL					TOTALES					
COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 %					TOTALES					
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					TOTALES					
Aire Exterior 5.673,60 m3/h x 11,0 x 0,15 BF x 0,3					TOTALES					
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					TOTALES					

5.1.3 Zona de vestuarios femeninos

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto: Climatización de un centro docente								29 de junio de 2021			
Planta: Planta baja				Zona: Vestuarios Femeninos							
DIMENSIONES: X = 243,65 m ²					HORA SOLAR: 17			Jaen			
CONCEPTO	SUPERFICIE	GAN. SOLAR O DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES: JULIO						
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES	CONDICIONES	BS	BH	%HR	TR	Gr/Kgr
NORTE	Cristal	m ² x 45	x 0,48		Exteriores	36,0	23,3	39			12,9
NE	Cristal	m ² x 32	x 0,48		Interiores	25,0	18,0	50			10,0
ESTE	Cristal	m ² x 32	x 0,48		DIFERENCIA	11,0					2,9
SE	Cristal	m ² x 32	x 0,48		CALOR LATENTE						
SUR	Cristal	m ² x 32	x 0,48		Infiltración	m ³ /h x 2,9	x 0,72				
SO	Cristal	m ² x 308	x 0,48		Personas	244	Personas	x 55			13.420
OESTE	Cristal	m ² x 517	x 0,48		Aplicaciones						
NO	Cristal	m ² x 408	x 0,48		SUBTOTAL						
	Claraboya	m ² x 235	x 0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD	10 %					1.342
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES	CALOR LATENTE DEL LOCAL					14.762
NORTE	Pared	m ² x 7,5	x 0,51		Aire Ext.	7.027,20	m ³ /h x 2,9	x 0,15	BF x 0,72		2.216
NE	Pared	m ² x 8,6	x 0,51		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL						16.978
ESTE	Pared	m ² x 8,6	x 0,51		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL						48.740
SE	Pared	46,79 m ² x 9,7	x 0,51		CALOR AIRE EXTERIOR						
SUR	Pared	m ² x 14,2	x 0,51		Sensible	7.027,20	m ³ /h x 11,0	x (1- 0,15 BF) x 0,3			19.711
SO	Pared	m ² x 20,8	x 0,51		Latente	7.027,20	m ³ /h x 2,9	x (1- 0,15 BF) x 0,72			12.558
OESTE	Pared	m ² x 20,3	x 0,51		SUBTOTAL						32.269
NO	Pared	m ² x 13,1	x 0,51		GRAN CALOR TOTAL					81.009	
	Tejado-Sol	m ² x 22,5	x 0,38		A.D.P.						
	Tejado-Sombra	m ² x 6,4	x 0,38		FACTOR CALOR SENSIBLE	31.762	Efec. Sens. Local	=			0,65
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES	Efec. Total Local					
Total Cristal	m ² x 11,0	x 3,32			ADP Indicado=						°C
Tabiques LNC	m ² x 5,5	x 1,59		1.340	ADP Seleccionado=						12 °C
Techo LNC	m ² x 5,5	x 2,02			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO						
Suelo	243,65 m ² x 5,5	x 1,00			ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc 25,0 - Sensible Local 12 ADP)=						11,05
Suelo exterior	m ² x 11,0	x 1,00			CALIDAD DE AIRE M3/H						9.581
Puertas	3,28 m ² x 11,0	x 2,00		72	0,3 X 11,05 ΔT						
Infiltración	m ³ /h x 11,0	x 0,30			Observaciones:						
CALOR INTERNO					TOTALES	N° DE O.T.:					
Personas	244	Personas	x 60	14.640	CALCULADO POR:						
Alumbrado	4.873	Wattios x 0,86	x 1,25	5.238							
Aplicaciones, etc.		4.873	x 0,86	4.191							
Potencia			x								
Ganancias Adicionales			x								
SUBTOTAL					25.712						
COEFICIENTE DE SEGURIDAD					10 %	2.571					
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					28.283						
Aire Exterior	7.027,20	m ³ /h x 11,0	x 0,15	BF x 0,3	3.478						
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					31.762						



5.1.4 Zona de vestuarios niños

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS										
Proyecto: Climatización de un centro docente										29 de junio de 2021
Planta: Planta baja					Zona: Vestuarios Niños					
DIMENSIONES: X = 61,90 m2					HORA SOLAR: 17			Jaen		
CONCEPTO SUPERFICIE GAN. SOLAR O DIF. TEMP. FACTOR Kcal/h					MES: JULIO					
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					CONDICIONES			BS BH %HR TR Gr/Kgr		
NORTE	Cristal	m2 x	45 x	0,48	Exteriores	36,0	23,3	39		12,9
NE	Cristal	m2 x	32 x	0,48	Interiores	25,0	18,0	50		10,0
ESTE	Cristal	m2 x	32 x	0,48	DIFERENCIA	11,0				2,9
SE	Cristal	m2 x	32 x	0,48	CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	m2 x	32 x	0,48	Infiltración	m3/h x	2,9	x	0,72	
SO	Cristal	m2 x	308 x	0,48	Personas	44	Personas	x	55	2.420
OESTE	Cristal	m2 x	517 x	0,48	Aplicaciones					
NO	Cristal	m2 x	408 x	0,48	SUBTOTAL					
	Claraboya	m2 x	235 x	0,48	COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 %					
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					CALOR LATENTE DEL LOCAL			2.662		
NORTE	Pared	m2 x	7,5 x	0,51	Aire Ext.	1.267,20	m3/h x	2,9 x	0,15 BF x 0,72	400
NE	Pared	m2 x	8,6 x	0,51	CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					
ESTE	Pared	m2 x	8,6 x	0,51	3.062					
SE	Pared	m2 x	9,7 x	0,51	CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					
SUR	Pared	m2 x	14,2 x	0,51	9.763					
SO	Pared	m2 x	20,8 x	0,51	CALOR AIRE EXTERIOR					
OESTE	Pared	m2 x	20,3 x	0,51	Sensible	1.267,20	m3/h x	11,0 x (1- 0,15 BF) x 0,3		3.554
NO	Pared	m2 x	13,1 x	0,51	Latente	1.267,20	m3/h x	2,9 x (1- 0,15 BF) x 0,72		2.265
	Tejado-Sol	m2 x	22,5 x	0,38	SUBTOTAL					
	Tejado-Sombra	m2 x	6,4 x	0,38	GRAN CALOR TOTAL					
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					A.D.P.			15.582		
Total Cristal	m2 x	11,0 x	3,32		FACTOR CALOR SENSIBLE 6.702 Efec. Sens. Local = 0,69					
Tabiques LNC	8,85 m2 x	5,5 x	1,55	75	9.763 Efec. Total Local					
Techo LNC	m2 x	5,5 x	2,02		ADP Indicado= °C					
Suelo	61,90 m2 x	5,5 x	1,00	340	ADP Seleccionado= 12 °C					
Suelo exterior	m2 x	11,0 x	1,00		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
Puertas	3,28 m2 x	11,0 x	2,00	72	ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc 25,0 - Sensible Local 12 ADP)= 11,05					
Infiltración	m3/h x	11,0 x	0,30		CAUDAL DE AIRE M3H 6.702 Sensible Local = 2.022					
CALOR INTERNO					TOTALES			Observaciones:		
Personas	44 Personas	x	60	2.640	Nº DE O.T.:					
Alumbrado	1.238 Watos x 0,86	x	1,25	1.331	CALCULADO POR:					
Aplicaciones, etc.	1.238 x	0,86		1.065						
Potencia	x									
Ganancias Adicionales	x									
SUBTOTAL					5.523					
COEFICIENTE DE SEGURIDAD 10 %					552					
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					6.075					
Aire Exterior	1.267,20 m3/h x	11,0 x	0,15 BF x 0,3		627					
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					6.702					



5.2 Cargas de invierno

5.2.1 Zona de la piscina

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO											
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T*int - T*ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
001											
Temp. Exterior								2,6 °C			
Temp. Interior								27 °C			
Temp. TERRENO								7 °C			
CRISTAL	N			0,0		0,0	3,32	24,4	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	3,32	24,4	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	3,32	24,4	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	3,32	24,4	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	3,32	24,4	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO			131,9		131,9	3,32	24,4	1,10	1,10	12931
CRISTAL	O			0,0		0,0	3,32	24,4	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	3,32	24,4	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,51	24,4	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,51	24,4	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,51	24,4	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,51	24,4	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,51	24,4	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			89,6	0,0	89,6	0,51	24,4	1,05	1,10	1287
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,51	24,4	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,51	24,4	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0	0,0	0,0	0,36	24,4	1,00	1,15	0
SUELO				296,1		296,1	1,00	20,0	1,00	1,15	6810
LNC				58,1		58,1	1,55	12,2	1,00	1,00	1099
VOLUMEN	0									TOTAL	22127
AIRE EXTERIOR											
		CAUDAL									
		m3/h									
		6.813,00									
		Kcal/h									
		49871,16									



5.2.2 Zona de vestuarios masculinos

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO

Temp. Exterior	2,6 °C
Temp. Interior	22 °C
Temp. TERRENO	7 °C

MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
002											
CRISTAL	N			0,0		0,0	3,32	19,4	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	3,32	19,4	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	3,32	19,4	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	3,32	19,4	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	3,32	19,4	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO			0,0		0,0	3,32	19,4	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	3,32	19,4	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	3,32	19,4	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0	0,0	0,0	0,36	19,4	1,00	1,15	0
SUELO				236,0		236,0	1,00	15,0	1,00	1,15	4071
LNC				0,0		0,0	1,55	9,7	1,00	1,00	0
VOLUMEN	0									TOTAL	4071

CAUDAL m3/h 5673
Kcal/h 33016,86
AIRE EXTERIOR



5.2.3 Zona de vestuarios femeninos

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO

Temp. Exterior	2,6 °C
Temp. Interior	22 °C
Temp. TERRENO	7 °C

MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
003											
CRISTAL	N			0,0		0,0	3,32	19,4	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	3,32	19,4	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	3,32	19,4	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	3,32	19,4	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	3,32	19,4	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO			0,0		0,0	3,32	19,4	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	3,32	19,4	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	3,32	19,4	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			46,8	0,0	46,8	0,51	19,4	1,10	1,10	560
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0	0,0	0,0	0,36	19,4	1,00	1,15	0
SUELO				243,7		243,7	1,00	15,0	1,00	1,15	4203
LNC				0,0		0,0	1,55	9,7	1,00	1,00	0
VOLUMEN	0									TOTAL	4763

CAUDAL	m3/h	Kcal/h
7.027,20	40898,304	

AIRE EXTERIOR



5.2.4 Zona de vestuario de niños

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO

Temp. Exterior	2,6 °C
Temp. Interior	22 °C
Temp. TERRENO	7 °C

MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	Iv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
004											
CRISTAL	N			0,0		0,0	3,32	19,4	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	3,32	19,4	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	3,32	19,4	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	3,32	19,4	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	3,32	19,4	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO			0,0		0,0	3,32	19,4	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	3,32	19,4	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	3,32	19,4	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,51	19,4	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0	0,0	0,0	0,36	19,4	1,00	1,15	0
SUELO				61,9		61,9	1,00	15,0	1,00	1,15	1068
LNC				8,9		8,9	1,55	9,7	1,00	1,00	133
VOLUMEN	0									TOTAL	120J

CAUDAL	Kcal/h
m3/h	
1.267,20	7375,104

AIRE EXTERIOR



5.5.2 Resultado pérdidas de carga en los circuitos primarios

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD		
																														TRAMO	Q (l/h)
1	Material tuberías: DIN 2440																														
2	Fecha: 7-jul-21																														
3	Instalación: AGUA FRÍA																														
4	Circuito: Máquina frigorífica																														
5	BOMBA: Monobloc In-Line 65-160 1,1B																														
6																															
7	1-2	32285	100	13	1,06	33,27	3	3																					549,51	549,51	
8	IMPULSION+RETORNO																														
9																															
10																															
11																															
12	VALVULA BOMBA	32285	100	13	1,06	33,27												4	3,6	1	15									1,316,51	1,099,02
13																															
14																															
15																															
16																															
17																															
18																															
19																															
20																															
21																															
22																															
23																															
24																															
25																															
26																															
27																															
28																															
29																															
30																															
31																															
32																															
33																															
34																															
35																															
36																															
37																															
38																															
39																															
40																															
41																															
42																															
43	Subtotal																														
44	batería (mm.c.a.)																														
45	válv control																														
46	total																														
47	2.415,53																														
48	% segur.																														
49	10,00%																														
50	ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)																														
	2,66																														



$$H = 10^{-5} \lambda \times (l/d) \times (v^2 / 2 \times 9,8)$$

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

TABLA CALCULO TUBERIAS AGUA CALIENTE A 90 °C SEGUN EL DIAGRAMA DE MOODY Y ECUCIONES ANEXAS PARA TUBERIAS DE ACERO DIN 2440 Y 2448

ecuacion de Poiseuille
ecuacion de Blasius
2ª ecuac de Kármán-Prandtl
ecuacion de Colebrook-White

flujo laminar R < 2.300
tub. lisas 2300 < R < 100.000
tub. rugosas regimen turbulento
zona de transición

$\lambda = 64 / R$
 $\lambda = 0,316 / R^{1/4}$
 $\lambda = 1 / (1,14 - 2 \times \log(k/d))$
 $\lambda^{-1/2} = -2 \log(k/d)/3,71 + 2,51 / (R \times \lambda^{1/2})$
k = rugosidad (mm) = $v \times d / v$
R = nº de Reynolds = $v \times d / \nu$
 ν = viscosidad cinemática
1,308 x 10⁻⁷ m²/s para agua a 10°C
0,328 x 10⁻⁷ m²/s para agua a 90°C

k considerado = 0,15 mm

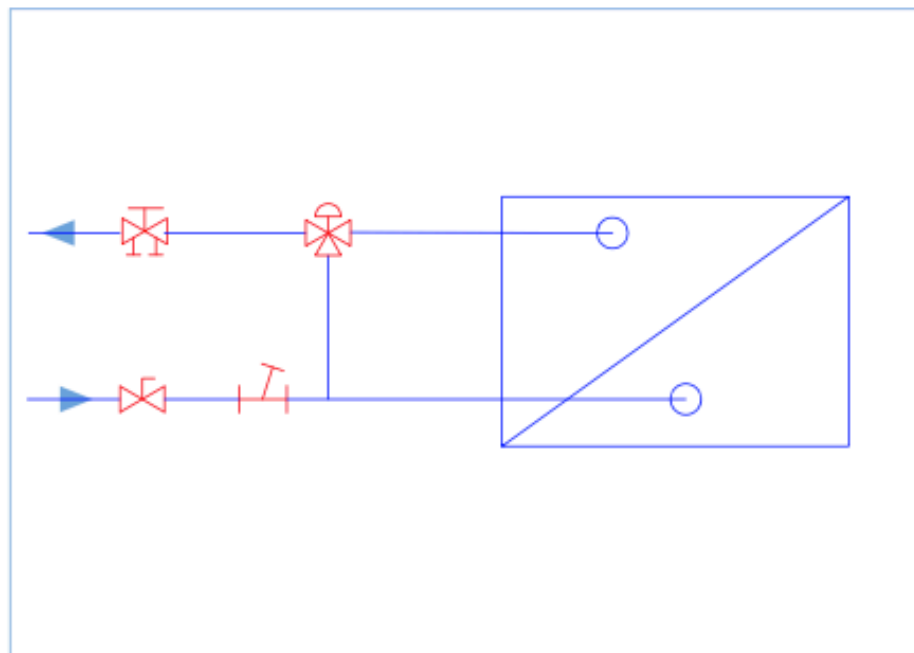
Ø nominal	Ø interior	DIN 2440													DIN 2448					
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500
		12,5	16	21,6	27,2	35,9	41,8	53	68,8	80,8	105,3	130	155,4	207,3	260,4	309,7	339,6	388,8	437,2	486
Pérdida de carga en mm.c.a. / m		CAUDAL EN L/H VELOCIDAD EN M/S													CAUDAL EN L/H VELOCIDAD EN M/S					
3		54	105	238	440	935	1.415	2.650	5.280	8.050	16.250	28.150	45.000	97.300	176.500	280.000	353.000	510.000	685.000	921.000
4		63	124	278	516	1.081	1.630	3.055	6.090	9.485	18.780	33.250	53.250	112.350	204.000	324.000	408.000	590.000	790.000	1.065.000
5		71	138	311	577	1.228	1.826	3.420	6.940	10.600	21.000	37.200	59.500	125.500	228.000	362.000	456.000	659.000	884.000	1.190.000
6		78	153	345	641	1.345	2.000	3.816	7.610	11.615	23.500	40.780	65.250	137.500	250.000	397.000	500.000	722.000	969.000	1.303.000
7		85	166	373	692	1.453	2.197	4.122	8.220	12.550	25.400	44.000	70.500	148.500	270.000	428.700	540.000	780.000	1.046.500	1.408.000
8		91	177	399	741	1.553	2.348	4.408	8.790	13.400	27.150	47.080	75.350	158.900	288.500	458.200	577.000	834.500	1.118.000	1.505.000
9		96	190	423	795	1.647	2.491	4.672	9.325	14.215	28.800	49.900	79.950	168.500	306.250	486.000	612.000	885.000	1.186.500	1.596.000
10		103	201	446	828	1.735	2.625	4.925	9.825	14.990	30.370	52.600	84.250	177.700	322.600	512.500	645.000	932.500	1.250.000	1.683.000
11		108	210	474	882	1.850	2.754	5.168	10.300	15.725	31.800	55.200	88.300	186.300	338.500	537.500	678.500	978.000	1.312.000	1.765.000
12		113	219	496	921	1.933	2.876	5.397	10.767	16.426	33.264	57.658	92.305	194.640	353.653	561.358	706.815	1.021.862	1.370.097	1.843.555
13		118	228	516	959	2.012	2.994	5.617	11.207	17.097	34.822	60.012	96.074	202.588	368.094	584.279	735.676	1.063.525	1.426.043	1.918.833
14		122	240	535	995	2.088	3.107	5.829	11.630	17.742	35.929	62.278	99.700	210.235	381.989	606.335	763.448	1.103.672	1.479.874	1.991.267
15		128	248	554	1.030	2.161	3.216	6.034	12.038	18.365	37.190	64.464	103.200	217.614	395.396	627.617	814.564	1.142.409	1.531.815	2.061.157
16		132	256	572	1.064	2.232	3.321	6.231	12.433	18.967	38.410	66.578	106.584	224.751	408.363	648.200	841.278	1.179.875	1.582.052	2.128.574
17		136	264	590	1.096	2.301	3.424	6.423	12.816	19.551	39.592	68.627	109.865	231.668	420.931	668.149	867.170	1.216.187	1.630.742	2.194.269
18		140	272	607	1.128	2.368	3.523	6.609	13.187	20.118	40.740	70.816	113.050	238.385	433.135	687.520	892.310	1.251.447	1.678.020	2.257.884
19		144	279	624	1.159	2.433	3.619	6.791	13.549	20.669	41.856	72.551	116.147	244.917	445.003	706.359	916.762	1.285.739	1.724.011	2.319.756
20		147	287	640	1.189	2.496	3.713	6.967	13.901	21.206	42.943	74.336	119.165	258.165	456.564	724.710	940.578	1.319.141	1.768.785	2.380.019
21		151	294	665	1.218	2.557	3.805	7.139	14.244	21.730	44.004	76.274	122.108	264.540	467.839	742.606	963.805	1.351.717	1.812.468	2.438.794
22		155	301	681	1.247	2.618	3.894	7.307	14.579	22.241	45.039	78.069	124.981	270.766	492.731	760.082	986.486	1.383.526	1.893.000	2.496.185
23		158	307	696	1.275	2.676	4.053	7.471	14.907	22.741	46.052	79.824	127.790	276.851	503.805	777.164	1.008.657	1.414.621	1.935.000	2.552.296
24		162	314	711	1.303	2.734	4.140	7.632	15.227	23.230	47.042	81.541	130.538	282.806	514.641	793.880	1.030.351	1.445.000	1.977.000	2.607.180
25		167	325	725	1.329	2.790	4.225	7.798	15.541	23.709	48.012	83.222	133.230	288.637	525.253	810.250	1.051.598	1.485.000	2.018.500	2.660.942
26		170	331	740	1.356	2.846	4.309	8.095	15.849	24.179	48.963	84.870	135.865	294.353	535.655	826.296	1.072.423	1.515.000	2.058.000	2.713.638
27		173	337	754	1.403	2.900	4.391	8.249	16.151	24.639	49.896	86.487	138.457	299.961	545.859	842.036	1.092.852	1.544.000	2.097.000	2.765.332
28		176	343	768	1.429	2.953	4.472	8.400	16.448	25.631	50.811	88.074	140.998	305.465	555.875	857.488	1.112.908	1.572.000	2.135.000	2.816.077
29		180	350	781	1.454	3.005	4.551	8.549	16.739	26.085	51.711	89.633	143.493	310.872	565.715	872.666	1.132.605	1.600.000	2.172.000	2.865.923
30		183	356	795	1.479	3.057	4.629	8.695	17.025	26.531	52.595	91.165	145.946	316.186	575.386	887.584	1.151.968	1.628.000	2.210.000	2.914.916
31		186	361	808	1.503	3.107	4.705	8.839	17.306	26.969	53.484	92.672	148.359	321.413	584.897	902.256	1.171.010	1.655.000	2.247.000	2.963.100
32		189	367	821	1.527	3.157	4.780	8.980	17.583	27.401	54.319	94.155	150.733	326.556	594.256	916.693	1.181.400	1.681.000	2.283.960	3.010.513
33		192	373	833	1.551	3.206	4.854	9.120	18.224	27.825	55.162	95.615	153.070	331.619	603.470	930.906	1.199.194	1.707.467	2.319.049	3.057.190
34		194	378	846	1.574	3.254	4.927	9.257	18.498	28.244	55.991	97.053	155.372	336.606	608.500	944.906	1.217.363	1.732.949	2.354.018	3.103.165
35		197	384	858	1.597	3.302	4.999	9.392	18.768	28.656	56.809	98.470	157.640	341.520	617.400	958.701	1.235.467	1.758.559	2.387.887	3.148.469
36		200	389	871	1.620	3.348	5.070	9.525	19.034	29.063	57.614	99.867	159.876	346.365	626.150	972.300	1.253.000	1.782.813	2.421.000	3.193.131
37		203	395	883	1.642	3.395	5.140	9.657	19.297	29.464	58.409	101.244	162.062	351.142	634.800	985.712	1.270.000	1.808.000	2.454.712	3.237.176
38		206	400	894	1.664	3.440	5.209	9.786	19.556	29.859	59.193	102.603	164.257	355.856	643.200	998.943	1.286.917	1.832.310	2.488.065	3.280.633
39		208	405	906	1.686	3.485	5.277	9.914	19.812	30.249	59.967	103.944	166.405	360.508	651.500	1.012.002	1.304.000	1.856.000	2.520.982	3.323.516
		0.47	0.56	0.69	0.81	0.96	1.07	1.25	1.48	1.64	1.91	2.18	2.44	2.97	3.40	3.73	4.00	4.34	4.66	4.98



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

5.5.4 Válvulas

DETALLE CONEXION TUBERIA A BATERIAS



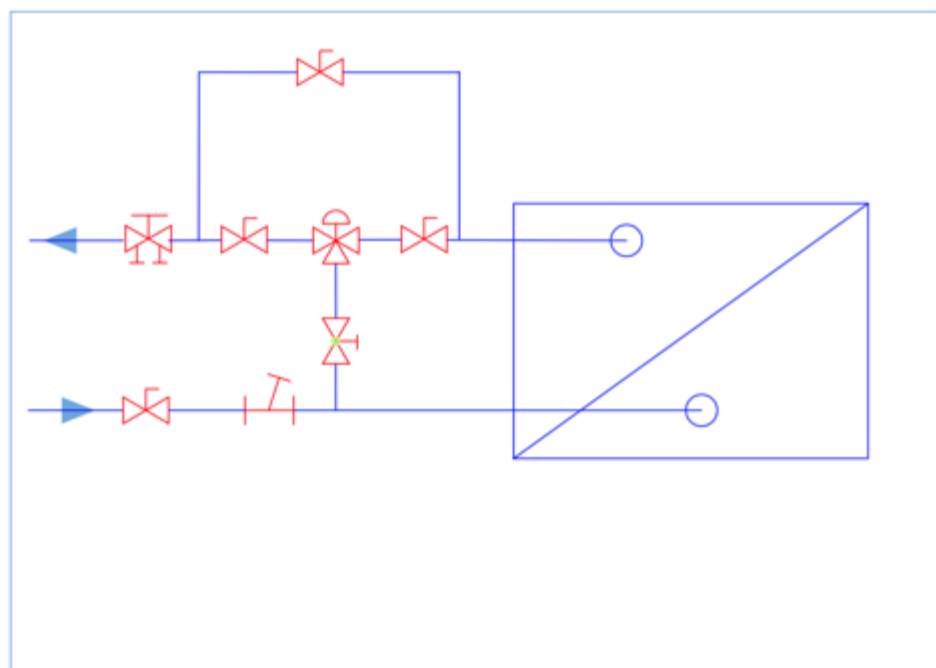

 VÁLVULA DE CORTE


 FILTRO


 VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA


 VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

CONEXIÓN BATERIA CLIMATIZADORES



 VÁLVULA DE CORTE

 FILTRO

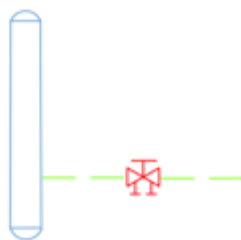
 VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA

 VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

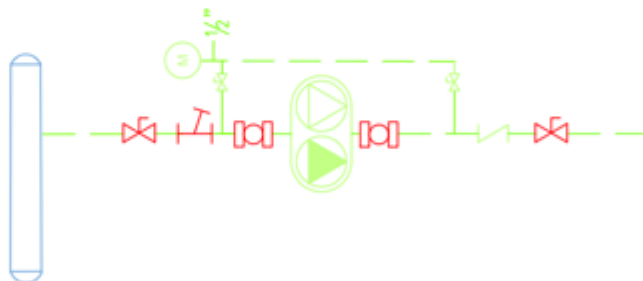
 VÁLVULA DE ASIENTO O GLOBO

DETALLE VALVULERÍA EN BOMBAS

RETORNO DE BOMBA



IMPULSIÓN



-  VÁLVULA DE CORTE TIPO MARIPOSA PARA $\varnothing > 2"$
-  VÁLVULA DE CORTE TIPO BOLA PARA $\varnothing \leq 2"$
-  FILTRO
-  VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
-  VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS
-  MANGUITO ANTIVIBRATORIO



5.6 Red de conductos

5.6.1 Resultados pérdida de carga en los conductos de aire de impulsión

PB-C1		Circuito de impulsión							Hoja n°: 1 de 1		
		Vestuario Masculino							Fecha: 8-jul.-21		
Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces.	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
DIFUSOR										1,2	
1-2	1378	320	500x180	4,91	Reducción	5,09	1	10	0,09	0,9	
2-3	4134	500	500x410	6,1	Reducción	6,16	1	12,26	0,07	0,8582	
3-4	6890	600	750x410	9,3	Codo	2,95	1	12,25	0,07	0,8575	
4-5	8268	700	750x510	43,62	Codo	3,54	2	50,7	0,05	2,535	
5-vent	8268	700	750x510	6,05	Codo	3,54	2	13,13	0,05	0,6565	
										Subtotal	7,0072
										Pérdida en difusión	
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	7,71



PB-C2		Circuito de impulsión	Hoja nº:	1 de 1						
		Vestuario Femenino	Fecha:	8-jul.-21						
Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
DIFUSOR										1,1
1-2	1597	320	600x170	10,08	Reducción	5,09	1	15,17	0,09	1,3653
2-3	4791	550	600x410	4,6	Reducción	6,16	1	10,76	0,06	0,6456
3-4	7985	650	850x410	4,57	Reducción	8,61	1	13,18	0,07	0,9226
4-5	9581	700	850x480	19,66	Codo	3,53	2	26,72	0,065	1,7368
5-vent	9581	700	850x480	6,05	Codo	3,53	2	13,11	0,065	0,85215
									Subtotal	6,62245
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	7,28



PB-C3		Circuito de impulsión	Hoja nº: 1 de 1							
		Piscina	Fecha: 9-jul.-21							
Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
Difusor										14,00
1-2	2273	380	600x210	8,5	Reducción	6,16	1	14,66	0,1	1,47
2-3	4547	500	600x360	8,5	Reducción	7,34	1	15,84	0,08	1,27
3-4	6820	600	900x360	8,5	Reducción	7,34	1	15,84	0,07	1,11
4-5	9093	650	900x400	3,03	Reducción	7,34	1	10,37	0,06	0,62
5-Vent	9093	650	900x400	16,95	Codo	2,98	3	25,89	0,06	1,55
									Subtotal	20,0176
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	22,02



5.6.2 Resultado pérdida de carga en los conductos de aire de retorno

PB-C1		Circuito de retorno							Hoja nº: 1 de 1	
		Vestuario Masculino							Fecha: 8-jul-21	
Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
REJILLA										0,4
1-2	648	240	230x200	7,6	Reducción	3,27	1	10,87	0,09	0,9783
2-3	1296	320	410x200	9,63	Codo	1,47	1	11,1	0,08	0,888
3-4	2593	400	410x310	43,25	Codo	2,05	3	49,4	0,1	4,94
4-vent	2593	400	410x310	6,05	Codo	2,05	2	10,15	0,1	1,015
									Subtotal	8,2213
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	9,04

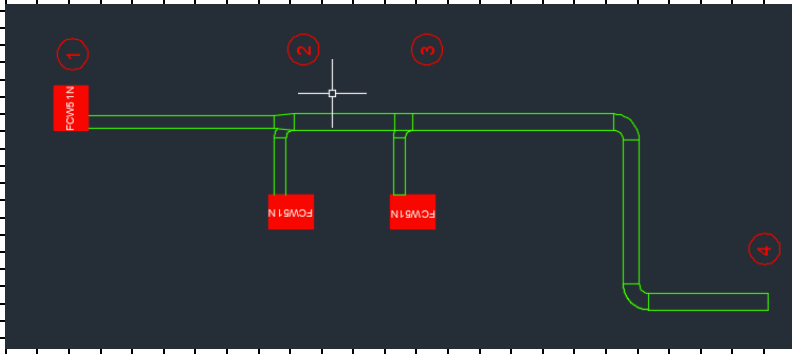


PB-C2		Circuito de retorno	Hoja nº: 1 de 1							
		Vestuario Femenino	Fecha: 8-jul.-21							
Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces.	L. Total	mm.c.a./ml	Total
REJILLA										0,40
1-2	639	260	360x160	9,67	Codo	1,17	2	12,01	0,06	0,72
2-3	1277	320	360x240	7,85	Codo	2,05	1	9,9022	0,09	0,89
3-4	2554	400	600x240	17,16	Codo	2,05	1	19,21	0,09	1,73
4-vent	2554	400	600x240	6,05	Codo	2,05	2	10,15	0,09	0,91
									Subtotal	4,654198
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	5,12



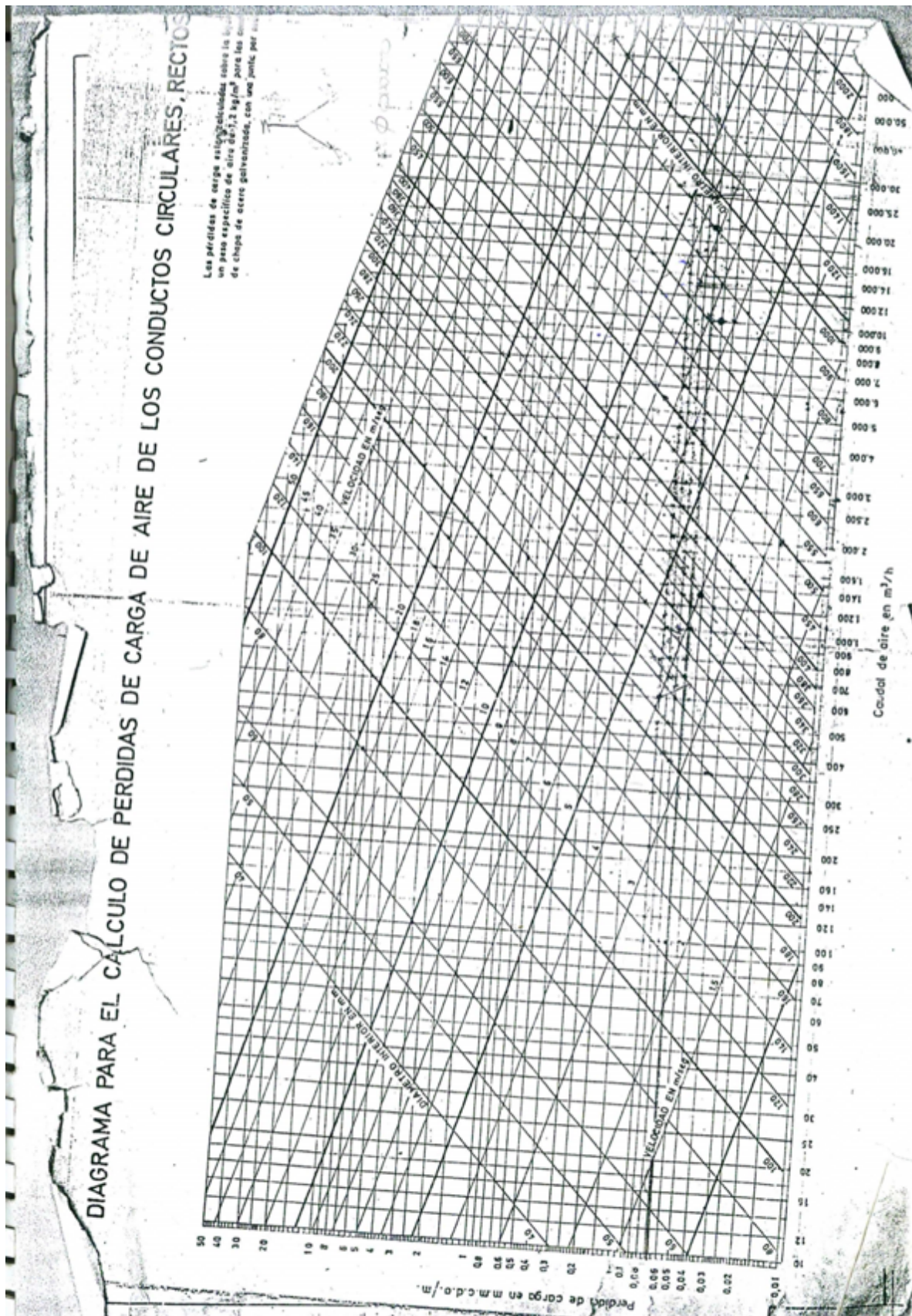
PB-C3		Circuito de retorno	Hoja nº:	1 de 1						
		Piscina	Fecha:	9-jul.-21						
Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
Rejilla										1,50
1-2	1422	320	500x180	7,0	Reducción	4,13	1	11,13	0,09	1,00
2-3	2843	450	500x340	7,0	Reducción	4,13	1	11,13	0,06	0,67
3-4	4265	500	600x340	7,0	Reducción	6,16	1	13,16	0,07	0,92
4-5	5686	550	600x420	14,8	Codo	2,91	1	17,68	0,08	1,41
5-6	11373	800	1300x420	1,3	Reducción	6,16	1	7,46	0,04	0,30
6-Vent	11373	800	1300x420	13,75	Codo	3,26	3	23,53	0,04	0,94
									Subtotal	6,7447
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	7,42

5.6.3 Resultado pérdida de carga en los conductos de aire exterior

PB-C3		Circuito de impulsión							Hoja nº: 1 de 1	
		Vestuario Niños - Fan coils							Fecha: 9-jul.-21	
										
Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
-										
1-2	674	240	310x160	5,01	Reducción	3,26	1	8,27	0,09	0,74
2-3	1348	320	310x260	3,11	Codo	1,76	1	4,87	0,09	0,44
3-4	2022	360	420x260	13,8	Codo	2,05	2	17,9361	0,1	1,79
4-vent	2022	360	420x260	40,48	Codo	2,05	4	48,68	0,1	4,87
									Subtotal	7,84421
									Pérdida en difusión	
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	8,63



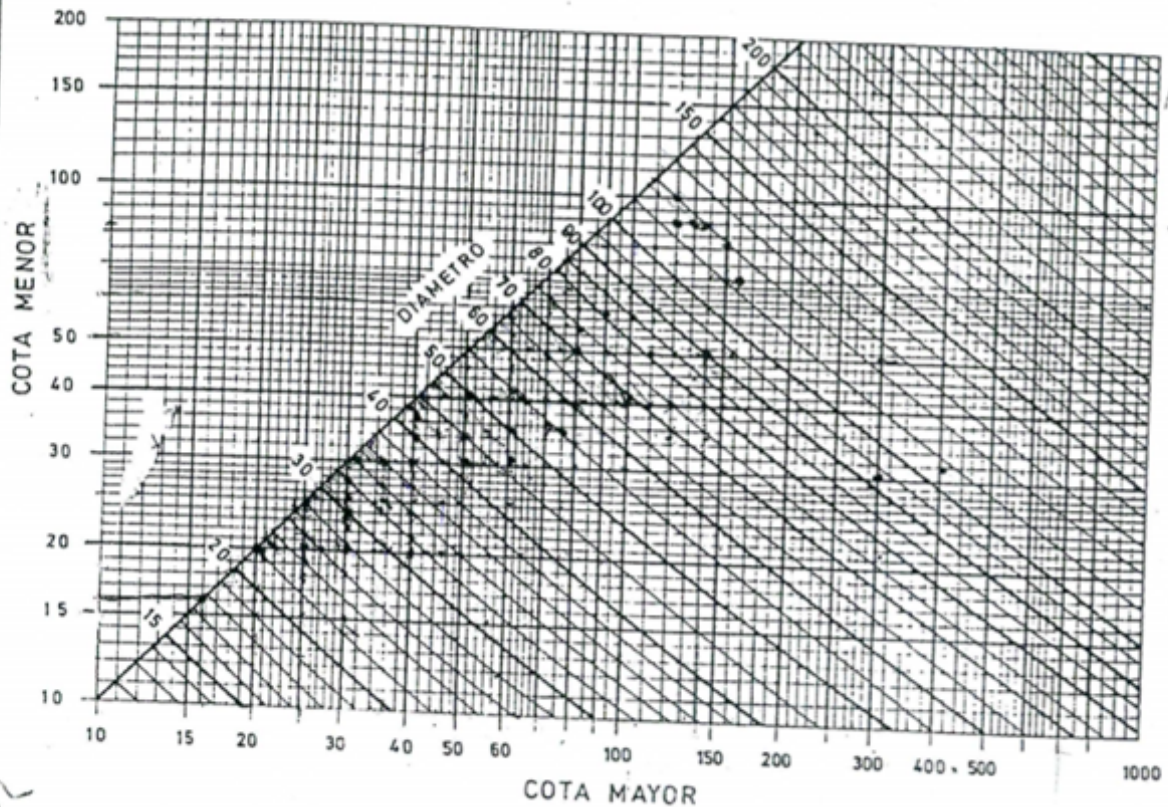
5.6.4 Tablas utilizadas para los cálculos





ATIL
cobra

DIAGRAMA DE TRANSFORMACION DE LOS CONDUCTOS RECTANGULARES EN CONDUCTOS CIRCULARES A IGUALES PERDIDAS DE CARGA



COEFICIENTES DE MEJORAMIENTO DE LOS CALCULOS DE PERDIDAS DE PRESION ESTATICA DE LOS CONDUCTOS EN MATERIALES DIFERENTES.

Conductos de acero galvanizado con una junta por metro.	1,00
Conductos de acero galvanizado sin junta.	0,85
Conductos de aluminio.	0,90
Conductos de Uralita.	1,50
Conductos en albanileria lisa.	1,55



LONGITUD EQUIVALENTE EN MIL DE ACCESORIOS PARA REDES DE CONDUCTOS

n°	v (m/s)	REDUCCIÓN	DERIVACIÓN
1	0,20	0,33	
1,5	0,46	0,75	
2	0,82	1,33	
2,5	1,27	2,07	
3	1,83	2,86	
3,5	2,50	4,06	
4	3,26	5,30	
4,5	4,13	6,71	
5	5,09	8,28	
5,5	6,16	10,02	
6	7,34	11,93	
6,5	8,61	14,00	
7	9,98	16,23	
7,5	11,46	18,63	
8	13,04	21,20	
8,5	14,72	23,93	
9	16,50	26,83	
9,5	18,39	29,90	
10	20,38	33,13	
10,5	22,46	36,52	
11	24,65	40,08	
11,5	26,95	43,81	
12	29,34	47,70	
12,5	31,84	51,76	
13	34,43	55,98	
13,5	37,13	60,37	
14	39,94	64,93	
14,5	42,84	69,65	
15	45,84	74,53	
15,5	48,95	79,58	
16	52,16	84,80	
16,5	55,47	90,18	
17	58,88	95,73	
17,5	62,40	101,45	
18	66,02	107,33	
18,5	69,73	113,37	
19	73,55	119,58	
19,5	77,48	125,96	
20	81,50	132,50	

LONGITUD EQUIVALENTE EN MIL DE CODOS A 90° CON RELACIÓN R/D = 1,25

altura (mm)	1200	900	750	600	500	400	300	250	200	150
anchura (mm)	2400	9,22	7,38	6,51	5,65	4,87				
1800	8,25	6,9	6,2	5,05	4,42	3,8	3,56			
1500	8	6,51	5,85	4,77	4,18	3,56	2,95			
1200	7,67	5,9	5,28	4,42	4,18	3,26	2,82	2,4	2,39	
1050		5,9	5,03	4,42	3,87	3,25	2,66	2,4	2,08	
900		5,6	4,79	4,14	3,53	2,98	2,7	2,36	2,08	
800			4,76	4,11	3,54	2,95	2,33	2,08	1,72	
700				3,84	3,54	2,95	2,33	2,08	1,72	
600				3,74	3,26	2,91	2,33	2,05	1,75	1,47
500					3,25	2,66	2,05	1,8	1,47	1,17
400						2,66	2,05	1,76	1,47	1,17
300							2,05	1,76	1,47	1,15
250								1,47	1,19	1,19
200									1,16	0,88
150										0,88



6. Catálogos de equipos

6.1 Climatizadores



Climatizadores KG 40-250 Standard





Intercambiador de calor para agua caliente



Conexiones: en la dirección del aire, a la derecha o a la izquierda

Equipamiento:

Intercambiador de calor con tubos de cobre y láminas de aluminio.
Colector de acero.

Modelo	Conexiones	Volumen de agua
1	¾"	1,0l
2	1"	1,5l
3	1"	2,0l
4	1"	2,5l

Presión de trabajo permitida 16 bar
Presión de prueba 30 bar

bajo pedido:

Intercambiador de calor con tubos de cobre y láminas de aluminio resistentes a la corrosión

Intercambiador de calor con tubos de cobre y láminas de cobre

Intercambiador de calor de acero galvanizado

Intercambiador de calor para vapor

Intercambiador de calor para aceite térmico

Intercambiador eléctrico, etc.

Intercambiador de calor con racor de purga de aire y vaciado

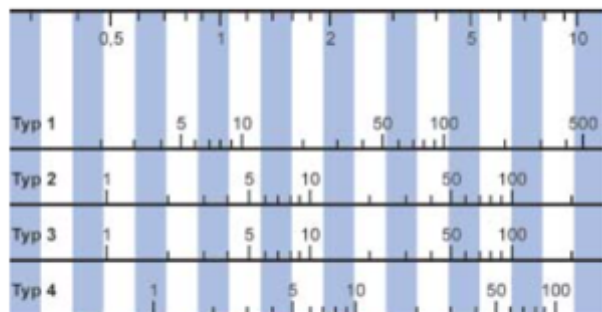
Nota:

Es preciso dejar espacio suficiente para extraer el intercambiador de calor.

Resistencia del agua (kPa)

Cantidad de agua $w = \frac{0,86 \cdot \dot{Q}}{\Delta t_A}$ (m³/h) $\dot{Q} = \text{Potencia en kW}$
 $\Delta t_A = t_{EA} - t_{SA}$

Cantidad de agua w (m³/h)



Batería de calor

Tipo	1							
	1 600		2 400		3 200		4 000	
t_{EA} / t_{SA} °C/°C	t_{EA} °C	\dot{Q} kW	t_{SA} °C	\dot{Q} kW	t_{EA} °C	\dot{Q} kW	t_{SA} °C	\dot{Q} kW
45/35	-15	12,7	6	16,2	3	19,1	1	21,6
	-10	11,4	9	14,4	6	17,0	4	19,3
	-5	10,1	12	12,8	10	15,0	8	17,0
	± 0	8,8	15	11,1	13	13,0	11	14,8
	+5	7,5	18	9,4	16	11,1	15	12,6
	+10	6,2	21	7,8	19	9,2	18	10,4
50/40	-15	14,1	8	17,9	5	21,1	2	24,0
	-10	12,7	11	16,1	8	19,1	6	21,7
	-5	11,4	15	14,4	12	17,0	10	19,3
	± 0	10,1	18	12,8	15	15,1	13	17,1
	+5	8,8	21	11,1	18	13,1	17	14,8
	+10	7,5	24	9,5	21	11,1	20	12,6
60/40	-15	14,3	9	18,0	5	21,2	3	24,0
	-10	12,9	12	16,3	8	19,2	6	21,7
	-5	11,6	15	14,6	12	17,2	10	19,4
	± 0	10,3	18	12,9	15	15,2	13	17,1
	+5	9,0	21	11,3	18	13,2	17	14,9
	+10	7,7	24	9,7	22	11,3	20	12,7
70/50	-15	17,0	13	21,5	9	25,4	6	28,8
	-10	15,6	16	19,8	12	23,3	10	26,4
	-5	14,3	20	18,1	16	21,3	13	24,1
	± 0	13,0	23	16,4	19	19,3	17	21,8
	+5	11,7	26	14,7	23	17,3	20	19,6
	+10	10,4	29	13,1	26	15,3	24	17,3
70/55	-15	18,2	15	23,1	11	27,3	8	31,0
	-10	16,8	18	21,3	14	25,2	11	28,6
	-5	15,4	22	19,6	18	23,2	15	26,3
	± 0	14,1	25	17,9	21	21,1	19	24,0
	+5	12,8	28	16,2	24	19,1	22	21,7
	+10	11,5	31	14,6	28	17,2	26	19,5
80/50	-15	17,3	14	21,9	9	25,7	6	29,1
	-10	16,0	17	20,2	13	23,7	10	26,8
	-5	14,6	20	18,4	16	21,6	14	24,5
	± 0	13,3	23	16,8	20	19,6	17	22,2
	+5	12,0	26	15,1	23	17,7	21	19,9
	+10	10,7	29	13,4	26	15,7	24	17,7
80/60	-15	19,7	18	25,0	13	29,5	9	33,5
	-10	18,3	21	23,2	16	27,4	13	31,1
	-5	16,9	24	21,5	20	25,4	17	28,8
	± 0	15,6	27	19,8	23	23,3	20	26,5
	+5	14,3	30	18,1	27	21,3	24	24,2
	+10	13,0	34	16,4	30	19,3	28	21,9
90/70	-15	22,3	22	28,4	16	33,6	13	38,2
	-10	20,9	25	26,6	20	31,5	17	35,8
	-5	19,5	29	24,9	24	29,4	20	33,4
	± 0	18,2	32	23,1	27	27,3	24	31,0
	+5	16,8	35	21,4	30	25,3	28	28,7
	+10	15,5	38	19,7	34	23,3	31	26,4

Otros tipos de funcionamiento bajo pedido!



Tablas de potencia

KG 40 Standard

2				3				4							
1 600		2 400		3 200		4 000		1 600		2 400		3 200		4 000	
Q̇	t _{SAr}	Q̇	t _{SAr}	Q̇	t _{SAr}	Q̇	t _{SAr}	Q̇	t _{SAr}	Q̇	t _{SAr}	Q̇	t _{SAr}	Q̇	t _{SAr}
KW	°C	KW	°C	KW	°C	KW	°C	KW	°C	KW	°C	KW	°C	KW	°C
15,2	10	19,5	7	23,1	4	26,4	3	20,3	19	26,9	15	32,5	12	37,6	10
13,6	13	17,4	10	20,7	7	23,6	6	18,3	21	24,1	17	29,2	15	33,7	13
12,0	16	15,4	13	18,3	11	20,8	9	16,2	23	21,4	20	25,8	17	29,8	16
10,5	18	13,4	16	15,9	14	18,1	13	14,2	25	18,7	22	22,6	20	26,0	18
8,9	21	11,4	19	13,5	17	15,4	16	12,2	27	16,0	24	19,3	22	22,3	21
7,4	23	9,5	21	11,2	20	12,7	19	10,2	29	13,4	26	16,1	25	18,6	23
5,9	26	7,5	24	8,9	23	10,1	22	8,3	30	10,8	28	13,0	27	14,9	26
4,5	28	5,7	27	6,6	26	7,5	26	6,4	32	8,2	30	9,9	29	11,3	28
16,7	13	21,5	9	25,6	6	29,2	4	22,3	22	29,6	18	35,8	15	41,4	12
15,1	16	19,4	12	23,1	10	26,4	8	20,2	24	26,8	20	32,4	17	37,5	15
13,5	18	17,4	15	20,7	13	23,6	11	18,2	26	24,0	23	29,1	20	33,6	18
12,0	21	15,4	18	18,3	16	20,8	15	16,1	28	21,3	25	25,8	23	29,8	21
10,5	24	13,4	21	15,9	19	18,1	18	14,1	30	18,7	27	22,5	25	26,0	24
8,9	26	11,4	24	13,6	22	15,4	21	12,2	32	16,0	29	19,3	28	22,3	26
7,5	29	9,5	27	11,2	25	12,8	24	10,2	34	13,4	32	16,2	30	18,6	29
6,0	31	7,6	30	9,0	28	10,2	28	8,3	36	10,8	34	13,0	32	15,0	31
17,0	13	21,8	9	25,8	6	29,3	4	23,3	24	30,6	19	36,9	16	42,5	13
15,4	16	19,7	12	23,3	10	26,5	8	21,2	26	27,8	21	33,5	18	38,5	16
13,9	19	17,7	15	20,9	13	23,8	11	19,1	28	25,0	24	30,1	21	34,7	19
12,3	22	15,7	18	18,5	16	21,0	15	17,1	30	22,3	26	26,8	24	30,8	22
10,8	24	13,7	21	16,2	19	18,3	18	15,1	32	19,7	28	23,6	26	27,1	24
9,3	27	11,7	24	13,8	23	15,7	21	13,1	34	17,0	31	20,4	29	23,3	27
7,8	29	9,8	27	11,5	26	13,0	25	11,1	36	14,4	33	17,2	31	19,6	30
6,3	32	7,9	30	9,2	29	10,4	28	9,1	37	11,8	35	14,0	33	16,0	32
20,2	19	25,9	14	30,8	11	35,1	8	27,3	30	36,0	25	43,5	21	50,3	18
18,6	21	23,9	17	28,3	14	32,3	12	25,2	32	33,2	27	40,1	24	46,3	21
17,0	24	21,8	20	25,9	17	29,5	15	23,1	35	30,4	30	36,7	27	42,4	24
15,5	27	19,8	23	23,4	21	26,7	19	21,0	37	27,7	32	33,4	29	38,5	27
13,9	30	17,8	26	21,0	24	23,9	22	19,0	39	25,0	35	30,1	32	34,7	30
12,4	33	15,8	29	18,7	27	21,2	25	17,0	41	22,3	37	26,9	34	30,9	32
10,9	35	13,8	32	16,3	30	18,6	29	15,1	43	19,7	39	23,7	37	27,2	35
9,4	38	11,9	35	14,0	33	15,9	32	13,1	45	17,1	41	20,5	39	23,5	38
21,6	21	27,8	16	33,1	12	37,8	10	28,6	33	38,0	27	46,1	23	53,4	20
19,9	24	25,7	19	30,6	16	34,9	14	26,5	35	35,2	30	42,7	26	49,4	23
18,3	27	23,6	22	28,1	19	32,1	17	24,5	37	32,4	32	39,3	29	45,4	26
16,8	29	21,6	25	25,6	23	29,3	21	22,4	39	29,7	35	35,9	32	41,6	29
15,2	32	19,5	28	23,2	26	26,5	24	20,4	41	27,0	37	32,7	34	37,7	32
13,7	35	17,5	31	20,8	29	23,7	27	18,4	44	24,3	40	29,4	37	33,9	35
12,2	38	15,6	34	18,5	32	21,0	31	16,4	45	21,7	42	26,2	39	30,2	37
10,7	40	13,6	37	16,2	35	18,4	34	14,5	47	19,1	44	23,0	42	26,5	40
20,7	19	26,5	14	31,3	11	35,6	9	28,3	32	37,2	26	44,9	22	51,7	19
19,1	22	24,4	17	28,8	14	32,8	12	26,2	34	34,4	29	41,4	25	47,7	22
17,5	25	22,3	21	26,4	18	30,0	16	24,2	37	31,6	31	38,1	28	43,8	25
16,0	28	20,3	24	24,0	21	27,2	19	22,1	39	28,9	34	34,7	30	39,9	28
14,4	31	18,3	27	21,6	24	24,5	22	20,1	41	26,2	36	31,4	33	36,1	31
12,9	33	16,3	30	19,2	27	21,7	26	18,0	43	23,5	38	28,2	36	32,3	33
11,3	36	14,3	33	16,9	31	19,1	29	16,0	45	20,8	41	24,9	38	28,5	36
9,8	38	12,4	36	14,5	34	16,4	32	14,0	46	18,2	43	21,7	40	24,8	39
23,3	24	30,1	18	35,8	15	40,8	12	31,1	37	41,3	31	50,0	26	57,9	23
21,7	27	27,9	21	33,2	18	38,0	16	29,0	39	38,4	33	46,6	29	53,9	26
20,1	30	25,9	25	30,8	21	35,1	19	26,9	41	35,7	36	43,2	32	49,9	29
18,5	33	23,8	28	28,3	25	32,3	23	24,9	44	32,9	38	39,8	35	46,0	32
17,0	35	21,8	31	25,9	28	29,5	26	22,9	46	30,2	41	36,5	38	42,2	35
15,4	38	19,8	34	23,5	31	26,7	29	20,9	48	27,5	43	33,3	40	38,4	38
13,9	41	17,8	37	21,1	35	24,0	33	18,9	50	24,9	46	30,0	43	34,6	41
12,4	43	15,9	40	18,8	38	21,4	36	16,9	52	22,3	48	26,8	45	30,9	43
26,4	29	34,1	23	40,6	19	46,5	16	34,9	43	46,4	36	56,4	32	65,4	28
24,8	32	32,0	26	38,1	22	43,5	19	32,8	45	43,6	39	52,9	35	61,3	31
23,2	35	29,9	29	35,6	26	40,6	23	30,7	48	40,8	42	49,5	38	57,3	34
21,6	38	27,8	32	33,1	29	37,8	27	28,6	50	38,0	44	46,1	40	53,4	37
20,0	41	25,7	36	30,6	32	35,0	30	26,6	53	35,3	47	42,8	43	49,5	40
18,4	43	23,7	39	28,2	36	32,2	33	24,6	55	32,6	49	39,5	46	45,7	43
16,9	46	21,7	42	25,8	39	29,5	37	22,6	57	29,9	52	36,3	49	41,9	46
15,4	49	19,7	45	23,5	42	26,7	40	20,7	59	27,3	54	33,0	51	38,2	49



Batería de frío Tablas de potencia KG 40 Standard

Intercambiador para agua fría / evaporador directo

Datos de potencia en evaporador directo para refrigerante R134a, para otros refrigerantes bajo pedido.



Dirección del aire: horizontal para los tipos 7 y 8: L = 500 mm
horizontal para el tipo 12 L = 630 mm
vertical: L = 800 mm

Conexiones: en la dirección del aire, a la derecha o a la izquierda

Equipamiento:

Intercambiador para agua fría con tubos de cobre y láminas de aluminio. Colector de acero.

Evaporador directo con tubos de cobre y láminas de aluminio, distribuidor del refrigerante.

Separador de gotas,

bandeja de condensación con racor de drenaje lateral, rosca exterior 1¼", receptor de gotas para dirección de aire vertical.

Tipo	Conexiones	Volumen
7	1¼"	4,0 l
8	1¼"	7,5 l
12	1¼"	10,0 l
A	DN 22 Entrada del refriger. DN 28 Salida del refrigerante	3,5l
B	DN 22 Entrada del refriger. DN 30 Salida del refrigerante	5,0l

Presión de trabajo permitida 16 bar

Presión de prueba 30 bar

bajo pedido:

Intercambiador para agua fría con tubos de cobre y láminas de aluminio resistentes a la corrosión

Intercambiador para agua fría con tubos de cobre y láminas de cobre

Intercambiador para agua fría de acero galvanizado

Intercambiador para agua fría con conexiones de vaciado y purga

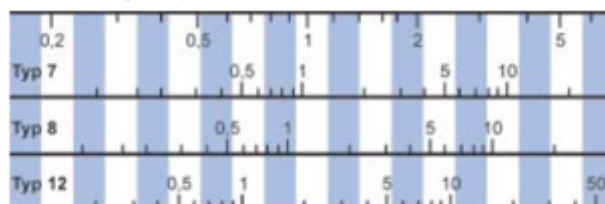
Nota:

Es preciso dejar espacio suficiente para extraer el intercambiador. Montar un sifón junto al racor de drenaje de condensación.

Resistencia del agua (kPa)

Cantidad de agua $w = \frac{0,86 \cdot \dot{Q}}{\Delta t_A}$ (m³/h) $\dot{Q} =$ Potencia en kW $\Delta t_A = t_{EA} - t_{SA}$

Cantidad de agua w (m³/h)



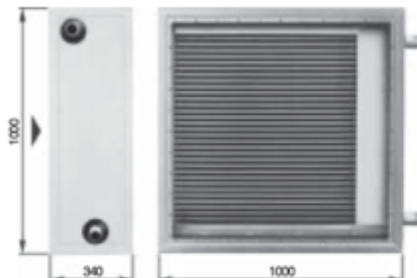
\dot{V} (m³/h)	1 600	2 400	3 200	4 000					
t_{EA} / t_{SA} °C / °C	\dot{Q} kW	t_{SA} °C	\dot{Q} kW	t_{SA} °C	\dot{Q} kW	t_{SA} °C	\dot{Q} kW	t_{SA} °C	
Intercambiador para agua fría tipo 7									
4/8	32	15,7	11,9	21,2	13,7	26,1	15,0	30,5	16,0
	28	13,2	11,4	17,8	12,9	21,8	14,0	25,3	14,9
	26	11,6	10,8	15,7	12,2	19,2	13,2	22,3	14,0
	25	10,9	10,5	14,6	11,9	17,9	12,8	20,8	13,6
5/10	32	14,0	13,1	18,9	14,7	23,1	16,0	26,9	16,9
	28	11,5	12,6	15,4	14,0	18,8	15,0	21,8	15,8
	26	9,9	12,0	13,3	13,3	16,2	14,2	18,8	14,9
	25	9,2	11,7	12,3	12,9	15,0	13,8	17,4	14,4
6/12	32	12,2	14,1	16,4	15,7	20,1	16,8	23,3	17,7
	28	9,8	13,6	13,0	14,9	15,8	15,8	18,3	16,5
	26	8,2	13,0	10,9	14,1	13,3	14,9	15,3	15,6
	25	7,5	12,7	9,9	13,7	12,0	14,5	13,9	15,0
Tipo 8									
4/8	32	21,0	5,8	30,3	6,8	38,9	7,7	46,9	8,4
	28	18,1	5,9	25,9	6,8	33,4	7,6	40,0	8,3
	26	16,1	5,8	23,1	6,6	29,5	7,3	35,5	8,0
	25	15,1	5,8	21,7	6,6	27,7	7,2	33,3	7,8
5/10	32	19,4	7,1	27,8	8,1	35,5	8,9	42,7	9,7
	28	16,4	7,2	23,4	8,1	29,8	8,9	35,8	9,6
	26	14,4	7,1	20,5	7,9	26,1	8,6	31,3	9,2
	25	13,4	7,1	19,1	7,9	24,2	8,5	29,1	9,1
6/12	32	17,6	8,4	25,1	9,4	31,9	10,2	38,4	10,9
	28	14,6	8,5	20,7	9,4	26,3	10,1	31,4	10,8
	26	12,6	8,4	17,8	9,2	22,5	9,9	26,9	10,4
	25	11,6	8,4	16,3	9,1	20,6	9,7	24,6	10,3
Tipo 12									
4/8	32	20,8	5,6	30,1	6,4	38,7	7,1	46,8	8,2
	28	18,0	5,6	25,9	6,4	33,2	7,0	40,1	8,0
	26	16,1	5,6	23,2	6,2	29,7	6,8	35,8	7,7
	25	15,2	5,6	21,8	6,2	27,9	6,7	33,7	7,2
5/10	32	19,4	7,1	27,8	7,8	35,7	8,5	43,1	9,0
	28	16,5	7,1	23,6	7,8	30,2	8,4	36,4	8,9
	26	14,6	7,0	20,8	7,7	26,6	8,2	32,1	8,7
	25	13,6	7,0	19,5	7,6	24,8	8,1	29,9	8,5
6/12	32	17,8	8,5	25,5	9,3	32,6	9,9	39,2	10,4
	28	14,9	8,6	21,2	9,2	27,1	9,8	32,5	10,3
	26	13,0	8,5	18,4	9,1	23,4	9,6	28,1	10,0
	25	12,0	8,5	17,0	9,1	21,6	9,5	26,0	9,9
Evaporador directo Tipo A									
Temp. evap. °C	32	15,2	12,0	19,0	14,5	21,8	16,3	23,9	17,7
	28	13,4	10,9	16,8	13,1	19,2	14,7	21,1	15,9
	26	12,2	10,2	15,2	12,3	17,4	13,8	19,1	14,9
	25	11,6	9,9	14,4	11,9	16,5	13,3	18,1	14,3
2,0	32	13,7	13,3	17,2	15,5	19,8	17,1	21,7	18,3
	28	11,8	12,2	14,9	14,2	17,1	15,6	18,8	16,6
	26	10,6	11,6	13,3	13,4	15,3	14,6	16,8	15,6
	25	10,0	11,3	12,5	12,9	14,3	14,2	15,8	15,1
5,0	32	11,8	14,7	14,9	16,6	17,2	18,0	18,9	19,1
	28	10,0	13,8	12,6	15,4	14,5	16,6	15,9	17,5
	26	8,7	13,1	11,0	14,6	12,6	15,7	13,9	16,5
	25	8,1	12,8	10,2	14,2	11,7	15,2	12,9	16,0
Tipo B									
2,0	32	17,5	9,4	22,8	11,7	26,8	13,4	30,0	14,8
	28	15,5	8,7	20,1	10,7	23,7	12,2	26,4	13,4
	26	14,1	8,1	18,3	10,0	21,5	11,4	24,0	12,6
	25	13,4	7,9	17,4	9,7	20,4	11,0	22,8	12,1
5,0	32	15,7	11,0	20,5	13,0	24,2	14,5	27,2	15,7
	28	13,7	10,3	17,8	12,0	21,0	13,3	23,5	14,4
	26	12,2	9,8	15,9	11,4	18,7	12,6	21,0	13,5
	25	11,5	9,6	15,0	11,0	17,6	12,2	19,7	13,1
8,0	32	13,6	12,8	17,8	14,4	21,1	15,7	23,6	16,7
	28	11,5	12,1	15,0	13,5	17,7	14,6	19,9	15,5
	26	10,0	11,6	13,1	12,9	15,5	13,9	17,3	14,7
	25	9,3	11,4	12,2	12,6	14,3	13,5	16,1	14,3

Estado de entrada del aire: 32°C / 40 % h.r., 28°C / 47 % h.r.
26°C / 49 % h.r., 25°C / 50 % h.r.
Nota: temperatura mínima de evaporación 2°C.



Batería de calor

Intercambiador de calor para agua caliente



Conexiones: en la dirección del aire, a la derecha o a la izquierda

Equipamiento:

Intercambiador de calor con tubos de cobre y láminas de aluminio.
Colector de acero, alternativamente de cobre

Modelo	Conexiones	Volumen de agua
1	DN25	3,5 l
2	1½"	5,5 l
3	1½"	7,5 l
4	1½"	9,5 l

Presión de trabajo permitida 16 bar
Presión de prueba 30 bar

bajo pedido:

Intercambiador de calor con tubos de cobre y láminas de aluminio resistentes a la corrosión

Intercambiador de calor con tubos de cobre y láminas de cobre

Intercambiador de calor de acero completamente galvanizado en baño de cinc

Intercambiador de calor para vapor

Intercambiador de calor para aceite térmico

Intercambiador de calor con conexiones de vaciado y purga

Nota:

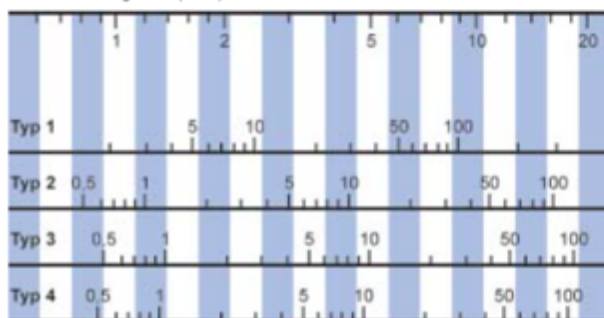
Es preciso dejar espacio suficiente para extraer el intercambiador de calor.

Resistencia del agua (kPa)

$$\text{Cantidad de agua } w = \frac{0,86 \cdot \dot{Q}}{\Delta t_A} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad \dot{Q} = \text{Potencia en kW}$$

$$\Delta t_A = t_{EA} - t_{BA}$$

Cantidad de agua w (m³/h)



Tipo	1								
	4 000		6 300		8 000		10 000		
\dot{V} (m³/h)	\dot{Q} kW	t_{SAV} °C	\dot{Q} kW	t_{SAV} °C	\dot{Q} kW	t_{SAV} °C	\dot{Q} kW	t_{SAV} °C	
45/35	-15	35,3	8	45,0	5	53,3	3	60,7	1
	-10	31,7	11	40,4	8	47,8	6	54,4	5
	-5	28,1	14	35,8	11	42,4	10	48,2	8
	± 0	24,6	17	31,3	15	37,0	13	42,0	12
	+5	21,1	20	26,9	18	31,7	16	36,0	15
	+10	17,7	23	22,5	21	26,5	20	30,0	19
50/40	-15	38,8	11	49,6	7	58,8	4	66,9	3
	-10	35,2	14	44,9	10	53,2	8	60,6	6
	-5	31,6	17	40,3	14	47,7	11	54,3	10
	± 0	28,0	20	35,8	17	42,3	15	48,1	14
	+5	24,6	23	31,3	20	37,0	18	42,1	17
	+10	21,1	25	26,9	23	31,7	22	36,0	20
60/40	-15	40,2	12	51,1	8	60,4	5	68,6	3
	-10	36,6	15	46,5	11	54,8	9	62,3	7
	-5	33,0	18	41,9	14	49,4	12	56,0	10
	± 0	29,5	21	37,4	17	44,0	15	49,9	14
	+5	26,0	24	32,9	21	38,7	19	43,8	18
	+10	22,5	26	28,4	24	33,4	22	37,8	21
70/50	-15	47,3	16	60,4	12	71,4	9	81,2	7
	-10	43,7	20	55,7	15	65,8	12	74,8	10
	-5	40,1	23	51,0	18	60,3	16	68,5	14
	± 0	36,5	26	46,4	22	54,9	19	62,3	17
	+5	33,0	29	41,9	25	49,5	23	56,2	21
	+10	29,5	31	37,4	28	44,1	26	50,1	25
70/55	-15	50,0	18	64,0	13	75,9	10	86,4	8
	-10	46,3	21	59,3	17	70,2	14	80,0	12
	-5	42,7	24	54,6	20	64,7	17	73,6	15
	± 0	39,1	27	50,0	23	59,2	21	67,3	19
	+5	35,6	30	45,4	27	53,8	24	61,2	23
	+10	32,1	33	40,9	30	48,4	28	55,0	26
80/50	-15	49,0	17	62,3	13	73,5	9	83,5	7
	-10	45,4	21	57,6	16	67,9	13	77,1	11
	-5	41,7	24	52,9	19	62,4	16	70,8	14
	± 0	38,1	27	48,3	23	56,9	20	64,5	18
	+5	34,6	30	43,8	26	51,5	23	58,4	22
	+10	31,1	33	39,3	29	46,2	27	52,3	25
80/60	-15	54,3	21	69,5	16	82,3	12	93,7	10
	-10	50,6	24	64,7	19	76,7	16	87,3	14
	-5	47,0	27	60,0	23	71,1	19	80,9	17
	± 0	43,4	30	55,4	26	65,6	23	74,6	21
	+5	39,8	33	50,8	29	60,1	26	68,4	25
	+10	36,3	36	46,3	32	54,8	30	62,2	28
90/70	-15	61,2	26	78,5	20	93,1	16	106,1	13
	-10	57,5	29	73,7	23	87,4	20	99,5	17
	-5	53,8	32	68,9	27	81,7	23	93,1	21
	± 0	50,2	35	64,2	30	76,2	27	86,7	24
	+5	46,6	38	59,6	33	70,7	30	80,4	28
	+10	43,1	41	55,1	37	65,2	34	74,2	32

Otros tipos de funcionamiento bajo pedido!



Tablas de potencia

KG 100 Standard

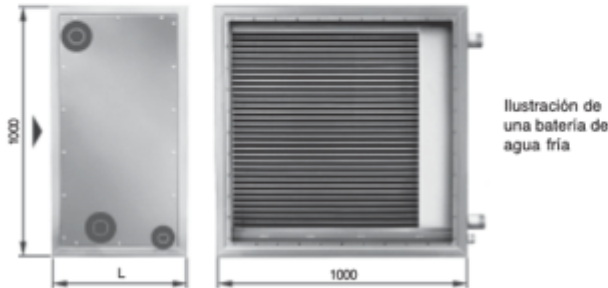
	2				3				4			
	4 000	6 300	8 000	10 000	4 000	6 300	8 000	10 000	4 000	6 300	8 000	10 000
	\dot{Q} kW	t_{sAr} °C	\dot{Q} kW	t_{sAr} °C	\dot{Q} kW	t_{sAr} °C	\dot{Q} kW	t_{sAr} °C	\dot{Q} kW	t_{sAr} °C	\dot{Q} kW	t_{sAr} °C
44,1 14	57,4 10	68,7 8	78,7 6	56,1 22	75,1 18	91,6 15	106,4 13	64,9 28	89,1 24	110,6 22	130,1 19	
39,6 17	51,4 13	61,5 11	70,5 9	50,5 24	67,5 20	82,2 18	95,5 16	58,5 30	80,3 26	99,5 24	117,0 22	
35,1 19	45,5 16	54,4 14	62,3 12	44,9 36	60,0 23	73,0 20	84,7 18	52,2 31	71,5 28	88,6 26	104,1 24	
30,7 22	39,7 19	47,5 17	54,3 15	39,4 28	52,5 25	63,9 22	74,1 21	46,0 32	62,9 29	77,8 27	91,3 26	
26,3 24	34,0 21	40,6 19	46,4 18	34,0 29	45,2 27	54,9 25	63,6 23	39,9 33	54,4 31	67,2 29	78,8 28	
22,0 26	28,4 24	33,8 22	38,6 21	28,7 31	38,0 28	46,1 27	53,3 25	33,8 35	46,0 32	56,7 31	66,3 29	
17,7 28	22,8 26	27,1 25	30,8 24	23,4 32	30,9 30	37,3 29	43,0 28	27,8 36	37,7 34	46,3 32	54,0 31	
13,5 30	17,3 29	20,4 28	23,2 27	18,1 34	23,8 32	28,6 31	32,9 30	21,8 36	29,4 35	35,9 34	41,8 33	
48,5 17	63,2 13	75,8 10	86,9 8	61,4 26	82,3 21	100,5 18	116,9 16	70,6 32	97,3 28	120,9 25	142,4 23	
44,0 20	57,2 16	68,5 13	78,6 11	55,7 28	74,7 24	91,1 21	105,9 19	64,3 33	88,4 30	109,8 27	129,2 25	
39,5 22	51,3 19	61,4 16	70,4 14	50,1 30	67,1 26	81,9 23	95,1 21	58,0 35	79,6 32	98,8 29	116,2 27	
35,0 25	45,5 21	54,4 19	62,3 17	44,6 31	59,7 28	72,7 26	84,4 24	51,8 36	71,0 33	88,0 31	103,5 29	
30,6 27	39,7 24	47,5 22	54,3 21	39,2 33	52,3 30	63,7 28	73,9 26	45,6 38	62,5 35	77,4 33	90,9 31	
26,3 29	34,0 26	40,6 25	46,5 24	33,9 35	45,1 32	54,8 30	63,5 28	39,6 39	54,1 36	66,9 34	78,4 33	
22,0 31	28,4 29	33,9 28	38,7 26	28,6 36	37,9 34	46,0 32	53,5 31	33,6 40	45,8 38	56,5 36	66,1 35	
17,8 33	22,9 31	27,2 30	31,0 29	23,3 38	30,9 35	37,3 34	43,1 33	27,7 41	37,5 39	46,2 37	54,0 36	
50,2 18	64,9 14	77,4 11	88,4 8	64,8 28	86,2 23	104,7 20	121,3 17	75,8 35	103,5 31	127,9 27	150,0 25	
45,6 21	58,9 17	70,2 14	80,2 12	59,1 30	78,5 25	95,3 22	110,3 20	69,4 37	94,6 33	116,7 29	136,8 27	
41,1 23	53,0 19	63,1 17	72,0 15	53,5 32	70,9 28	86,0 25	99,5 22	63,0 38	85,8 34	105,7 31	123,8 29	
36,7 26	47,2 22	56,1 20	64,0 18	47,9 34	63,5 30	76,8 27	88,8 25	56,7 40	77,0 36	94,9 33	110,9 31	
32,2 28	41,4 25	49,2 23	56,0 21	42,5 35	56,1 32	67,8 29	78,2 27	50,5 41	68,4 38	84,1 35	98,2 33	
27,9 30	35,7 27	42,3 25	48,2 24	37,0 37	48,7 34	58,8 31	67,8 30	44,4 42	59,9 39	73,4 37	85,6 35	
23,6 32	30,1 30	35,6 28	40,4 27	31,6 38	41,5 35	49,9 33	57,4 32	38,2 43	51,4 40	62,8 38	73,1 37	
19,3 34	24,5 32	28,8 31	32,7 30	26,2 40	34,2 37	41,0 35	47,1 34	32,1 44	42,9 41	52,2 40	60,6 38	
59,1 24	76,7 19	91,8 15	105,1 13	75,3 35	100,8 30	122,8 26	142,6 23	87,3 43	119,8 38	148,6 34	174,7 31	
54,5 27	70,7 22	84,5 19	96,7 16	69,6 37	93,0 32	113,3 28	131,5 26	80,9 45	110,9 40	137,4 36	161,5 34	
50,0 29	64,7 25	77,3 22	88,5 19	64,0 39	85,4 34	104,0 31	120,6 28	74,5 46	102,1 42	126,4 39	148,4 36	
45,5 32	58,9 28	70,2 25	80,3 23	58,5 41	77,9 36	94,8 33	109,8 31	68,3 48	93,4 44	115,5 41	135,5 38	
41,0 34	53,1 30	63,2 28	72,3 26	53,0 43	70,5 39	85,6 36	99,2 33	62,1 49	84,8 45	104,7 42	122,8 40	
36,7 37	47,3 33	56,3 30	64,3 29	47,6 45	63,2 41	76,6 38	88,7 36	56,0 51	76,3 47	94,1 44	110,2 42	
32,3 39	41,6 36	49,5 33	56,5 32	42,2 46	55,9 43	67,7 40	78,3 38	50,0 52	67,8 48	83,5 46	97,7 44	
28,0 41	36,0 38	42,7 36	48,7 35	36,9 48	48,7 44	58,9 42	68,0 40	43,9 53	59,5 50	73,1 47	85,4 46	
62,5 26	81,5 21	97,7 17	112,2 15	78,6 37	105,7 32	129,2 28	150,4 25	90,2 45	124,4 40	154,8 36	182,6 33	
57,8 29	75,4 24	90,4 21	103,7 18	72,9 39	98,0 34	119,7 30	139,3 28	83,8 47	115,5 42	143,7 39	169,3 36	
53,3 32	69,4 27	83,2 24	95,4 21	67,3 41	90,4 37	110,4 33	128,3 30	77,5 48	106,7 44	132,6 41	156,2 38	
48,8 34	63,5 30	76,0 27	87,2 25	61,8 43	82,8 39	101,1 36	117,5 33	71,2 50	98,0 46	121,8 43	143,4 40	
44,3 37	57,7 33	69,0 30	79,1 28	56,3 45	75,4 41	92,0 38	106,9 36	65,1 52	89,5 48	111,0 45	130,6 42	
40,0 39	51,9 35	62,1 33	71,1 31	50,9 47	68,1 43	83,0 40	96,3 38	59,0 53	81,0 49	100,4 47	118,1 44	
35,6 41	46,2 38	55,2 35	63,2 34	45,6 49	60,9 45	74,1 42	86,0 40	53,0 54	72,7 51	90,0 48	105,7 46	
31,4 44	40,6 40	48,4 38	55,4 37	40,3 50	53,7 47	65,3 45	75,7 43	47,1 55	64,4 52	79,6 50	93,4 48	
61,1 26	79,0 20	94,1 16	107,6 14	78,9 37	105,0 31	127,6 27	147,7 24	92,5 46	126,2 41	156,0 37	182,9 33	
56,5 28	72,9 23	86,9 19	99,2 17	73,2 39	97,3 34	118,1 30	136,6 27	86,0 48	117,2 43	144,7 39	169,6 36	
51,9 31	67,0 26	79,7 22	90,9 20	67,6 42	89,6 36	108,7 32	125,7 30	79,6 50	108,4 45	133,6 41	156,4 38	
47,4 33	61,1 29	72,6 25	82,8 23	62,0 43	82,1 38	99,4 35	114,9 32	73,3 51	99,6 47	122,6 43	143,5 40	
43,0 36	55,2 31	65,6 28	74,7 26	56,4 45	74,6 41	90,2 37	104,2 35	67,0 53	90,9 48	111,7 45	130,6 42	
38,6 38	49,4 34	58,6 31	66,7 29	50,9 47	67,2 43	81,1 39	93,6 37	60,8 54	82,2 50	101,0 47	117,8 44	
34,2 40	43,7 37	51,7 34	58,8 32	45,5 49	59,8 44	72,1 42	83,0 40	54,6 55	73,7 51	90,3 48	105,2 46	
29,8 42	38,0 39	44,9 37	51,0 35	40,1 50	52,5 46	63,1 44	72,6 42	48,5 56	65,1 53	79,6 50	92,6 48	
67,8 30	88,4 24	105,9 20	121,5 17	85,6 42	115,0 36	140,5 32	163,4 28	98,4 50	135,6 45	168,8 41	198,8 38	
63,2 33	82,3 27	98,6 23	113,0 21	79,9 44	107,2 38	130,9 34	152,2 31	92,0 52	126,7 47	157,5 43	185,5 40	
58,6 35	76,3 30	91,3 26	104,7 24	74,3 46	99,6 41	121,5 37	141,2 34	85,6 54	117,9 49	146,4 45	172,3 42	
54,1 38	70,3 33	84,2 30	96,4 27	68,7 48	92,0 43	112,2 39	130,4 37	79,4 56	109,2 51	135,5 48	159,4 45	
49,6 40	64,5 36	77,1 33	88,3 30	63,2 50	84,6 45	103,1 42	119,7 39	73,3 57	100,6 53	124,7 50	146,6 47	
45,2 43	58,7 38	70,1 35	80,3 33	57,8 52	77,2 47	94,0 44	109,1 42	67,2 59	92,1 55	114,1 51	134,0 49	
40,9 45	53,0 41	63,2 38	72,3 36	52,2 54	70,0 49	85,1 46	98,7 44	61,2 60	83,7 56	103,6 53	121,6 51	
36,6 48	47,3 44	56,4 41	64,5 39	47,2 55	62,8 51	76,3 49	88,3 47	55,2 62	75,4 58	93,1 55	109,2 53	
76,3 36	99,8 29	119,8 25	137,6 21	95,6 48	128,8 42	157,7 37	183,8 34	109,1 57	151,6 52	188,4 47	222,2 44	
71,7 38	93,6 32	112,4 28	129,1 25	89,9 51	121,0 45	148,1 40	172,5 37	102,7 59	142,0 54	177,0 50	208,8 46	
67,1 41	87,6 35	105,1 31	120,6 28	84,2 53	113,3 47	138,7 43	161,5 39	96,4 61	133,2 56	165,9 52	195,7 49	
62,5 44	81,6 38	97,8 34	112,3 32	78,6 55	105,8 49	129,3 45	150,5 42	90,1 63	124,5 58	154,9 54	182,7 51	
58,0 46	75,7 41	90,7 37	104,1 35	73,2 57	98,3 52	120,1 48	139,8 45	84,0 65	115,9 60	144,1 56	169,9 54	
53,6 49	69,8 44	83,7 40	95,9 38	67,7 59	90,9 54	111,0 50	129,1 48	77,9 67	107,4 62	133,5 59	157,2 56	
49,2 51	64,1 47	76,7 43	87,9 41	62,4 61	83,6 56	102,1 53	118,6 50	71,9 68	99,0 64	123,0 60	144,7 58	
44,9 54	58,4 49	69,8 46	80,0 44	57,1 63	76,4 58	93,2 55	108,2 53	66,0 70	90,7 65	112,6 62	132,4 60	



WOLF Batería de frío Tablas de potencia **KG 100 Standard**

Intercambiador para agua fría / evaporador directo

Datos de potencia en evaporador directo para refrigerante R134a, para otros refrigerantes bajo pedido.



Dirección del aire: horizontal para los tipos 7 y 8 L = 540 mm
horizontal para tipo 12: L = 830 mm
vertical: L = 1000 mm

Conexiones: en la dirección del aire, a la derecha o a la izquierda

Equipamiento:

Intercambiador para agua fría con tubos de cobre y láminas de aluminio. Colector de acero.

Evaporador directo con tubos de cobre y láminas de aluminio, distribuidor del refrigerante.

Separador de gotas, bandeja de condensación con racor de drenaje lateral, rosca exterior 1¼", receptor de gotas para dirección de aire vertical.

Tipo	Conexiones	Volumen
7	2"	15 l
8	2"	24 l
12	1½"	30 l
A	DN 28 Entrada del refrigerante DN 35 Salida del refrigerante	8 l
B	DN 28 Entrada del refrigerante DN 42 Salida del refrigerante	12 l

Presión de trabajo permitida 16 bar
Presión de prueba 30 bar

bajo pedido:

Intercambiador para agua fría con tubos de cobre y láminas de aluminio resistentes a la corrosión

Intercambiador para agua fría con tubos de cobre y láminas de cobre

Intercambiador para agua fría con conexiones de vaciado y purga

Nota:

Es preciso dejar espacio suficiente para extraer el intercambiador. Montar un sifón junto al racor de drenaje de condensación.

Resistencia del agua (kPa)

Cantidad de agua $w = \frac{0,86 \cdot \dot{Q}}{\Delta t_A}$ (m³/h) $\dot{Q} =$ Potencia en kW $\Delta t_A = t_{EA} - t_{SA}$

Cantidad de agua w (m³/h)



\dot{V} (m³/h)	4 000		6 000		8 000		10 000		
	t_{EA} / t_{SA} °C/°C	t_{Ev} °C	\dot{Q} kW	t_{SA} °C	\dot{Q} kW	t_{SA} °C	\dot{Q} kW	t_{SA} °C	
Intercambiador para agua fría tipo 7									
4/8	32	43,7	10,2	60,1	11,9	74,6	13,2	87,8	14,3
	28	37,2	9,8	51,0	11,3	63,1	12,4	74,0	13,3
	26	33,1	9,3	45,4	10,7	56,2	11,7	65,9	12,5
	25	31,1	9,1	42,6	10,4	52,7	11,4	61,8	12,2
5/10	32	40,0	11,4	54,8	13,0	67,8	14,2	79,7	15,2
	28	33,4	11,0	45,6	12,4	56,3	13,5	66,0	14,3
	26	29,3	10,5	40,0	11,8	49,4	12,8	57,8	13,5
	25	27,3	10,3	37,2	11,5	45,9	12,4	53,8	13,1
6/12	32	36,1	12,5	49,3	14,0	60,9	15,2	71,4	16,1
	28	29,5	12,1	40,1	13,4	49,4	14,4	57,8	15,2
	26	25,4	11,6	34,5	12,8	42,5	13,7	49,7	14,4
	25	23,4	11,4	31,7	12,5	39,0	13,3	45,6	13,9
Tipo 8									
4/8	32	52,1	6,1	74,7	7,2	95,7	8,1	115,3	8,9
	28	44,9	6,2	64,1	7,1	81,8	7,9	98,3	8,7
	26	39,9	6,1	56,9	6,9	72,7	7,7	87,3	8,3
	25	37,5	6,0	53,5	6,8	68,2	7,5	81,9	8,2
5/10	32	48,0	7,4	68,6	8,5	87,5	9,3	105,1	10,1
	28	40,7	7,5	57,8	8,4	73,5	9,2	88,0	9,9
	26	35,7	7,3	50,7	8,2	64,4	8,9	77,1	9,6
	25	33,3	7,3	47,1	8,1	59,8	8,8	71,6	9,4
6/12	32	43,7	8,7	62,0	9,7	78,9	10,5	94,6	11,3
	28	36,3	8,7	51,2	9,7	64,8	10,5	77,4	11,1
	26	31,2	8,6	44,0	9,5	55,6	10,2	66,4	10,7
	25	28,7	8,6	40,4	9,4	51,1	10,0	60,9	10,6
Tipo 12									
4/8	32	53,8	5,0	78,4	5,6	101,6	6,1	123,7	7,1
	28	46,8	5,0	68,0	5,6	87,9	6,1	106,7	7,0
	26	42,0	4,9	60,9	5,5	78,8	5,9	95,6	6,4
	25	39,5	4,9	57,4	5,4	74,2	5,9	90,1	6,3
5/10	32	50,4	6,3	73,3	6,9	94,8	7,5	115,2	8,0
	28	43,4	6,3	62,8	6,9	80,9	7,4	98,1	7,9
	26	38,5	6,3	55,6	6,8	71,8	7,3	87,0	7,7
	25	36,0	6,3	52,1	6,8	67,2	7,2	81,4	7,6
6/12	32	46,9	7,7	67,9	8,3	87,6	8,8	106,3	9,2
	28	39,7	7,7	57,2	8,3	73,6	8,7	89,1	9,2
	26	34,7	7,7	50,0	8,2	64,3	8,6	77,8	9,0
	25	32,3	7,7	46,4	8,2	59,7	8,6	72,2	8,9
Temp. evap. °C Evaporador directo Tipo A									
2,0	32	36,8	13,1	45,6	15,7	52,0	17,4	56,9	18,8
	28	32,4	11,9	40,1	14,1	45,7	15,7	50,0	16,9
	26	29,4	11,1	36,4	13,2	41,4	14,6	45,3	15,7
	25	27,9	10,7	34,5	12,7	39,3	14,1	43,0	15,1
5,0	32	33,1	14,3	41,2	16,6	47,1	18,2	51,6	19,4
	28	28,6	13,1	35,6	15,1	40,7	16,5	44,6	17,5
	26	25,5	12,4	31,8	14,2	36,3	15,5	39,7	16,4
	25	24,0	12,0	29,9	13,7	34,1	14,9	37,3	15,9
8,0	32	28,7	15,7	35,8	17,7	41,0	19,1	45,0	20,1
	28	24,2	14,5	30,1	16,2	34,5	17,4	37,8	18,3
	26	21,0	13,8	26,2	15,3	30,0	16,4	32,9	17,2
	25	19,5	13,5	24,3	14,9	27,8	15,9	30,5	16,7
Tipo B									
2,0	32	44,3	9,8	57,4	12,1	67,4	13,9	75,2	15,2
	28	39,1	8,9	50,6	11,0	59,4	12,6	66,2	13,8
	26	35,5	8,4	45,9	10,3	53,8	11,8	60,0	12,9
	25	33,7	8,1	43,6	10,0	51,1	11,4	56,9	12,4
5,0	32	39,8	11,3	51,8	13,3	60,9	14,9	68,1	16,1
	28	34,5	10,5	44,8	12,3	52,7	13,7	58,9	14,7
	26	30,8	10,0	40,0	11,6	47,0	12,9	52,5	13,9
	25	29,0	9,8	37,6	11,3	44,2	12,5	49,4	13,4
8,0	32	34,5	13,0	44,9	14,7	52,9	16,1	59,3	17,1
	28	29,1	12,3	37,8	13,8	44,6	14,9	49,9	15,8
	26	25,4	11,8	33,0	13,1	38,8	14,1	43,4	15,0
	25	23,5	11,6	30,5	12,8	35,9	13,8	40,2	14,5

Estado de entrada del aire: 32°C / 40 % h.r., 28°C / 47 % h.r.
26°C / 49 % h.r., 25°C / 50 % h.r.
Nota: temperatura mínima de evaporación 2°C.

6.2 Fan-coils



FANCOIL CASSETTE



SERIE: FKW
MODELOS: 21-24, 31-34, 41-44, 51-54
POTENCIAS FRIGORÍFICAS DE: 2,0 A 10,5 kW



06.05 Ref. 200350 Rev. 100



FANCOIL CASSETTE

MOD: FKW41N - FKW42N - FKW43N - FKW44N

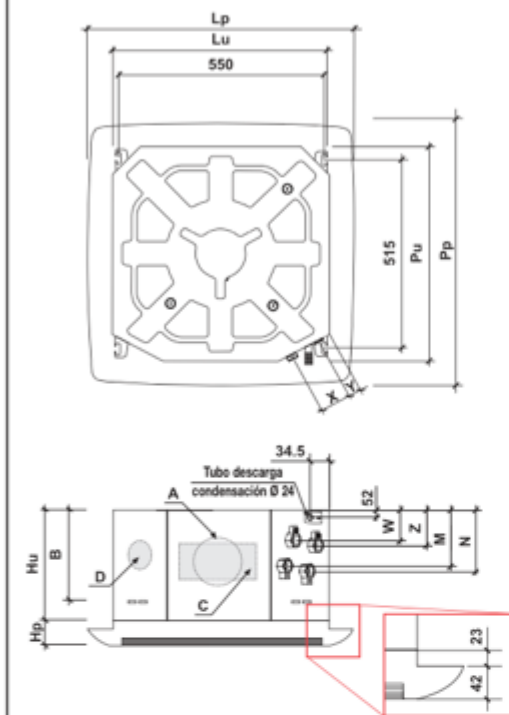


Fig. 03

MOD: FKW51N - FKW52N - FKW53N - FKW54N

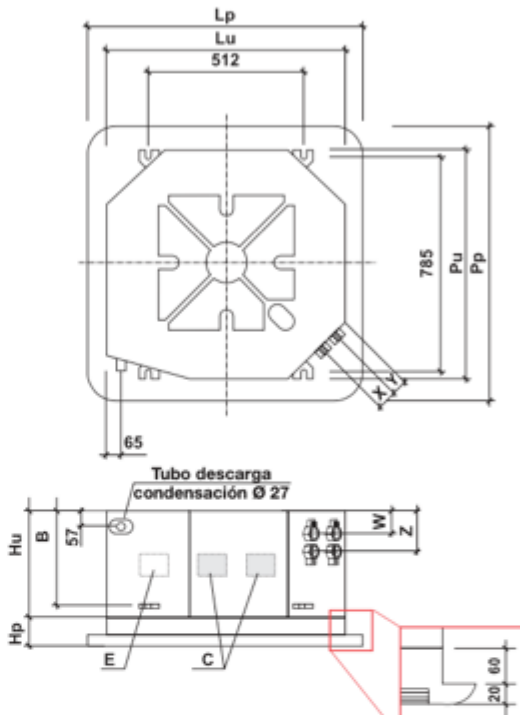


Fig. 04

DIMENSIONES GENERALES DE LA UNIDAD CASSETTE DE AGUA DE 4 TUBOS

MODELO		FKW41N	FKW42N	FKW43N	FKW44N	FKW51N	FKW52N	FKW53N	FKW54N
Número de ventiladores	n°	1	1	1	1	1	1	1	1
Número de baterías	n°	2	2	2	2	2	2	2	2
Números de rangos	n°	1	2	2	2	2	2	2	2
Empalmes hidráulicos (Ø Gas hembra)	Ø	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1"	1"	1"
Ancho de la unidad	n°	1	1	1	1	1	1	1	1
Longitud de la unidad	Ø	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	3/4"
Altura de la unidad	(Lu) mm	580	580	580	580	835	835	835	835
Ancho del panel	(Pu) mm	580	580	580	580	835	835	835	835
Longitud del panel	(Hu) mm	280	280	280	280	240	305	305	305
Altura del panel	(Lp) mm	720	720	720	720	953	953	953	953
Aire en la habitación contigua (Ø)	(Pp) mm	720	720	720	720	953	953	953	953
Aire en la habitación contigua (BxH)	(Hp) mm	65	65	65	65	80	80	80	80
Aire exterior (Ø)	A mm	150	150	150	150	-	-	-	-
Aire exterior (BxH)	C mm	350x100	350x100	350x100	350x100	120x80	120x80	120x80	120x80
	D mm	65	65	65	65	-	-	-	-
	E mm	-	-	-	-	120x80	120x80	120x80	120x80
	B mm	225	225	225	225	180	325	325	325
	X mm	65,5	65,5	65,5	65,5	86	73	73	73
	Y mm	55,5	55,5	55	55,5	75	68	68	68
	W mm	82	82	82	82	58	88	88	88
	Z mm	100	100	100	100	117	160	160	160
	M mm	146	146	146	146	-	-	-	-
	N mm	159	159	159	159	-	-	-	-
Peso Neto	kg	23,5	24,5	24,5	24,5	37,0	43,0	43,0	45,0

**DATOS TÉCNICOS GENERALES: INSTALACIÓN DE 4 TUBOS**

MODELO		FKW41N	FKW42N	FKW43N	FKW44N	FKW51N	FKW52N	FKW53N	FKW54N	
A	Potencia Frigorífica Total	W	1.450	2.020	2.860	3.460	4.790	5.910	7.040	9.300
		Frig/h	1.250	1.741	2.466	2.983	4.129	5.095	6.069	8.017
A	Potencia Frigorífica Sensib.	W	1.204	1.515	2.174	2.664	3.496	4.313	5.210	6.696
		Frig/h	1.038	1.306	1.874	2.297	3.014	3.718	4.491	5.772
A	Pérdida de carga del lado agua en refrigeración	kPa	21,8	26,2	40,6	45,4	26,7	41,9	41,9	49,5
		m.c.a.	2,18	2,62	4,06	4,54	2,67	4,19	4,19	4,95
A	Caudal de agua	l/h	250	348	492	595	824	1.017	1.211	1.600
		l/s	0,069	0,097	0,137	0,165	0,229	0,282	0,336	0,445
C	Potencia térmica	W	970	1.640	1.840	2.310	4.190	5.140	6.130	7.450
		kcal/h	836	1.414	1.586	1.991	3.612	4.431	5.284	6.422
C	Pérdida de carga del lado agua en calefacción	kPa	30,8	29,2	34,2	39,8	35,7	22,3	29,7	40,7
		m.c.a.	3,08	2,92	3,42	3,98	3,57	2,23	2,97	4,07
C	Caudal de agua	l/h	83	141	158	199	360	442	527	641
		l/s	0,023	0,039	0,044	0,055	0,100	0,123	0,146	0,178
B	Potencia térmica	W	2.280	2.950	4.360	5.310	6.880	8.480	10.110	12.340
		kcal/h	1.966	2.543	3.759	4.578	5.931	7.310	8.716	10.638
B	Pérdida de carga del lado agua en calefacción	kPa	33,2	31,4	36,8	42,8	38,4	24,0	32,0	43,8
		m.c.a.	3,32	3,14	3,68	4,28	3,84	2,4	3,2	4,38
B	Caudal de agua	l/h	196	254	375	457	592	730	870	1.062
		l/s	0,054	0,071	0,104	0,127	0,164	0,203	0,242	0,295
D	Caudal de aire	m3/s	0,151	0,170	0,189	0,226	0,231	0,302	0,302	0,354
		m3/h	543	611	680	815	832	1087	1087	1274
E	Velocidad del ventilador	g/min.	700	785	830	1100	540	610	610	630
	Nivel de potencia sonora	dB(A)	51	53	57	62	54	58	58	62
F	Potencia eléctrica del motor	W	58	126	126	124	58	126	126	124
	Absorción eléctrica del motor	A	0,41	0,57	0,57	0,66	0,41	0,57	0,57	0,66

Alimentación eléctrica 230V / 1 / 50 Hz

Los datos técnicos anteriores se refieren a las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Velocidad máxima del ventilador
- Unidad estándar de abertura libre

- (A) Refrigeración: Temperatura del agua en la entrada de la batería 7 °C; Temperatura del agua en la salida de la batería 12 °C; Temperatura del aire ambiental en entrada 27 °C b.s. 19 °C b.u.
 (B) Calefacción: Temperatura del agua en la entrada de la batería 70 °C; Temperatura del agua en la salida de la batería 60 °C; Temperatura ambiente del aire en la entrada 20 °C.
 (C) Calefacción: Temperatura del agua en la entrada de la batería 50 °C; Caudal de agua igual a la de refrigeración; Temperatura ambiente del aire en la entrada 20°.
 (D) Caudal de aire y velocidad del ventilador: prestaciones de la unidad con el filtro de aire limpio.
 (E) Nivel sonoro: potencia sonora medida según la normativa ISO 23741.
 (F) Datos eléctricos: máximas absorciones eléctricas del motor (con la velocidad n.º 3).

Importante: las unidades FKW51N a FKW54N no participan en el Programa de Certificación EUROVENT.**COEFICIENTES CORRECTIVOS PARA LAS DIFERENTES VELOCIDADES DISPONIBLES**

MODELO		FKW41N	FKW42N	FKW43N	FKW44N	FKW51N	FKW52N	FKW53N	FKW54N
Potencia frigorífica total	1	0,54	0,57	0,48	0,55	0,79	0,78	0,77	0,79
	2	0,72	0,74	0,67	0,66	0,86	0,87	0,86	0,85
	3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Potencia frigorífica sensible	1	0,56	0,57	0,50	0,55	0,81	0,78	0,79	0,79
	2	0,74	0,74	0,69	0,66	0,88	0,87	0,88	0,85
	3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Potencia térmica	1	0,56	0,58	0,50	0,56	0,81	0,79	0,79	0,80
	2	0,74	0,75	0,69	0,67	0,88	0,88	0,88	0,86
	3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Caudal de aire	1	0,46	0,44	0,42	0,42	0,74	0,70	0,72	0,72
	2	0,63	0,63	0,64	0,63	0,83	0,83	0,85	0,83
	3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

6.3 Deshumectadora

TRATAMIENTO DEL AIRE PARA PISCINAS

DanX



Dantherm[®]
CONTROL YOUR CLIMATE

DanX XWPS con bomba de calor e intercambiador de calor de flujo cruzado

La unidad DanX XWPS combina las mejores ventajas de una bomba de calor con las de un sistema de deshumidificación de aire exterior. La combinación de bomba de calor e intercambiador de calor de flujo cruzado y máxima eficiencia ha sido diseñada para el control preciso de la humedad y la temperatura interior.

El ahorro energético, que puede llegar a ser hasta del 100 %, permite disfrutar de una considerable reducción de los costes de funcionamiento. La función de mezclado integrada garantiza el suministro de la cantidad exacta de aire del exterior necesaria para mantener el nivel de confort idóneo.



Las unidades DanX están equipadas con intercambiadores de calor producidos por HEATEX, empresa adherida al programa de certificación de intercambiadores de calor Eurovent. Puede comprobar la validez del certificado en www.eurovent-certification.com y en www.certiflash.com.

DanX XWPRS con bomba de calor reversible e intercambiador de calor de flujo cruzado

La unidad DanX XWPRS es un deshumidificador / sistema de ventilación con un intercambiador de calor de flujo cruzado y una bomba de calor reversible. Esto significa que dispone de las mismas funciones que la unidad XWPS, e incorpora las ventajas de la bomba de calor reversible, lo que le permite funcionar con refrigeración activa durante el verano. Esta unidad resulta especialmente adecuada para su uso en baños terapéuticos con una elevada carga calorífica procedente del agua caliente de la piscina o edificaciones con grandes ventanales.

Ventajas compartidas

Si se desea ir un paso más allá en la optimización energética del sistema, se puede incorporar un condensador refrigerado por agua a la bomba de calor, tanto en la unidad DanX XWPS como en la DanX XWPRS. Esto permitiría aprovechar el calor generado para transferirlo a la piscina o al suministro de agua caliente, reutilizando así la energía de forma eficiente.

La refrigeración gratuita también es una opción para el verano, cuando la unidad puede introducir del exterior hasta un 100 % del total del aire utilizado en la piscina gracias a su *by-pass* integrado.



Condensador refrigerado por agua.

Por la noche, cuando el índice de evaporación es menor y el suministro de aire del exterior es redundante, el sistema entra en modo de recirculación completa, lo que permite al sistema actuar total o parcialmente como deshumidificador.

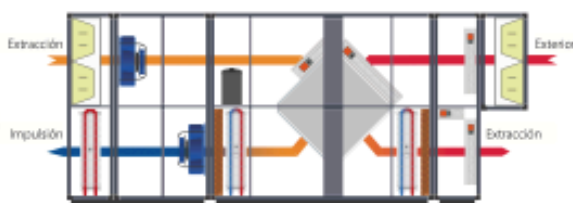
DanX XWPS



Invierno, funcionamiento diurno:

Una proporción de aire recirculado con calefacción, recuperación de calor de dos etapas y deshumidificación con bomba de calor y aire procedente del exterior.

DanX XWPRS



Verano, funcionamiento diurno:

El 100 % del aire utilizado procede del exterior. Refrigeración gratuita gracias al modo *by-pass* y/o la bomba de calor en modo refrigeración.

Soluciones para el ahorro energético

Las unidades DanX son soluciones completas que ofrecen un excepcional confort interior con un consumo energético sumamente bajo.

Por supuesto, el principal objetivo de un sistema como este consiste en garantizar un clima interior confortable y saludable que ofrezca protección tanto a las personas que utilizan la piscina como a sus activos físicos. Aunque, por otra parte, los costes de funcionamiento no son menos importantes, por eso las unidades DanX son extraordinariamente eficientes.

Hemos introducido el concepto de ahorro energético en todos los detalles

del diseño, con una selección de componentes que garantiza una gran capacidad y una dilatada vida útil. El sistema permite incorporar un suministro de aire procedente del exterior de hasta un 100 % del total. Las unidades cuentan con intercambiadores de calor aportan hasta un 95 % de recuperación del calor, motores para los ventiladores EC y compresores de bajo consumo para reducir al mínimo los costes de funcionamiento.

La combinación de materiales de calidad y tratamientos anticorrosivos protege a las unidades DanX de las exigentes condiciones de una piscina cubierta, garantizando su durabilidad.



VENTAJAS

- Escaso coste del ciclo de vida gracias a su calidad y eficiencia energética
- Solución completa que ofrece el máximo confort
- Hasta un 100 % de aire del exterior con refrigeración gratuita durante el verano
- Intercambiadores eficientes que aportan hasta un 95 % de recuperación del calor
- Ventiladores EC con motores de bajo consumo
- Gran resistencia a la corrosión que garantiza una dilatada vida útil
- Instalación flexible con múltiples opciones de conexión



Gama de productos:

DanX	Volumen nominal de aire (m³/h)	Deshumidificación¹ (kg/h)	Deshumidificación² (kg/h)
HP / XD 1	1000	5 / 3	7/7
HP / XD 2	1750	9 / 6	11/11
HP / XD 3	2750	15 / 10	18/18
XWPS-XWPRS/XKS 2/4	3350	17 / 12	22/22
XWPS-XWPRS/XKS 3/6	4500	26 / 16	29/29
XWPS-XWPRS/XKS 5/10	8400	45 / 30	54/54
XWPS-XWPRS/XKS 7/14	12500	65 / 44	81/81
XWPS-XWPRS/XKS 9/18	15500	81 / 55	100/100
XWPS-XWPRS/XKS 12/24	21500	122 / 76	139/139
XWPS-XWPRS/XKS 16/32	25500	137 / 90	165/165

DanX	Volumen nominal de aire (m³/h)	Deshumidificación¹ (kg/h)
AF 3/6	4850	30
AF / AFs 5/10	7300 / 9500	47 / 59
AF / AFs 7/14	12000 / 14000	76 / 90
AF / AFs 12/24	19000 / 24000	120 / 148

¹ Condiciones en piscina cubierta: 30 °C / 54 % HR - 30 % de aire exterior: 5 °C / 85 % HR

² Máx. conforme a VDI 2089 con condiciones en piscina cubierta: 30 °C / 54 % HR

6.4 Caldera



 **BOSCH**
Innovación para tu vida

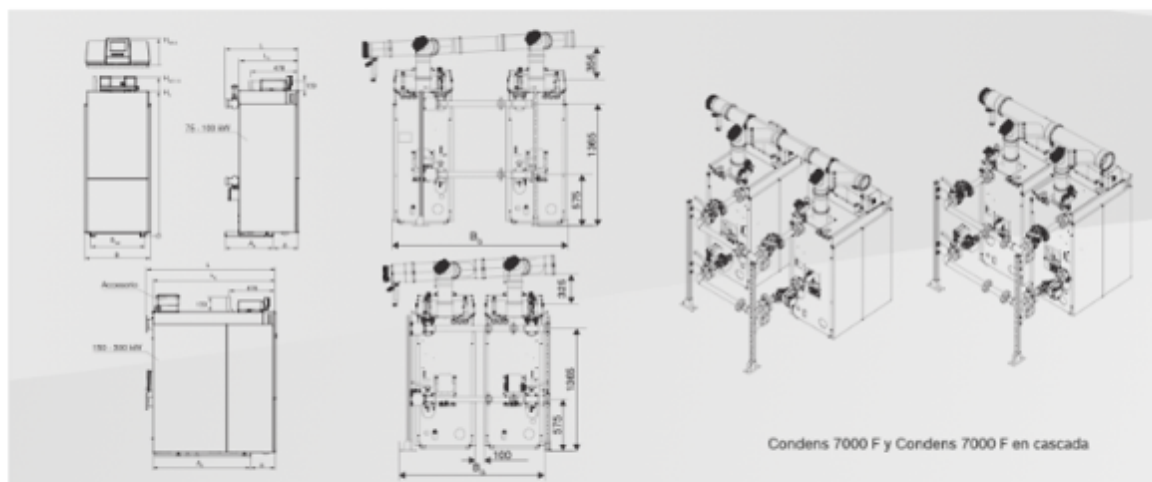
Tecnología e innovación
con eficiencia

Caldera de condensación a gas

Condens 7000 F

Datos técnicos Condens 7000 F

Condens 7000 F							
Características		75 kW	100 kW	150 kW	200 kW	250 kW	300 kW
Grado de utilización normativo a 40/30 °C	%	109,3	109,1	109,4	109,4	109,4	109,4
Potencia térmica máxima (50/30 °C)	kW	79	101	152	205	256	304
Potencia térmica máxima (80/60 °C)	kW	71	93	138	186	240	282
Potencia térmica nominal total	kW	75	96	144	194	243	288
Temperatura inicial máxima (con MX25)	°C	85	85	85	85	85	85
Presión de servicio permitida	bar	6	6	6	6	6	6
Consumo máximo de potencia eléctrica	W	85	155	260	271	300	353
Avance y retroceso de calefacción	Pulgadas	2	2	DN 50	DN 65	DN 65	DN 65
Contenido de agua	l	18,2	18,2	23,4	33,6	38,8	44
Conexión de gas	Pulgadas	R 3/4	R3/4	R11/44	R11/4	R11/4	R11/4
Conexión de gases de escape	Ø mm	110	110	160	200	200	200
Conexión de suministro de aire	Ø mm	110	110	110	160	160	160
Temperatura de gases de escape (retorno de 60°C)	°C	64	68	66	66	67	68
Resistencia al agua en ΔT 15 K	mbar	25	50	50	50	50	50
Presión de transporte de ventilación de salida/suministro	Pa	150	150	150	150	150	150
Peso neto	kg	124	124	180	210	240	272
Peso para transporte	kg	90	90	117	139	158	178
Dimensiones del equipo							
Alto	mm	1470	1470	1470	1470	1470	1470
Ancho	mm	670	670	670	670	670	670
Fondo	mm	700	700	1048	1318	1318	1318
Altura con regulación 8000	H ₈₃₁₃ mm	240	240	240	240	240	240
Altura con regulación MX25	H _{MX25} mm	142	142	142	142	142	142
Fondo de caldera con carcasas y conexiones hidráulicas	L mm	736	736	914	1317	1317	1317
Fondo de caldera	L _k mm	594	594	845	1250	1250	1250
Distancia	A mm	255	255	255	255	255	255
Anchura de caldera con carcasa	B mm	670	670	670	670	670	670
Anchura de la base	B _{GB} mm	550	550	550	550	550	550



6.5 Máquina enfriadora



EWAD-TZB
Enfriadora Inverter monotornillo



Enfriadora Inverter de alta eficiencia



Detalles técnicos: gama TZB hasta 700 kW

Solo frío				EWAD-TZSSB/SLB																									
Capacidad de refrigeración	Nom.			160	190	240	270	300	360	380	450	495	570	610	660	700													
Consumo	Refrigeración	Nom.	kW	169	200	235	268	306	351	394	455	499	569	612	660	700													
EER				56,5	69,9	83,0	89,9	108	119	139	163	174	198	217	239	249													
ESEER				2,99	2,87	2,83	2,99	2,82	2,95	2,83	2,78	2,86	2,88	2,81	2,76	2,81													
Dimensiones	Unidad	Altura	mm	2.483																									
		Anchura	mm	2.258																									
		Profundidad	mm	2.283			3.183			4.083			4.983			5.883			6.783										
Peso (SSB)	Unidad		kg	2.066	2.091	2.149	2.375	2.422	2.771	4.044	4.060	4.317	4.603	4.780	4.804	5.074													
	Peso operativo		kg	2.086	2.117	2.187	2.401	2.460	2.821	4.202	4.224	4.475	4.761	5.050	5.059	5.329													
Peso (SLB)	Unidad		kg	2.081	2.106	2.164	2.390	2.437	2.786	4.074	4.090	4.347	4.633	4.810	4.834	5.104													
	Peso operativo		kg	2.101	2.132	2.202	2.416	2.475	2.836	4.232	4.254	4.505	4.791	5.080	5.089	5.359													
Intercambiador de calor de agua	Tipo	Intercambiador de calor de placas												Tubular de carcasa de paso simple															
		Caudal de agua	Refrigeración	Nom.	l/s	8,1	9,6	11,2	12,9	14,6	16,8	18,9	21,8	23,9	27,3	29,3	31,6	33,5											
		Caída de presión del agua	Refrigeración	Nom.	kPa	25,0	19,3	15,4	32,6	25,2	25,9	25,8	32,2	43,9	55,5	38,6	32,2	35,9											
		Volumen de agua		l	20,2	26,1	37,3	26,1	37,3	49,5	158	164	158	270	270	255	255												
Intercambiador de calor de aire	Tipo	Microcanal																											
		Compressor		Compressor monotorrillo con inverter																									
Ventilador	Cantidad	1												2															
		Tipo	Helicoidal de transmisión directa																										
			Caudal de aire	Refrigeración	Nom.	l/s	4			6			8			10			12			14							
Nivel de potencia sonora (SSB)	Refrigeración	Nom.	dB(A)	15.109			22.664			30.219			37.774			45.328			52.883										
				96			97			98			99			100			101			102			105				
Nivel de presión sonora (SSB)	Refrigeración	Nom.	dB(A)	77			78			79			80			82			84										
				90			90,5			91,5			92,5			93,5			94			94,5			95,5			96,5	
Nivel de presión sonora (SLB)	Refrigeración	Nom.	dB(A)	71			72			73			74			75			76			77							
				Límites de funcionamiento			Lado del aire			Refrigeración			Min.-máx.			°C/BS			-18-47			-8-18							
Refrigerante	Tipo / GWP	R-134a / 1.430																											
		Circuitos	Cantidad	1						2																			
Carga de refrigerante	Por circuito		kg	27	29	33	38	41	52	29	29,5	34	37,5	38,5	41,5	45													
			TCO _{eq}	39	41	47	54	59	74	41	42	49	54	55,0	59	64													
Alimentación eléctrica	Fase/frecuencia/tensión		Hz/V	3~/50/400																									

Solo frío				EWAD-TZSRB																					
Capacidad de refrigeración	Nom.			160	190	240	270	300	360	380	450	495	570	610	660	700									
Consumo	Refrigeración	Nom.	kW	169	200	235	268	306	351	394	454	499	568	610	659	699									
EER				56,5	69,9	83	89,9	108	119	140	164	175	199	218	240	250									
ESEER				2,99	2,87	2,83	2,99	2,82	2,95	2,81	2,76	2,85	2,86	2,80	2,74	2,80									
Dimensiones	Unidad	Altura	mm	2.483																					
		Anchura	mm	2.258																					
		Profundidad	mm	2.283			3.183			4.083			4.983			5.883			6.783						
Peso	Unidad		kg	2.166	2.191	2.249	2.475	2.522	2.871	4.244	4.260	4.517	4.803	4.980	5.004	5.274									
	Peso operativo		kg	2.186	2.217	2.287	2.501	2.560	2.921	4.402	4.424	4.675	4.961	5.250	5.259	5.529									
Intercambiador de calor de agua	Tipo	Intercambiador de calor de placas												Tubular de carcasa de paso simple											
		Caudal de agua	Refrigeración	Nom.	l/s	8,1	9,6	11,2	12,9	14,6	16,8	18,8	21,7	23,9	27,2	29,2	31,5	33,5							
		Caída de presión del agua	Refrigeración	Nom.	kPa	25,0	19,3	15,4	32,6	25,2	25,9	25,8	32,2	43,9	55,5	38,6	32,2	35,9							
		Volumen de agua		l	20,2	26,1	37,3	26,1	37,3	49,5	158	164	158	270	270	255									
Intercambiador de calor de aire	Tipo	Microcanal																							
		Compressor		Compressor monotorrillo con inverter																					
Ventilador	Cantidad	1												2											
		Tipo	Helicoidal de transmisión directa																						
			Caudal de aire	Refrigeración	Nom.	l/s	4			6			8			10			12			14			
Nivel de potencia sonora	Refrigeración	Nom.	dB(A)	15.109			22.664			30.219			37.774			45.328			52.883						
				86			87			88			90			91			92			94			
Nivel de presión sonora	Refrigeración	Nom.	dB(A)	67			68			69			70			70			71			73			
				Límites de funcionamiento			Lado del aire			Refrigeración			Min.-máx.			°C/BS			-18-47			-8-18			
Refrigerante	Tipo / GWP	R-134a / 1.430																							
		Circuitos	Cantidad	1						2															
Carga de refrigerante	Por circuito		kg	27	29	33	38	41	52	29	29,5	34	37,5	38,5	41,5	45									
			TCO _{eq}	39	41	47	54	59	74	41	42	49	54	55	59	64									
Alimentación eléctrica	Fase/frecuencia/tensión		Hz/V	3~/50/400																					

6.6 Bombas



Serie EBARA ELINE

ELECTROBOMBAS MONOBLOC TIPO IN-LINE. ROTOR SECO.

50 Hz



4

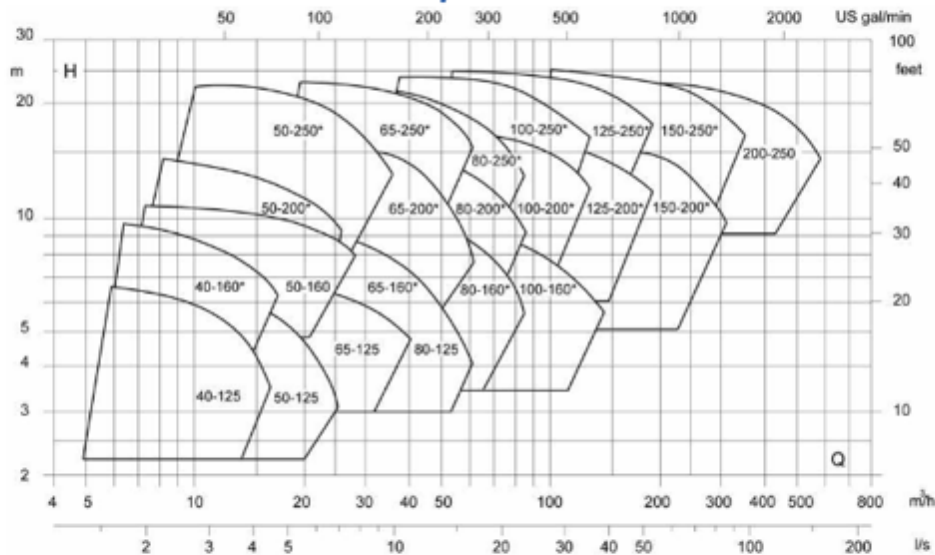


EBARA ELINE/EBARA ELINE-D



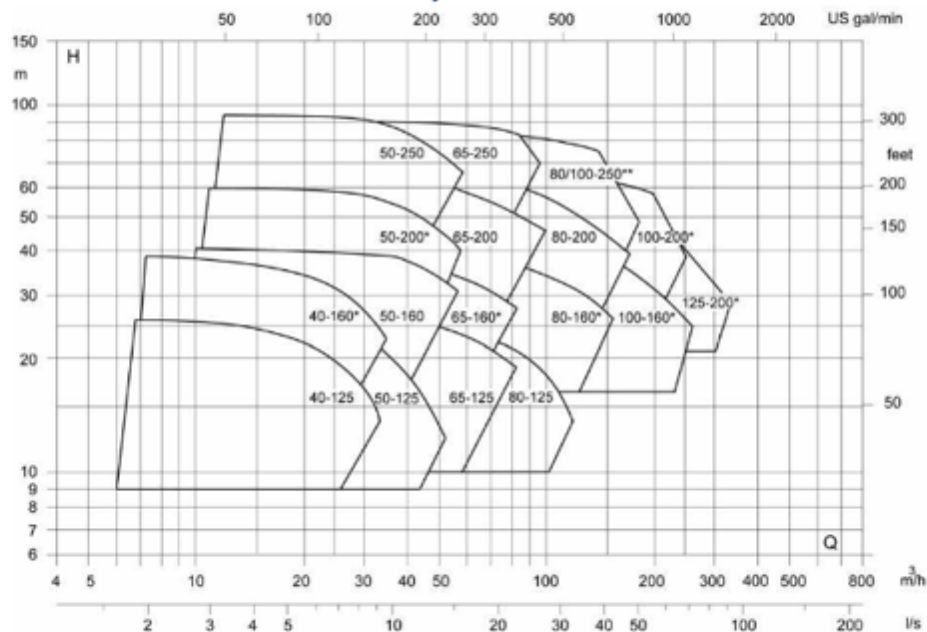
ELECTROBOMBA MONOBLOC TIPO IN-LINE

CAMPO DE TRABAJO a 1.450 r.p.m.



(*) Modelo disponible en ejecuciones simple y doble.

CAMPO DE TRABAJO a 2.900 r.p.m.



(*) Modelo disponible en ejecuciones simple y doble.

(**) Modelo sólo disponible en ejecución doble.



EBARA ELINE/EBARA ELINE-D



ELECTROBOMBA MONOBLOC TIPO IN-LINE

TABLA DE SELECCIÓN - 1.450 r.p.m.

	CAUDAL (m³/h)																				
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	
ALTIMETRIA MANOMÉTRICA TOTAL EN m.c.l.	4	40-125 0,55C	40-125 0,55C	40-125 0,55C	40-125 0,55B	40-125 0,55B	50-125 0,55B	50-125 0,55B	50-125 0,55A	50-125 0,55A	65-125 0,55B	65-125 0,75B	65-160 1,1B	65-160 1,1B	65-160 1,1B	80-160 1,1C	80-160 1,1C				
	5	40-125 0,55B	40-125 0,55B	40-125 0,55A	40-125 0,55B	40-125 0,55A	50-125 0,55A	50-125 0,55A	50-125 0,55A	65-125 0,55B	65-125 0,55B	65-125 0,75A	65-160 1,1B	65-160 1,1B	65-160 1,5A	80-160 1,1C	80-160 1,5B	80-160 1,5B	100-160 2,2C	100-160 2,2C	100-160 2,2C
	6	40-125 0,55A	40-125 0,55A	40-125 0,55A	40-160 0,55B	40-160 0,55B	50-160 0,75B	50-160 0,75B	50-160 0,75B	65-125 0,75A	65-125 0,75A	65-160 1,1B	65-160 1,1B	65-160 1,5A	65-160 1,5A	80-160 1,5B	80-160 1,5B	80-160 1,5B	100-160 2,2B	100-160 2,2B	100-160 2,2B
	7	40-160 0,55B	40-160 0,55B	40-160 0,55B	40-160 0,55A	40-160 0,55A	50-160 0,75B	50-160 0,75B	50-160 0,75B	50-160 0,75B	65-160 1,5A	65-160 1,5A	65-160 1,5A	65-160 1,5A	80-160 1,5B	80-160 1,5B	80-160 1,5B	80-160 2,2A	100-160 2,2B	100-160 2,2B	100-160 3A
	8	40-160 0,55A	40-160 0,55A	40-160 0,55A	40-160 0,55A	40-160 0,55A	50-160 1,1A	50-160 1,1A	50-160 1,1A	50-160 1,1A	65-160 1,5A	65-160 1,5A	65-160 1,5A	65-200 2,2C	80-160 2,2A	80-160 2,2A	80-160 2,2A	80-160 2,2A	80-200 3B	100-160 3A	100-160 3A
	9	40-160 0,55A	40-160 0,55A	40-160 0,55A	50-160 1,1A	50-160 1,1A	50-160 1,1A	50-160 1,1A	50-160 1,1A	50-160 1,1A	65-160 1,5A	65-200 1,5C	65-200 1,5C	65-200 2,2B	80-160 2,2A	80-160 2,2A	80-160 2,2A	80-200 3B	80-200 3B	80-200 4A	80-200 4A
	10		50-160 1,1A	50-160 1,1A	50-160 1,1A	50-160 1,1A	50-160 1,1A	50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-200 2,2B	65-200 2,2C	65-200 2,2B	65-200 2,2B	65-200 2,2B	80-200 2,2B	80-200 3B	80-200 3B	80-200 3B	80-200 4A	80-200 4A	80-250 5,5A
	11		50-200 1,1B	50-200 1,1B	50-200 1,1B	50-200 1,1B	50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-250 2,2B	65-200 2,2B	65-200 2,2B	65-200 2,2B	80-200 2,2B	80-200 2,2B	80-200 3B	80-200 4A	80-200 4A	80-200 4A	80-250 5,5A
	12		50-200 1,1B	50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-250 2,2C	50-250 2,2B	65-200 2,2B	65-200 2,2B	65-200 2,2A	65-200 2,2A	80-200 2,2B	80-200 3A	80-200 3A	80-200 4A	80-200 4A	80-200 4A	80-250 5,5A
	13		50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-250 2,2C	50-250 2,2B	50-250 2,2B	65-200 2,2A	65-200 2,2A	65-200 2,2A	65-200 2,2A	80-200 3A	80-200 3A	80-200 3A	80-200 4A	80-200 4A	80-250 5,5A	80-250 5,5A
	14		50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-200 1,5A	50-200 2,2C	50-250 2,2C	50-250 2,2B	50-250 2,2B	50-250 2,2B	65-200 2,2A	65-200 2,2A	65-200 2,2A	65-200 2,2A	80-200 3A	80-200 3A	80-200 3A	80-200 4B	80-200 4B	80-250 5,5A	80-250 5,5A
	16		50-250 2,2B	50-250 2,2B	50-250 2,2C	50-250 2,2B	50-250 2,2B	50-250 2,2B	50-250 2,2B	50-250 2,2B	65-250 3A	65-250 3B	65-250 3B	65-250 3B	80-250 4C	80-250 4B	80-250 5,5A	80-250 5,5A	80-250 5,5A	80-250 5,5B	100-250 7,5A
18		50-250 2,2B	50-250 2,2B	50-250 2,2B	50-250 2,2B	50-250 2,2B	50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2A	65-250 2,2A	65-250 3B	65-250 4A	65-250 4A	80-250 5,5A	80-250 5,5A	80-250 5,5A	80-250 5,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	
20		50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2B	50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2A	65-250 4A	65-250 4A	65-250 4A	65-250 4A	80-250 5,5A	80-250 5,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	
22		50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2A	65-250 4A	65-250 4A	65-250 4A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	
24		50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2A	50-250 2,2A	65-250 4A	65-250 4A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	100-250 7,5A	125-250 11A	125-250 11A	125-250 11A	125-250 11A	125-250 11A	125-250 11A	

4



150-200
5,5D Bomba sencilla

150-200
5,5D Bomba sencilla / doble

**ELECTROBOMBA MONOBLOC TIPO IN-LINE****EBARA ELINE (simple) 1.450 r. p. m.**

Modelo de bomba	código	Potencia		P.V.P.
		kW	CV	e
40-125/0,55 A	623BS10805001	0,55	0,75	1.751
40-125/0,55 B	623BS10805002	0,55	0,75	1.751
40-125/0,55 C	623BS10805003	0,55	0,75	1.751
40-160/0,55 A	623BS10806002	0,55	0,75	1.698
40-160/0,55 B	623BS10806003	0,55	0,75	1.698
40-160/0,55 C	623BS10806004	0,55	0,75	1.698
40-160/0,75 A	623BS10806001	0,75	1	1.710
50-125/0,55 A	623BS10810001	0,55	0,75	1.644
50-125/0,55 B	623BS10810002	0,55	0,75	1.644
50-125/0,55 C	623BS10810003	0,55	0,75	1.644
50-160/0,55 C	623BS10811001	0,55	0,75	1.728
50-160/0,75 B	623BS10811002	0,75	1	1.739
50-160/1,1 A	623BS10811003	1,1	1,5	1.794
50-200/1,1 B	623BS10812002	1,1	1,5	2.262
50-200/1,1 C	623BS10812001	1,1	1,5	2.262
50-200/1,5 A	623BS10812003	1,5	2	2.324
50-200/1,5 B	623BS10812004	1,5	2	2.324
50-250/2,2 A	623BS10813001	2,2	3	2.384
50-250/2,2 B	623BS10813003	2,2	3	2.384
50-250/2,2 C	623BS10813004	2,2	3	2.384
50-250/3 A	623BS10813002	3	4	2.491
65-125/0,55 B	623BS10815004	0,55	0,75	1.778
65-125/0,55 C	623BS10815008	0,55	0,75	1.778
65-125/0,75 A	623BS10815002	0,75	1	1.790
65-125/0,75 B	623BS10815003	0,75	1	1.790
65-125/1,1 A	623BS10815001	1,1	1,5	1.845
65-160/0,75 C	623BS10816001	0,75	1	1.976
65-160/1,1 B	623BS10816002	1,1	1,5	2.031
65-160/1,5 A	623BS10816005	1,5	2	2.092
65-200/1,5 C	623BS10817002	1,5	2	2.470
65-200/2,2 A	623BS10817003	2,2	3	2.586
65-200/2,2 B	623BS10817005	2,2	3	2.586
65-200/2,2 C	623BS10817006	2,2	3	2.586
65-200/3 A	623BS10817004	3	4	2.694
65-200/3 B	623BS10817007	3	4	2.694
65-250/2,2 C	623BS10818005	2,2	3	2.502
65-250/3 B	623BS10818001	3	4	2.609
65-250/3 C	623BS10818002	3	4	2.609
65-250/4 A	623BS10818003	4	5,5	2.759
65-250/4 B	623BS10818004	4	5,5	2.759
65-250/5,5 A	623BS10818006	5,5	7,5	3.640
80-125/0,55 C	623BS10837001	0,55	0,7	2.053
80-125/0,75 A	623BS10837002	0,75	1	2.066
80-125/0,75 B	623BS10837003	0,75	1	2.066
80-125/1,10 A	623BS10837007	1,1	1,5	2.121
80-160/1,10 C	623BS10820001	1,1	1,5	2.349
80-160/1,50 B	623BS10820002	1,5	2	2.410
80-160/2,20 A	623BS10820003	2,2	3	2.526
80-160/2,20 B	623BS10820004	2,2	3	2.526
80-200/2,20 B	623BS10821001	2,2	3	2.468
80-200/2,20 C	623BS10821002	2,2	3	2.468
80-200/3 A	623BS10821003	3	4	2.577
80-200/3 B	623BS10821005	3	4	2.577
80-200/4 A	623BS10821004	4	5,5	2.725
80-250/3 B	623BS10822005	3	4	2.789
80-250/3 C	623BS10822006	3	4	2.789
80-250/4 A	623BS10822001	4	5,5	2.938
80-250/4 B	623BS10822003	4	5,5	2.938
80-250/4 C	623BS10822004	4	5,5	2.938
80-250/5,5 A	623BS10822002	5,5	7,5	3.634
100-160/1,5 C	623BS10825001	1,5	2	2.345
100-160/2,2 B	623BS10825002	2,2	3	2.460
100-160/2,2 C	623BS10825005	2,2	3	2.460
100-160/3 A	623BS10825003	3	4	2.567
100-160/3 B	623BS10825006	3	4	2.567
100-160/4 A	623BS10825004	4	5,5	2.717

6.7 Difusores y rendijas

KOOLAIR



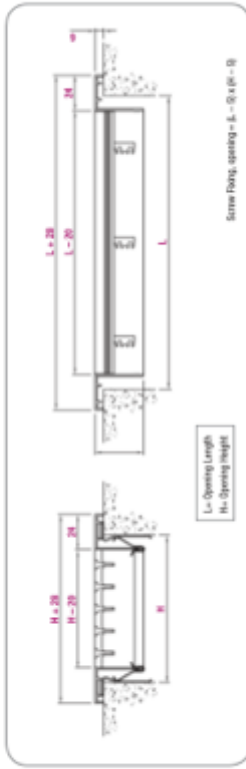
Technical Selection Guide

www.koolair.com



KOOLAIR

General dimensions



Linear bar grille



Product description

Linear grille for supplying or returning air, KOOLAIR, model 31-1 of dimensions LxH, with horizontal fixed blades at 0°. It can incorporate volume control damper (-O). Finished in anodised aluminium or any RAL colour upon request.

Other models

31-15. Linear bar grille with fixed blades (deflection 15°).
31-1/15-G. Linear bar grille with fixed blades (deflection 0° or 15°), secondary deflection with vertical blades.
31-1/15-20. Linear bar grille with fixed blades (deflection 0° or 15°), with fine frame of 20x1,5 mm.
31-1/15-G-20. Linear bar grille with fixed blades (deflection 0° or 15°), secondary deflection with vertical blades and fine frame of 20x1,5 mm.
31-1/15-E-PM. Linear bar grille with fixed blades (deflection 0° or 15°), with narrow frame of 8,7 mm and mounting bridge.

31-1/15-SB. Linear bar grill with fixed blades (deflection 0° or 15°), without frame.
31-1/15-11. Linear bar grille with fixed blades (deflection 0° or 15°), with frame of 11x6 mm.
31-1/15-6. Linear bar grille with fixed blades (deflection 0° or 15°), with frame of 6,6 mm.
31-1/15 SPORT. The ball protection linear bar grilles are used for supply and extract, in gym, sport centres and multi-purpose halls.

Mounting

With pressure clips. Mounting frame needed (-MM).
With screws. The grille is provided with holes for screwing the mounting frame.
With plenum box made of galvanised steel sheet, with side or top spigot connection (-PE21/20).
Concealed fixing (-SFO). Mounting frame needed (-MM).

Selection table

Dimension	Q (m³/h)	L _{pa} (dB(A))	ΔP (Pa)	X (m)	V ₀ (m/s)
1000 x 50	290	24	7	3,5	3,4
	400	32	12	4,8	4,6
	540	40	23	6,5	6,3
1000 x 75	420	24	6	4,0	3,1
	570	32	11	5,5	4,3
	780	40	20	7,5	5,9
1000 x 100	540	24	5	4,4	3
	730	32	10	6,1	4,1
	1000	40	18	8,3	5,6
1000 x 125	650	24	5	4,8	2,9
	890	32	9	6,5	3,9
	1210	40	17	9,0	5,4
1000 x 150	790	24	4	5,2	2,5
	1080	32	8	7,1	3,8
	1480	40	15	9,7	5,1
1000 x 200	1040	24	4	5,8	2,6
	1420	32	7	7,9	3,6
	1940	40	14	10,8	4,9
1000 x 250	1260	24	4	6,2	2,5
	1730	32	7	8,5	3,4
	2360	40	13	11,7	4,8
1000 x 300	1500	24	3	6,7	2,4
	2050	32	6	9,1	3,3
	2800	40	12	12,5	4,5



LEGEND

Q (m³/h): Air flow.
L_{pa} (dB(A)): Scaled power level.
ΔP (Pa): Total pressure loss.
X (m): Thrust for a maximum velocity of 0,25 m/s at the occupied zone.
ΔT = -10 °C (cool), installed at 2,7 m of height, with cooling effect.
V₀ (m/s): Discharge velocity.



44/45-SF



Circular diffuser with adjustable cones



Product description

Circular diffuser with core adjustable by rotation KOOLAIR, model 44-SF. size _ mm (neck's connection diameter). It can incorporate volume control damper (-49ML / -49-MO) and mounting accessories upon request. Finished in anodised aluminium or any RAL colour upon request. Recommended installation height between 2.5 and 5 m.

Other models

45-SF. Circular diffuser with removable core, adjustable in two fixed positions.
44-SF-Q. Circular diffuser with adjustable core by rotation integrated in a plate of 595x595, to be installed in a modular false ceiling (bill Ø315).
45-SF-Q. Circular diffuser with removable core integrated in a plate of 595x595, to be installed in a modular false ceiling (bill Ø315).

Mounting

PM. With mounting bridge for sheet ducts.
PMC. With mounting bridge for circular sheet ducts.
CML. Mounting neck with flap damper for diffuser 44-SF.
PE42. Mounting neck with flap damper for diffuser 45-SF.
CMK. Plenum box with side connection made in galvanised steel sheet.

KOOLAIR



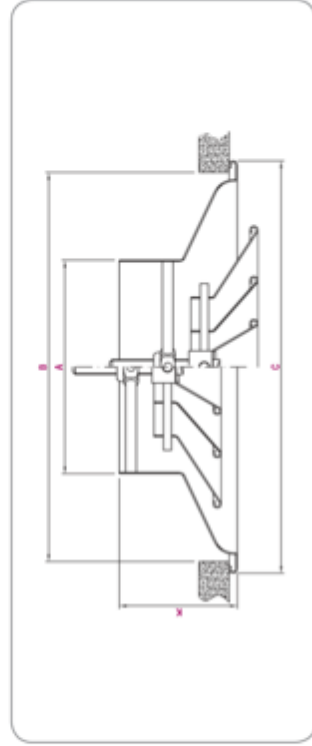
Selection table

Dimension	Ø nominal	Q (m³/h)	L _w (dB(A))	ΔP (Pa)	X (m)	V _e (m/s)
4	90	24	14	14	0.8	4.9
	110	32	24	1.0	6.3	8.0
	150	40	38	1.3	8.0	8.0
6	220	24	15	1.5	3.4	3.4
	280	32	25	1.8	4.3	4.3
	350	40	38	2.3	5.4	5.4
8	330	24	8	2.0	2.8	2.8
	440	32	14	2.6	3.7	3.7
	570	40	24	3.4	4.8	4.8
10	510	24	11	1.8	3.4	3.4
	660	32	19	2.4	4.4	4.4
	870	40	32	3.1	5.7	5.7
12	820	24	11	2.3	3.7	3.7
	1050	32	19	3.0	4.8	4.8
	1350	40	31	3.9	6.1	6.1
14	930	24	10	2.5	3.3	3.3
	1230	32	17	3.4	4.4	4.4
	1630	40	29	4.4	5.8	5.8
16	1120	24	7	2.3	3.5	3.5
	1430	32	12	3.0	4.4	4.4
	1830	40	19	3.8	5.7	5.7
18	1200	24	7	2.5	3.4	3.4
	1610	32	11	3.2	4.3	4.3
	2060	40	19	4.0	5.6	5.6
21	1530	24	7	2.7	3.3	3.3
	1960	32	11	3.4	4.2	4.2
	2500	40	18	4.4	5.4	5.4
24	2340	24	6	3.2	3.1	3.1
	2900	32	10	4.1	4.0	4.0
	3820	40	16	5.3	5.1	5.1

LEGEND

Q (m³/h): Air flow
L_w (dB(A)): Sound power level.
ΔP (Pa): Total pressure loss.
X (m): Throw for a maximum velocity of 0.25 m/s at the occupied zone of 3 m, with ceiling effect.
V_e (m/s): Effective velocity.

General dimensions



Dimensions

Diffuser	Ø A	Ø B	Ø C	K
100	99	220	240	82
160	159	288	316	90
200	199	385	415	121
250	249	468	488	123
315	314	566	606	142
355	354	664	714	167
400	399	754	814	168
450	449	850	920	186
500	499	985	1055	208
630	629	1108	1188	224

Unit mm



DF-89



Long throw nozzle

Product description

Long-throw nozzle, KOOLAIR, model DF-89-A. The size ... used for diffusion large areas. The configuration allows the nozzle to swivel in all directions up to a maximum of (430°).



Other models

DF-89-C, Spherical long-throw diffuser, with direct coupling collar to flexible duct.

Mounting

With screws. Without indication the diffuser is always screw-mounted.

AC. Integrated in flat plate. Depending on the size, ϕ is the maximum number of diffusers, (to be consulted).

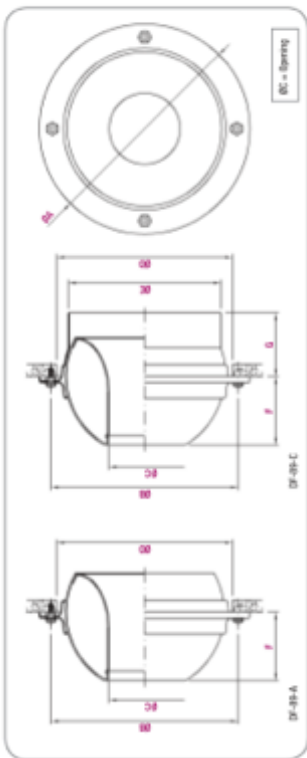
PAC. Integrated in plenum box with connection to round duct. Depending on the size, ϕ is the maximum number of diffusers, (to be consulted).

PLC. Integrated in plate to be adapted in round face duct. Depending on the size, ϕ is the maximum number of diffusers, (to be consulted).

INJ. Adapter, to be installed in the side of a round face duct. One adapter per diffuser.

KOOLAIR

General dimensions



Model/diffuser	ϕA	ϕB	ϕC	ϕD	ϕE	ϕF	ϕG
5	235	182	55	143	123	68	48
8	276	254	90	215	198	80	50
10	324	301	123	265	248	105	79
12	380	356	155	322	313	132	74
16	495	470	220	425	398	170	113
20	553	533	280	506	486	185	135

Unit: mm



LEGEND

Q (m³/h): Air flow.
 L_w (dB(A)): Sound power level.
 DP_t (Pa): Total pressure loss.
 $X_{0.3}$, $X_{0.5}$, $X_{1.0}$ (m/s): Throw for terminal velocity of the air streams of 0.3, 0.5, and 1.0 m/s, respectively, in isothermal conditions ($T = T^o C$).
 V_e (m/s): Effective velocity.

Selection table

Size	Q (m ³ /h)	L_w (dB(A))	DP_t (Pa)	$X_{0.3}$	$X_{0.5}$	$X_{1.0}$	V_e
5	141	32	129	21.4	12.8	6.4	15.5
	184	40	213	27.5	15.5	8.2	20.5
	240	48	379	>30	22.0	11.0	26.6
8	310	32	99	27.5	15.6	8.3	14.3
	480	40	176	>30	22.0	11.0	18.4
	520	48	297	>30	28.6	14.3	24.0
10	480	32	70	>30	18.1	9.1	10.6
	610	40	113	>30	23.0	11.5	13.4
	880	48	194	>30	>30	15.1	17.6
12	820	32	77	>30	25.5	12.8	12.4
	1070	40	130	>30	>30	16.6	16.1
	1400	48	222	>30	>30	28.1	14.6
16	1360	32	47	>30	28.2	14.1	9.7
	1770	40	81	>30	>30	23.9	12.6
	2300	48	136	>30	>30	23.9	16.4

6.8 Bomba de calor



Z950



Manual de instalación y de uso - Español
Bomba de calor
Traducción de las instrucciones originales en francés

ES

More documents on:
www.zodiac.com



05470135_REV02



1.2 I Características técnicas

Z950		TD35	TD45	TD60	TD90	TD120
Temperaturas de funcionamiento	aire	-12 a 38 °C				
	agua	10 a 40 °C				
Deshielo por inversión de ciclo		Aire T°C < 10 °C				
Tensión		400 V / 3 / 50 Hz				
Variación de tensión admitida		± 10 % (durante el funcionamiento)				
Clase de contaminación		I				
Grado de contaminación		2				
Categoría de sobretensión		II				
Índice de protección		IP44				
Fusible de protección (F, rápido)		10 V / 250 V				
Gas refrigerante R410-A	kg	6	7,5	9	2 x 9	2 x 11
Sección de cable mínima*	mm ²	4	6	10	16	25
Presión de prueba	bares	3				
Presión de servicio	bares	1,5				
Presión de entrada máxima	bares	3,5				
Pérdida de carga	KPa	15	50	41,6	52	74
Caudal de agua recomendado	m ³ /h	13	20	30	42	60
Potencia acústica	db(A)**	83	83	90	90	90
Presión acústica a 10 m	db(A)**	52	52	58	58	58
Peso neto	kg	185	210	287	447	500
Peso bruto	kg	195	220	310	475	545
RENDIMIENTO: Aire a 15 °C / Agua a 26 °C / Humedad 70 %						
Potencia consumida	kW	6,20	8,10	11,50	16,80	23,90
Potencia restituida	kW	30,53	39,70	56,80	80,20	110,50
COP medio		4,92	4,90	4,94	4,77	4,62
RENDIMIENTO: Aire a 28 °C / Agua a 28 °C / Humedad 80 %						
Potencia consumida	kW	6,93	8,53	12,25	17,6	24,97
Potencia restituida	kW	39,48	47,94	68,1	98,1	133,1
COP medio		5,69	5,62	5,54	5,56	5,32

*Valores facilitados a título indicativo para una longitud máxima de 20 metros (base de cálculo: NFC 15-100). Se deben comprobar y adaptar según las condiciones de instalación y la normativa del país de instalación.

** Según las normas UNE-EN 12102 / ISO 3744:2010

ES