

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Diseño de una instalación frigorífica

Trabajo de Fin de Grado

Carlos M. Verdugo Funes

A 30/06/2017

En San Cristóbal de La Laguna

Provincia: Santa Cruz de Tenerife, Canarias.

Tutores:

Luis Enrique Rodríguez Gómez

Manuel Fernando Álvarez Díaz

Índice General

1. Memoria

2. Planos

3. Presupuesto

Anexo I: Fichas técnicas

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Memoria

Trabajo de Fin de Grado

Carlos Manuel Verdugo Funes

A 30/06/2017

En San Cristóbal de La Laguna

Provincia: Santa Cruz de Tenerife, Canarias.

Tutores académicos:

Luis Enrique Rodríguez Gómez

Manuel Fernando Álvarez Díaz

Índice Memoria Técnica

1-Resumen/Summary	1
1.1. Resumen.....	1
1.2. Summary	2
2-Introducción.....	3
3-Objetivo.....	4
4-Base de cálculo de las cámaras.....	5
4.1. Condiciones térmicas de las cámaras.....	5
4.1.1. Condiciones exteriores.....	5
4.1.2. Condiciones interiores de la cámara de refrigeración	5
4.1.3. Condiciones interiores de la cámara de congelación.....	5
4.2. Almacenamiento de las cámaras	6
4.2.1. Carga de la cámara de refrigeración	6
4.2.2. Carga de la cámara de congelación.....	6
4.2.3. Temperaturas de las cargas de las cámaras frigoríficas.....	7
4.2.4. Número de personas en el interior de las cámaras	8
4.3. Reglamentación de las cámaras.....	8
5-Dimensionado de las cámaras	9
5.1. Características de los palés	9
5.2. Características de las estanterías.....	9
5.3. Cálculo de palés y estanterías necesarias	10
5.4. Características de las cámaras	12
6-Ciclo de refrigeración por compresión de vapor	14
7-Descripción de los componentes de las cámaras	17
7.1. Compresor.....	17
7.2. Evaporador	17
7.3. Condensador	18
7.4. Válvula de expansión.....	18

7.5.	Válvula solenoide	19
7.6.	Válvula de corte.....	19
7.7.	Refrigerante.....	20
7.8.	Tuberías.....	21
7.9.	Visor.....	21
7.10	Recipiente de refrigerante	21
7.11.	Filtro	22
7.12.	Separador de aceite	22
7.13.	Panel.....	23
8-	Cálculo de cargas térmicas.....	24
8.1.1.	Cálculo del espesor de las paredes	25
8.1.2.	Cálculo de las pérdidas de cargas térmicas debido a la transmisión por las paredes	27
8.2.2.	Pérdida de carga debida a la congelación de los productos	33
8.2.3.	Pérdida de carga debida a la disminución de la temperatura hasta -15°C en la cámara de congelación.....	35
8.2.4.	Sumatorio de las pérdidas de carga térmica por producto	36
8.5.1.	Pérdidas de carga debidas a las personas en el interior de la cámara	39
8.5.2.	Pérdidas de carga debidas a la iluminación en las cámaras.....	40
8.5.3.	Pérdidas de carga debidas a los servicios	41
8.5.4.	Pérdidas de carga debidas a los evaporadores y ventiladores	42
8.5.5.	Sumatorio de las pérdidas de carga térmicas por fuentes internas	42
8.6.	Sumatorio de pérdidas de carga térmicas totales	42
9-	Selección del refrigerante	43
10-	Selección de compresores	48
11-	Selección de condensadores.....	49
12-	Selección de evaporadores.....	50
13-	Selección de válvulas de expansión	52
14-	Selección de tuberías	52
15-	Selección de servicios frigoríficos	54
15.1.	Válvulas de cierre o corte.....	54
15.2.	Válvulas solenoides	56
15.3.	Visores de líquido	56

15.4. Filtros de vapor.....	57
15.5. Servicios totales.....	57
16-Selección de recipiente de líquido	58
17-Selección de paneles y puertas frigoríficas	59
18-Selección de controladores.....	59
19-Sobredimensionamiento para condiciones estacionarias	59
20-Bibliografía	61

1-Resumen/Summary

1.1. Resumen

En el presente Trabajo de Fin de Grado se ha diseñado una cámara de refrigeración cuya temperatura interior es de 2°C y una cámara de congelación con una temperatura interior de -15°C. Cada una de ellas con una carga de almacenaje de productos alimenticios diferente, 62.000 kg para la primera y 18.000 kg para la segunda.

Para ello se han calculado las cargas térmicas en cada una de las cámaras frigoríficas, cargas aportadas por diferentes factores, tanto internos como externos de las cámaras. Estas cargas se han estimado siempre suponiendo condiciones más desfavorables para cada una de las cámaras.

Utilizando el valor de estas cargas térmicas y aplicando la normativa vigente para cámaras frigoríficas se ha hecho un estudio en torno a tres refrigerantes para determinar cuál de ellos es el más adecuado para las cámaras.

Una vez seleccionado el refrigerante a utilizar en la instalación, se han seleccionado todos los equipos necesarios, así como las líneas de tuberías, para poder mantener la temperatura de diseño en el interior de las cámaras. Además se anexan las fichas técnicas de cada uno de estos equipos.

Se presentan los planos necesarios para la descripción de ambas cámaras.

Así mismo se ha hecho un estudio de sobredimensionamiento debido a la suposición inicial de condiciones más desfavorables, en él se ha supuesto una entrada de productos a las cámaras inferior a la entrada de productos en condiciones de máxima carga.

Finalmente se presenta un presupuesto para las cámaras frigoríficas.

1.2. Summary

In this Final Degree Project a cooling chamber has been designed, with an indoor temperature of 2°C, and also a freezing chamber with an indoor temperature of 15°C. Each one has a different storage load base of feeding products, 62.000 kg for the first one and 18.000 kg for the second one.

To achieve that, thermal charges for each refrigeration chamber have been calculated. These charges contribute in different ways, internal and external. Those charges have always been estimated under the assumption of the worst terms for each chamber.

Using those values of thermal charges and applying the regulations for the design of refrigeration chambers, a research on three different refrigerants has been done in order to determine which of them is the most appropriate for both chambers.

Once selected the refrigerant to use in the installation, the necessary equipment has been selected to be able to obtain the design indoor temperature in each chamber. Technical sheets of equipment selected are also added.

Plans are also shown in order to describe chambers.

It has been done an oversize research due to the initial assumption of the worst conditions, in which it is assumed a load of the chambers lower than the maximal one.

Finally the budget for the refrigeration chambers is presented.

2-Introducción

La refrigeración es muy utilizada en el almacenaje y conservación de los alimentos, ya que si estos se encuentran a temperatura ambiente durante el tiempo en el que están almacenados, las células que existen en ellos siguen teniendo una actividad normal, lo cual conlleva a que los alimentos (carne, pescados, frutas, verduras, etc.) se descompongan y por consiguiente no sean aptos para el consumo humano.

Con la refrigeración lo que se consigue no es otra cosa sino el descender la temperatura a la cual se almacenan estos alimentos, y en consecuencia su velocidad de descomposición celular, ya que esta es función de la temperatura a la que se encuentran las células. A su vez también desciende la actividad de los microorganismos presentes en los alimentos, ya que la actividad de estos microorganismos también depende de la temperatura a la que se encuentran. De hecho, aunque los alimentos se encontrasen a la temperatura de cero absoluto, 0 Kelvin, no dejarían de descomponerse, lo único que ocurriría sería que su velocidad de descomposición sería entre 60 y 70 trillones de veces más lenta que en condiciones estándar o normales, lo cual es inapreciable.

Por lo que el objetivo de la refrigeración es únicamente el de alargar la vida útil de los alimentos lo suficiente como para que se consuman en un periodo de tiempo superior al normal.

3-Objetivo

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es el de diseñar una cámara de refrigeración, a 2°C, para una carga de 62.000 kg de alimentos, y el diseño de una cámara de congelación, a -15°C, para una carga de 18.000 kg de alimentos, de tal forma que ambas cámaras cumplan la normativa vigente

En el diseño se deberán definir y seleccionar los equipos necesarios para el correcto funcionamiento de ambas cámaras, así como también se seleccionará el refrigerante a utilizar, haciendo un estudio previo sobre tres refrigerantes diferentes utilizados en la industria de conservación de alimentos.

4-Base de cálculo de las cámaras

Ambas cámaras darán servicio de almacenamiento a un supermercado situado en una parcela de 1.625 m².

La cámara de refrigeración se utilizará para la conservación de alimentos, en su mayoría fruta y verdura, mientras que en la otra cámara el objetivo será el de congelar y mantener a baja temperatura productos alimenticios, en su mayoría carne y pescado.

4.1. Condiciones térmicas de las cámaras

Un parámetro muy importante a la hora de diseñar las cámaras de almacenamiento es la temperatura tanto interna como externa de las cámaras, ya que dependiendo de estas temperaturas las cargas térmicas serán mayores o menores.

4.1.1. Condiciones exteriores

Ambas cámaras estarán diseñadas para su instalación al aire libre en Santa Cruz de Tenerife, cuya temperatura máxima exterior, según la AEMET, es de 40,8°C y su humedad relativa es del 48%.

Las cámaras frigoríficas estarán diseñadas para poder trabajar en las condiciones más desfavorables, por lo que se toman estos valores de temperatura y humedad relativa para hacer los cálculos.

4.1.2. Condiciones interiores de la cámara de refrigeración

La cámara de refrigeración estará diseñada para tener las siguientes condiciones de temperatura y humedad relativa en el interior de la misma:

Temperatura = 2°C

Humedad Relativa = 90%

4.1.3. Condiciones interiores de la cámara de congelación

La cámara de congelación estará diseñada para tener las siguientes condiciones de temperatura y humedad relativa en el interior de la misma:

Temperatura = -15°C

Humedad Relativa = 80%

4.2. Almacenamiento de las cámaras

Cada una de las cámaras tiene unas condiciones interiores específicas, ya que los productos a almacenar en ellas serán diferentes en cada caso.

Las cargas utilizadas para ambas cámaras son cargas típicas para supermercados de gran superficie, como pueden ser Alcampo, Carrefour o Mercadona. Estos suelen tener una capacidad de almacenamiento de entre 45.000 y 85.000 kg de productos a temperaturas superiores a 0°C y aproximadamente una capacidad de almacenamiento tres veces inferior a ésta para productos congelados.

4.2.1. Carga de la cámara de refrigeración

La cámara de refrigeración ha de tener una capacidad de almacenamiento de 62.000 kg de productos. Estos podrán diferenciarse entre: carne, pescado, fruta, verdura, marisco y otros.

La mayor parte de los productos almacenados en estas cámaras suelen ser productos frescos tales como fruta o verdura, mientras que los productos cárnicos no acumulan tanto espacio en ellas. Esto se debe a que tanto la fruta como la verdura son alimentos que se deben vender rápidamente, por lo que no es usual congelarlos ya que el tiempo de descongelación haría que se degradasen mucho.

Por lo tanto el porcentaje de cada uno de estos alimentos en la cámara de refrigeración será el siguiente:

Tipo de producto	%
Carne	20
Pescado	5
Fruta y Verdura	60
Marisco	5
Otros	10

Tabla 4.1. Porcentajes de productos almacenados en la cámara de refrigeración (Porcentajes típicos para cámaras de conservación de alimentos a temperaturas superiores a 0°C)

4.2.2. Carga de la cámara de congelación

La cámara de congelación ha de tener una capacidad de almacenamiento de 18.000 kg de productos. Estos se diferenciarán en los mismos tipos de productos que la cámara de refrigeración: carne, pescado, fruta, verdura, marisco y otros.

En este tipo de cámaras lo que más se suele almacenar son, al contrario que en las cámaras de refrigeración, productos cárnicos, mientras que la fruta y la verdura no suelen ocupar más de un 15-25% de la carga de estas cámaras.

El porcentaje de cada uno de ellos será el siguiente:

Tipo de producto	%
Carne	45
Pescado	20
Fruta y Verdura	20
Marisco	5
Otros	10

Tabla 4.2. Porcentajes de productos almacenados en la cámara de congelación (Porcentajes típicos para cámaras de conservación de alimentos a temperaturas inferiores a 0°C)

4.2.3. Temperaturas de las cargas de las cámaras frigoríficas

Un parámetro muy importante a la hora del diseño de las cámaras frigoríficas es el de la temperatura de entrada de los productos al interior de las cámaras, ya que cuanto mayor sea temperatura entren los productos en éstas, más energía será necesaria para disminuir su temperatura hasta la temperatura de la cámara.

Por ello se han de definir las temperaturas de entrada de los alimentos a cada una de las cámaras.

Cámara de refrigeración:

Se estima que los productos que entrarán a esta cámara podrán llegar a diferentes temperaturas, ya que algunos vendrán en camiones frigoríficos de media potencia y otros llegarán en camiones convencionales sin ningún tipo de refrigeración interna.

Tras la visita a algunos supermercados, cuyas cámaras de refrigeración tienen características similares a las de esta cámara, se ha llegado a la conclusión de que la mayor parte de los productos de entrada a las cámaras de refrigeración no suelen llegar con ningún tipo de refrigeración, solo una pequeña porción lo hacen. Por lo que las temperaturas de entrada a la cámara de refrigeración se supondrán de la siguiente manera:

Entrada a 20°C	80	%
Entrada a 10°C	20	%

Tabla 4.3. Porcentajes de productos de entrada a la cámara de refrigeración según su temperatura

Cámara de congelación:

A esta cámara se estima que llegarán productos tanto en camiones convencionales como en camiones de media y alta refrigeración.

La mayoría de productos que entran a estas cámaras, según la información obtenida de las visitas a los diferentes supermercados, también suelen estar a temperatura ambiente, 20°C, pero en una proporción menor que en las cámaras de refrigeración, ya que por lo menos una tercera parte de los productos suelen entrar a una temperatura de 0°C o inferior. Por lo que las temperaturas de entrada a la cámara de congelación se supondrán de la siguiente manera:

A 20°C	60	%
A 10°C	10	%
A 0°C	30	%

Tabla 4.4. Porcentajes de productos de entrada a la cámara de congelación según su temperatura

4.2.4. Número de personas en el interior de las cámaras

Otro parámetro que también será de importancia a la hora de calcular ciertas cargas térmicas es el número de personas que habrá en el interior de cada una de las cámaras debido a la necesidad de mano de obra a la hora de mover los productos que se almacenen en ellas. Normalmente el número de empleados que entran en la cámara depende de la cantidad de productos dentro de ella así como de la cantidad de alimentos que salgan o entren en cada una de ellas. En ninguna de las instalaciones visitadas había más de 7 trabajadores ni menos de 3, pero en todas, el tiempo estimado de trabajo diario dentro de las cámaras estaba en torno a las 3 horas. La relación supuesta entonces para estos diseños es:

Refrigeración		Congelación	
Nº de personas en la cámara/día	5	Nº de personas en la cámara/día	3
Tiempo, h/día	3	Tiempo, h/día	3

Tabla 4.5. Relación personas-tiempo en cada una de las cámaras

4.3. Reglamentación de las cámaras

Para definir legalmente las cámaras se ha hecho referencia al Real Decreto 138/2011 por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias. En él se definen diferentes categorías de locales refrigerados, ambas cámaras frigoríficas atienen a la categoría D, que según el R.D. se define como:

“Locales no abiertos al público y a los que tienen acceso sólo personas autorizadas que estarán familiarizadas con las medidas de seguridad generales del establecimiento (a título meramente de ejemplo se indican los siguientes: centros de producción, industrias químicas o alimentarias, fábricas de hielo, almacenes frigoríficos o áreas restringidas de supermercados).”

5-Dimensionado de las cámaras

Para el dimensionado de ambas cámaras se han tenido en cuenta las cargas de cada una de ellas, así como las características de los productos almacenados.

5.1. Características de los palés

Los palés seleccionados para ambas cámaras son palés estandarizados con las siguientes características:

Ancho	1,2	m
Largo	1,8	m
Alto	0,15	m
Altura sobre palé	1,25	m

Tabla 5.1. Características de los palés

Teniendo en cuenta estas condiciones para los palés se puede deducir el volumen máximo que puede haber encima de cada palé:

$$(Volumen\ de\ almacenaje\ por\ palé) = (Base\ del\ palé) \times (Altura\ sobre\ palé) \quad (3.1)$$

$$(Volumen\ de\ almacenaje\ por\ palé) = (1,2 \times 1,8) \times (1,25) = 2,7 \frac{m^3}{palé}$$

Es decir, que cada palé podrá tener sobre él un máximo de 2,7 m³ de productos almacenados.

5.2. Características de las estanterías

Se ha seleccionado un tipo de estanterías de la marca Esnova del tipo “Rack de Paletización convencional” y con identificación EGN135x50x1,5, las cuales permiten tener dos baldas de estanterías con una separación entre ellas de 1,6 metros y a 0,4 metros del suelo la balda inferior, a su vez, cada balda es capaz de soportar dos palés de los seleccionados, entre cada puntal de soporte.

La distancia que deberá haber entre los palés y la pared deberá ser de por lo menos 0,35 metros, y la distancia entre unas estanterías y otras deberá ser suficiente como para que una carretilla transportadora pueda maniobrar sin problemas desde uno de los lados de la estantería a la hora de retirar o poner un palé en una de ellas, esta distancia suele ser, según el catálogo de las estanterías, de 3,5 metros para estanterías de dos baldas. La distancia que

deben tener los palés en caso de tener dos estanterías contiguas, siempre y cuando el otro lado de la estantería cumpla con los 3,5 metros exigidos por el catálogo, es de 0,4 metros. El fondo que deberán tener estas estanterías para este tipo de palés será de 1,5 metros, y el ancho entre un puntal y otro deberá ser de 2,7 metros, para que exista cierta holgura a la hora de colocar los palés.

5.3. Cálculo de palés y estanterías necesarias

Para poder dimensionar el volumen de almacenamiento necesario es preciso conocer las densidades de los productos:

Tipo de producto	Densidad (kg/m ³)
<i>Carne</i>	500
<i>Pescado</i>	450
<i>Fruta y Verdura</i>	400
<i>Marisco</i>	350
<i>Otros</i>	500

Tabla 5.2. Densidades de cada tipo de alimento

Con estas densidades obtenidas de Ramírez (2000), para cada uno de los productos y los porcentajes de ellos presentados en las tablas 4.1. y 4.2. se pueden obtener las densidades medias de los alimentos en cada una de las cámaras:

$$\text{Densidad media en la cámara de refrigeración} = 430 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Densidad media en la cámara de congelación} = 462,5 \text{ kg/m}^3$$

Dividiendo la carga de producto de cada una de las cámaras por la densidad media de los productos en ellas se puede obtener el volumen de almacenamiento necesario sobre los palés:

$$\text{Volumen de almacenaje sobre los palés de la cámara de refrigeración} = \frac{62.000}{430} \approx 144 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de almacenaje sobre los palés de la cámara de congelación} = \frac{18.000}{462,5} \approx 39 \text{ m}^3$$

Teniendo el volumen que puede almacenar cada palé se puede calcular el número de palés necesarios dividiendo este volumen entre el volumen que puede haber sobre cada palé:

$$\text{Palés necesarios para la cámara de refrigeración} = \frac{144}{2,7} = 53,3 \approx 54 \text{ palés.}$$

$$\text{Palés necesarios para la cámara de congelación} = \frac{39}{2,7} = 14,4 \approx 15 \text{ palés.}$$

Teniendo en cuenta que en cada par de baldas de las estanterías se pueden colocar hasta cuatro palés, dos abajo y dos arriba, se puede hallar el número de pares de baldas necesarias:

-Para la cámara de refrigeración:

$$\text{Par de baldas necesarias para la cámara de refrigeración} = \frac{54}{4} = 13,5 = 14$$

Lo cual hace aumentar el número de palés hasta dos más ya que los espacios sobrantes se pueden aprovechar.

$$\text{Palés apilables} = 14 (\text{par de baldas}) \times 4 \left(\frac{\text{pales}}{\text{par de baldas}} \right) = 56 \text{ palés apilables}$$

Obteniéndose un volumen de almacenaje:

$$56 (\text{palés apilables}) \times 2,7 \left(\frac{\text{m}^3 \text{ de almacenaje}}{\text{palé apilable}} \right) = 151,2 \text{ m}^3 \text{ de almacenaje}$$

Con este volumen de almacenaje y la densidad media de los alimentos en la cámara se puede obtener una carga de almacenaje:

$$151,2 (\text{m}^3 \text{ de almacenaje}) \times 430 \left(\frac{\text{kg de producto almacenado}}{\text{m}^3 \text{ de almacenaje}} \right) = 65.016 \\ \approx 65.000 \text{ kg de producto almacenado}$$

Lo cual supondría un aumento de 3000 kg de almacenaje sobre el valor inicial de 62.000 kg, o lo que es lo mismo, un 4,8% de sobredimensionamiento.

-Para la cámara de congelación:

$$\text{Par de baldas necesarias para la cámara de congelación} = \frac{15}{4} = 3,75 = 4$$

Lo cual hace aumentar en uno el número de palés apilables:

$$\text{Palés apilables} = 4 (\text{par de baldas}) \times 4 \left(\frac{\text{pales}}{\text{par de baldas}} \right) = 16 \text{ palés apilables}$$

Obteniéndose un volumen de almacenaje:

$$16 (\text{palés apilables}) \times 2,7 \left(\frac{\text{m}^3 \text{ de almacenaje}}{\text{palé apilable}} \right) = 43,2 \text{ m}^3 \text{ de almacenaje}$$

Con este volumen de almacenaje y la densidad media de los alimentos en la cámara se puede obtener una carga de almacenaje:

$$43,2 \text{ (m}^3 \text{ de almacenaje)} \times 462,5 \left(\frac{\text{kg de producto almacenado}}{\text{m}^3 \text{ de almacenaje}} \right) = 19.980$$

$$\approx 20.000 \text{ kg de producto almacenado}$$

Lo cual supondría un aumento de 2.000 kg de almacenaje sobre el valor inicial de 18.000 kg, o lo que es lo mismo, un 11% de sobredimensionamiento.

Por lo tanto la carga de diseño para cada una de las cámaras será:

- Cámara de refrigeración = 65.000 kg
- Cámara de congelación = 20.000 kg

5.4. Características de las cámaras

Las dimensiones de las cámaras se han diseñado para poder cumplir con el número de palés determinados, 56 para la de refrigeración y 16 para la de congelación, además se han tenido en cuenta las distancias estipuladas por el fabricante de estanterías para el dimensionado de las cámaras. Por lo que las dimensiones de cada una de ellas son:

Alto	6,5	m
Largo	12,6	m
Ancho	18,5	m

Tabla 5.3. Dimensiones de la cámara de refrigeración

Alto	6,5	m
Largo	9,4	m
Ancho	7,4	m

Tabla 5.4. Dimensiones de la cámara de congelación

Al estar al aire libre es importante conocer la orientación de cada una de las caras de las cámaras ya que para el cálculo de cargas térmicas este es un factor importante. Por ello se define que las caras orientadas hacia el norte-sur serán las caras con mayor superficie, mientras que las orientadas hacia el este-oeste serán las caras de menor superficie.

Teniendo estas dimensiones cada una de las cámaras tendrá las siguientes características:

Superficie útil	233	m ²
Volumen	1.515	m ³
Área lateral norte y sur	164	m ²
Área lateral este y oeste	241	m ²
Área techo	233	m ²
Área a aislar	637	m ²

Tabla 5.5. Características de superficies y volumen de la cámara de refrigeración

Superficie útil	70	m ²
Volumen	452	m ³
Área lateral norte y sur	122	m ²
Área lateral este y oeste	96	m ²
Área techo	70	m ²
Área a aislar	288	m ²

Tabla 5.6. Características de superficies y volumen de la cámara de congelación

6-Ciclo de refrigeración por compresión de vapor

Existen varios métodos de conseguir refrigerar un recinto cerrado como por ejemplo el ciclo de compresión de un gas o el ciclo de compresión de vapor. El método seleccionado en este diseño ha sido la compresión de vapor, la más comúnmente utilizada en la industria de refrigeración ya que es la más eficiente. Esta consiste en hacer que un fluido, a baja temperatura y en estado líquido, absorba el calor emitido en un recinto cerrado, el cual se va a refrigerar, de tal manera que el líquido absorba suficiente calor como para vaporizarse, y posteriormente ceder todo ese calor al medio volviendo a su estado líquido inicial.

Este método de refrigeración se basa en un ciclo que consta de cuatro etapas, que son:

- **Evaporación:** el refrigerante en estado líquido entra en el evaporador, que no es más que un intercambiador de calor, dónde absorbe calor del recinto a refrigerar. Este calor se considera calor latente de vaporización, ya que lo que hace el refrigerante no es aumentar su temperatura sino que lo vaporiza.
- **Compresión:** una vez el refrigerante se ha vaporizado al 100% entra en la zona de aspiración del compresor, donde se le aumenta la presión (comprimiéndolo), de tal forma que en la zona de descarga del compresor haya aumentado su energía interna y así su entalpía y temperatura (Cabe destacar que la compresión puede considerarse isoentrópica).
- **Condensación:** cuando sale del compresor con una gran cantidad de energía pasa al condensador, que al igual que el evaporador se trata de un intercambiador de calor, el cual está colocado fuera del recinto a refrigerar, es decir, a temperatura ambiente, por lo que cuando el refrigerante pasa a su través, estando a mayor temperatura que el medio, le cede todo el calor que tiene condensándose, ya que el calor cedido es calor latente de condensación.
- **Expansión:** para cerrar el ciclo se coloca una válvula de expansión, cuya única función es la de hacer descender la presión del líquido que acaba de condensar hasta la presión de entrada al evaporador, de tal manera que se regulan las presiones, y además al descender su presión también lo hará su temperatura, volviendo a la temperatura de evaporación (Cabe destacar que este último paso se trata de una expansión isoentálpica).

En la siguiente figura se puede ver el diagrama de Mollier para el R-134a, un refrigerante muy utilizado en la industria de refrigeración, en el cual está representado el ciclo de compresión de vapor para dicho refrigerante a unas condiciones similares a las de la cámara de refrigeración. Se destacan cuatro puntos del ciclo, el 1, 2, 3, 4, pertenecientes a la salida del evaporador, salida del compresor, salida del condensador y salida de la válvula de expansión respectivamente, puntos que se utilizarán más adelante para el apartado 9.

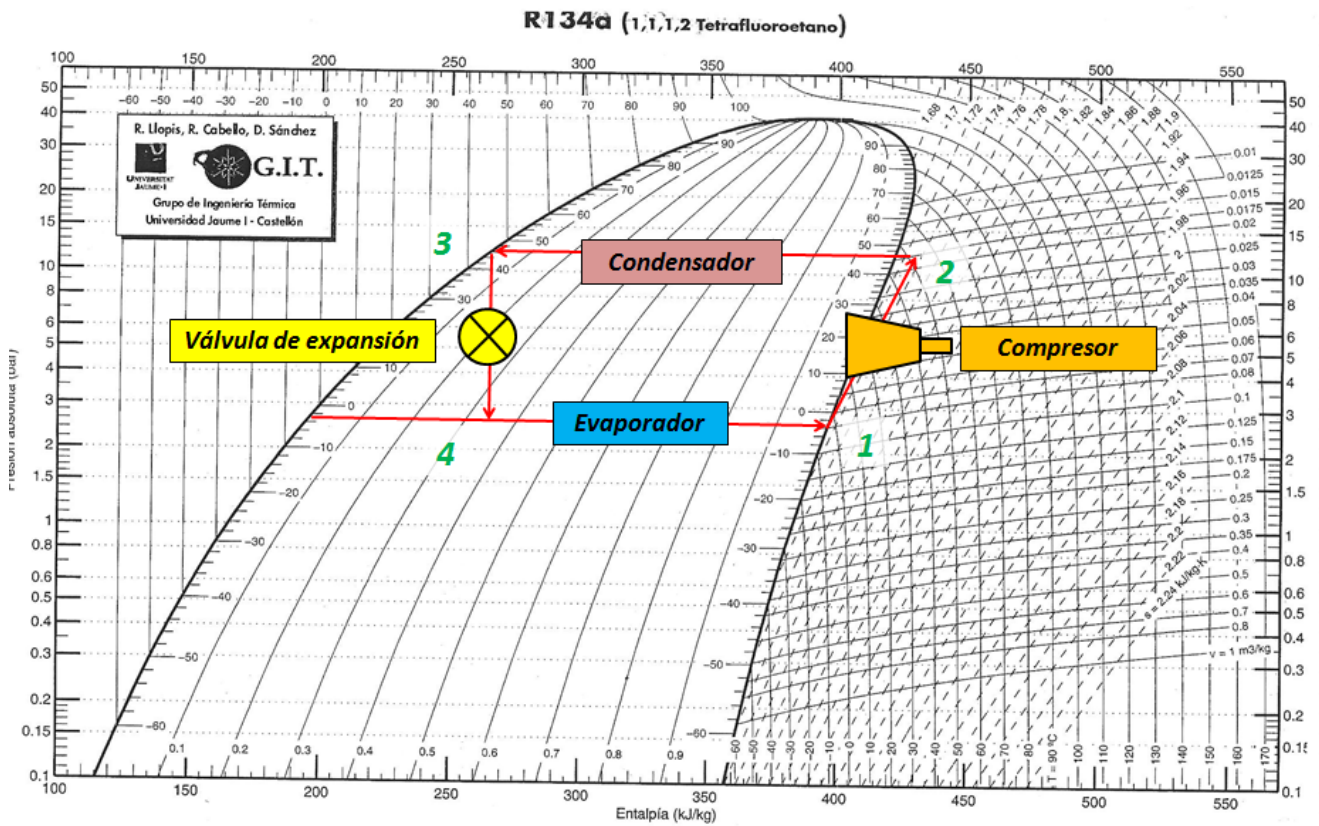


Figura 6.1. Ciclo de compresión del R-134a en su diagrama de Mollier

Esta figura representa el ciclo de compresión ideal de un refrigerante, en cambio en una instalación real:

- El vapor que entra en el compresor debe estar ligeramente sobrecalentado, para asegurar así la ausencia de gotas de líquido en el interior del compresor, ya que esto podría provocar su avería.
- La línea existente entre el evaporador y compresor suele ser larga, esto provoca una fricción entre el líquido y las tuberías que conlleva una cierta caída de presión.
- La compresión también supone una cierta fricción entre el fluido refrigerante y las partes del propio compresor, lo cual provoca una variación en la entropía a la salida del compresor debido a la transmisión de calor que ocurra en el equipo.
- Lo mismo ocurre en la línea existente entre el compresor y el evaporador y entre este y la válvula de expansión, debido a su longitud se genera una pequeña caída de presión.

- Siempre es conveniente que a la válvula de expansión el líquido llegue un poco subenfriado, lo cual garantiza la ausencia de burbujas en la válvula y mejora su funcionamiento.
- Aunque normalmente la distancia entre la válvula de expansión y el evaporador sea pequeña, también habrá una pequeña caída de presión en la línea.
- Por el contrario en el evaporador la caída de carga puede ser despreciada.

En la siguiente figura se puede ver la diferencia entre el ciclo de refrigeración real y el ideal para condiciones aproximadas de la cámara de refrigeración con el refrigerante R134a. En rojo se representa el ciclo ideal y en violeta el real:

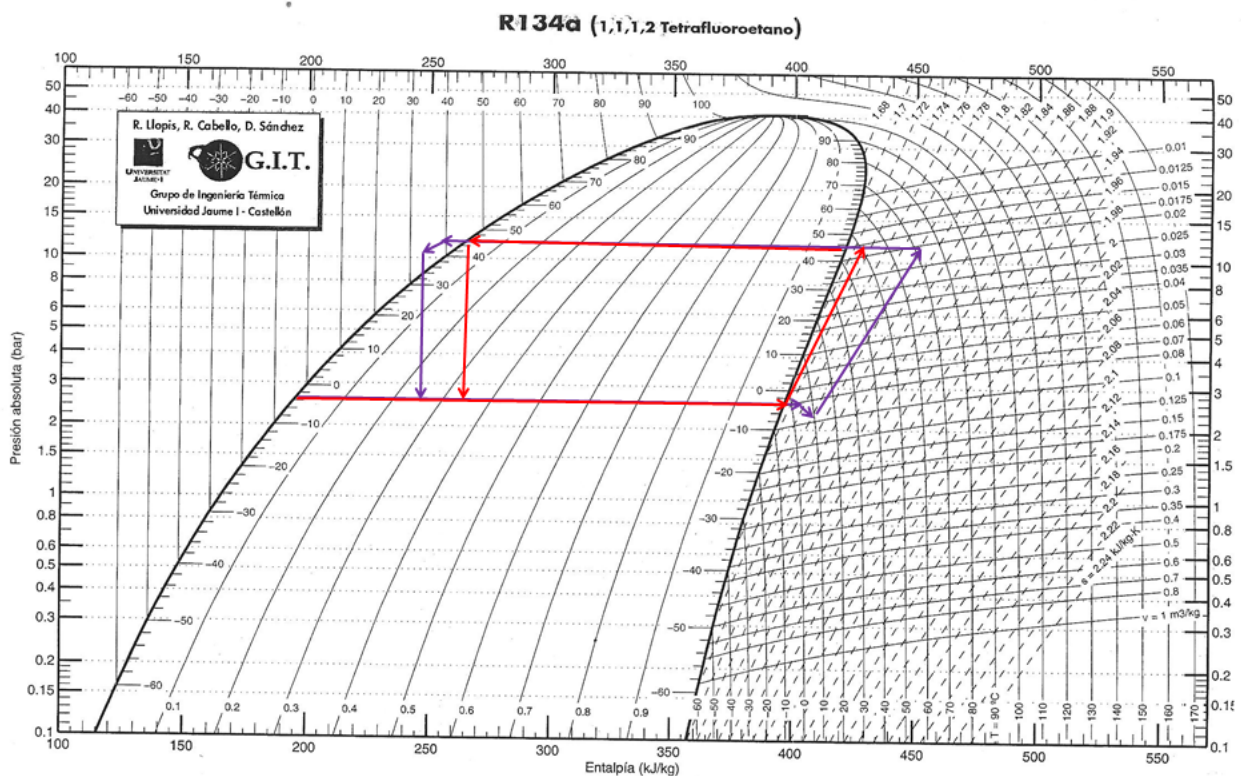


Figura 6.2. Representación del ciclo ideal y real de compresión de vapor del R-134a

7-Descripción de los componentes de las cámaras

A continuación se describirán todos los componentes que habrán de tener cada una de las cámaras:

7.1 Compresor

Los compresores en los sistemas de refrigeración actúan como fuerza impulsora, ya que son las máquinas que genera el movimiento del fluido refrigerante. Estos equipos se colocan a la salida del evaporador de manera que a ellos entra un vapor saturado, que al salir de los compresores ha aumentado tanto su presión como su temperatura.

Existen varios tipos de compresores: compresores centrífugos, compresores de flujo axial, compresores rotativos y compresores alternativos, cada uno de ellos con un funcionamiento diferente. Estos últimos, los compresores alternativos, se basan en transformar un movimiento rotativo en uno alternativo, muy similar a cómo funciona un motor de combustión interna, pero en sentido inverso. El gran inconveniente de estos compresores es que las pérdidas de energía debidas a la transformación del movimiento son muy altas.



Figura 7.1. Ejemplo de un compresor

7.2. Evaporador

El evaporador es el equipo encargado de la producción de frío en el interior de la cámara, debido a que es en él donde se produce la absorción de calor por parte del refrigerante hacia el recinto, lo cual hace disminuir la temperatura dentro del mismo.

Los evaporadores tienen como parámetro de diseño la superficie de intercambio en ellos, ya que su funcionamiento es el de un intercambiador de calor, por lo que a cuanto mayor superficie de intercambio de calor en ellos mayor será su eficacia. Otro parámetro importante es el flujo de aire que los atraviesa, cuanto mayor sea este flujo más rápidamente se obtendrán las condiciones de temperatura en el interior de la cámara, por lo que se les

incorpora normalmente un ventilador antes de la entrada a las aletas de intercambio para aumentar así el flujo de aire que pasa a su través.



Figura 7.2. Ejemplo de un evaporador

7.3. Condensador

El condensador, al igual que el evaporador, no es más que un intercambiador de calor, lo que lo diferencia del evaporador es que en el condensador el fluido refrigerante no absorbe, sino que cede calor al ambiente, calor absorbido en el evaporador, debido a que el refrigerante se encuentra a mayor temperatura que el ambiente tras salir del compresor, por lo que se enfría haciéndolo pasar por las aletas del condensador por la cual está pasando aire a temperatura ambiente.

Los condensadores tienen también como parámetro de diseño la superficie de contacto del aire con el refrigerante, y suelen tener, al igual que los evaporadores, ventiladores para facilitar el flujo de aire que pasa por ellos.



Figura 7.3. Ejemplo de un condensador

7.4. Válvula de expansión

La válvula de expansión tiene como función devolver a la presión de entrada al evaporador el refrigerante, ya que tras pasar este por el condensador ha disminuido la temperatura con la que ha salido del compresor, pero no su presión, de manera que es esta válvula la encargada de ello.



Figura 7.4. Ejemplo de una válvula de expansión

7.5. Válvula solenoide

La válvula solenoide se coloca antes de la entrada del refrigerante, en estado líquido, al evaporador, esta válvula se encarga de regular el caudal de refrigerante que pasa a través del evaporador que controla, ya que un exceso de refrigerante en el evaporador puede hacer disminuir mucho la temperatura de la cámara, y por el contrario la falta de éste puede provocar un aumento de la temperatura en la misma, por lo tanto estas válvulas son válvulas automáticas cuya apertura estará controlada por un controlador.



Figura 7.5. Ejemplo de una válvula solenoide

7.6. Válvula de corte

Las válvulas de cierre se utilizan para cortar el flujo que pasa a través de un equipo en caso de que sea necesario. Estas se deben colocar tanto antes como después de cada uno de los equipos para que en caso de que el equipo deba ser reparado o cambiado se pueda aislar del circuito del refrigerante y así no tener que parar la instalación debido al mantenimiento de un equipo de la misma.



Figura 7.6. Ejemplo de una válvula de corte

7.7. Refrigerante

El refrigerante es el fluido que va a intercambiar calor con el aire tanto del interior, como del exterior de la cámara frigorífica. Los refrigerantes deben tener ciertas características para que puedan utilizarse como tal, entre otras características están las de tener una temperatura de evaporación baja a presiones medias, para poder absorber calor en forma de calor latente de un medio a temperaturas medias, tener una temperatura de condensación baja a altas presiones, para poder ceder calor en forma de calor latente al ambiente y tener un calor latente de vaporización y condensación alto, para poder absorber o ceder una gran cantidad de calor por unidad de masa.



Figura 7.7. Ejemplo de un botellón de refrigerante

7.8. Tuberías

Las tuberías son los equipos encargados de transportar el refrigerante de un equipo a otro, estas deben tener el mismo diámetro que el exigido por los equipos para su aspiración y su descarga.



Figura 7.8. Ejemplo de tuberías

7.9. Visor

El visor es un accesorio formado por una tubería con una mirilla de cristal transparente, utilizado para comprobar visualmente que el refrigerante está fluyendo por la instalación, se suele colocar antes de cada evaporador para poder ver que el refrigerante, en estado líquido pasa a través, del evaporador.



Figura 7.9. Ejemplo de un visor

7.10 Recipiente de refrigerante

Este recipiente se utiliza para almacenar el refrigerante, en estado líquido, una vez ha pasado por el condensador. Es después de él cuando se coloca la válvula de expansión, por lo que siempre se ha de controlar el nivel de refrigerante contenido en este recipiente.



Figura 7.10. Ejemplo de recipiente de refrigerante

7.11. Filtro

El filtro se utiliza para evitar que entre refrigerante en fase vapor a la válvula de expansión, ya que en caso de que pasara vapor a través de la válvula de expansión podría provocarse la cavitación de la misma y podría llegar a averiarse. Por lo tanto el filtro se ha de colocar entre el recipiente de refrigerante y la válvula de expansión para que cumpla con su función.



Figura 7.11. Ejemplo de un filtro

7.12. Separador de aceite

La mayoría de compresores necesitan lubricación para su correcto funcionamiento, de manera que es posible que el aceite de lubricación que se usa en ellos pase al fluido refrigerante haciendo que este sea menos puro. Para evitar que esto ocurra, a cada compresor se le debe adjuntar un separador de aceite, cuya función es la de evitar que el aceite de lubricación del compresor se introduzca en el ciclo de refrigeración.



Figura 7.12. Ejemplo de un separador de aceite

7.13. Panel

El panel es la parte de la instalación que aísla del exterior a la cámara frigorífica, suelen estar hechos de dos láminas de acero entre las cuales se encuentra un material con baja conductividad térmica. A estos paneles se les denomina paneles tipo sándwich, y dependiendo del grosor o espesor que tenga el panel su conductividad variará, a cuanto más grosor menor conductividad térmica y mejor aislamiento térmico.

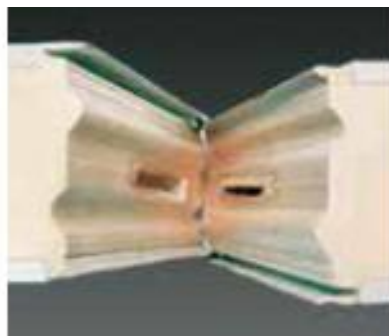


Figura 7.13. Ejemplo de un panel aislante

8-Cálculo de cargas térmicas

Para poder seleccionar la potencia de los equipos frigoríficos para cada una de las cámaras es necesario hacer el cálculo de las cargas térmicas a las que se va a ver sometida cada una de las instalaciones. Estas cargas térmicas pueden provenir de cinco fuentes fundamentales:

- Carga térmica por transmisión de calor a través de las paredes
- Carga térmica por la carga del producto
- Carga térmica por la respiración del producto
- Carga térmica por renovación del aire
- Carga térmica por fuentes internas

A la hora de calcular estas cargas se establecerán las condiciones más desfavorables, para que las cámaras puedan trabajar correctamente en cualquier situación, de manera que se partirá de la base de que la temperatura exterior de las cámaras será siempre de 40,8°C.

La carga térmica final de cada una de las instalaciones será la suma de las cargas térmicas provenientes de estas cinco fuentes.

El cálculo de estas cargas se ha basado en el procedimiento explicado en González Sierra (2012), procedimiento muy similar al expuesto en el Ramírez (2000). Las pocas diferencias entre un modelo de cálculo y otro consisten en decimales de algunos factores de corrección y en algún otro aspecto, pero en general puede decirse que son métodos de cálculo idénticos.

Para diferenciar los parámetros referentes a la refrigeración y a la congelación se utilizará la letra 'R' y la letra 'C', respectivamente, para cada una de las cámaras.

8.1. Cargas térmicas por transmisión de calor a través de las paredes

Estas pérdidas de carga se deben a que la radiación emitida por el Sol calentará la superficie externa de las paredes de las cámaras, que por conducción de calor la transmitirán al interior de las mismas y lo calentarán de manera que es necesario calcular cuánto calor es necesario retirar debido a este calentamiento.

El calor perdido a través de las paredes depende de cuatro factores fundamentales:

- El aislamiento empleado
- La superficie exterior de la cámara
- La diferencia de temperatura entre el exterior y el interior de las cámaras frigoríficas
- La máxima pérdida de calor admisible

8.1.1. Cálculo del espesor de las paredes

Lo primero se hace es seleccionar el tipo de aislamiento a utilizar, paneles de la marca Kide, tipo SANDWCH de poliuretano, de densidad 40 kg/m³. Estos paneles están acreditados con el certificado de producto AENOR conforme a la norma UNE-EN 14509.

El poliuretano es un material muy utilizado en la industria del frío ya que tiene una conductividad térmica baja aun cuando el grosor del material es muy fino, lo que lo hace ideal para aislar térmicamente cualquier tipo de local cerrado, además es relativamente barato y fácil de utilizar. Dependiendo del grosor de los paneles estos tendrán una u otra conductividad térmica:

Espesor panel (mm)	60	75	100	120	150	180	200
K (W/m ² °C)	0,38	0,31	0,23	0,19	0,15	0,13	0,12

Tabla 8.1. Coeficiente de transmisión térmica de paneles según su espesor (Tabla obtenida de la ficha técnica de los paneles, véase el Anexo I)

Para poder determinar las pérdidas de carga debidas a la transmisión por las paredes es importante conocer el coeficiente de transmisión térmica de las mismas, por lo tanto es necesario conocer el espesor de las paredes. Para esto se utiliza la fórmula aportada por Ramírez (2000).

$$q = \frac{\lambda}{e}(t_e - t_i) \quad (8.1)$$

Dónde:

q = pérdida de calor máxima admisible en la cámara por unidad de superficie, W/m^2

λ = conductividad del material aislante, $W/(m^{\circ}C)$

t_e = temperatura exterior de la cámara, $^{\circ}C$

t_i = temperatura interior de la cámara, $^{\circ}C$

e = espesor del aislante, m

Con los datos del apartado 4.1. de temperatura exterior e interior para cada una de las cámaras ($t_e = 40,8^{\circ}C$; $t_{i-R} = 2^{\circ}C$; $t_{i-C} = -15^{\circ}C$) y el de las pérdidas de calor máximas admisibles para cada una de ellas (dato obtenido tanto de González Sierra (2012) como de Ramírez (2000) ya que el valor propuesto es el mismo) así como con el valor de conductividad térmica del poliuretano con densidad de 40 kg/m^3 (valor obtenido de la misma bibliografía, se puede obtener el espesor mínimo que debe tener cada una de las cámaras)

Según la bibliografía la pérdida de calor máxima admisible para cámaras de frío depende de la temperatura que vaya a haber en ellas:

Para temperaturas superiores a $0^{\circ}C \rightarrow q = 8 \text{ W/m}^2 = q_R$

Para temperaturas inferiores a $0^{\circ}C \rightarrow q = 6 \text{ W/m}^2 = q_C$

La conductividad térmica del poliuretano de 40 kg/m^3 de densidad, según la bibliografía anteriormente citada, es:

$$\lambda = 0,02 \text{ W}/(m^{\circ}C)$$

Por lo tanto despejando de la ecuación 8.1 se obtienen los siguientes valores para los coeficientes de transmisión mínimos para cada una de las cámaras:

$$e_{\text{mínimo-R}} = 97 \text{ mm}$$

$$e_{\text{mínimo-C}} = 186 \text{ mm}$$

Con estos valores y los valores estandarizados por KIDE para las láminas de poliuretano se seleccionan:

Para la cámara de refrigeración un espesor de, e_R de 120mm, con una coeficiente de transmisión térmica de, $K_R = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{°C})$. (Se toma este espesor y no el de 100 mm que sería el más próximo al necesario por hacer disminuir este coeficiente y que así la cámara tenga menos pérdidas)

Para la cámara de congelación un espesor de, e_C de 200 mm, con una coeficiente de transmisión térmica, $K_C = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{°C})$.

8.1.2. Cálculo de las pérdidas de cargas térmicas debido a la transmisión por las paredes

A continuación se calculan los valores de transmisión de calor por cada una de las paredes de las cámaras. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$Q = K A (t'_e - t_i) \quad (8.2)$$

Dónde:

Q = calor perdido a través de las paredes, W

K = coeficiente de transmisión térmica, $\text{W}/(\text{m}^2\text{°C})$

A = área de la pared por la que se produce pérdida de calor, m^2

t'_e = temperatura exterior corregida, °C

t_i = temperatura interior de cada una de las cámaras, °C

Dependiendo de la orientación de cada una de las paredes de las cámaras la temperatura exterior corregida que se inserta en la ecuación 8.2 varía, ya que ha de aplicarse una corrección a la temperatura exterior de las paredes de las cámaras dependiendo del tiempo que esta pared esté expuesta al Sol. De esta manera:

$$t'_e \text{ en techos} = t_e + 15\text{°C}$$

$$t'_e \text{ en paredes orientadas al Oeste} = t_e + 10\text{°C}$$

$$t'_e \text{ en paredes orientadas al Sur o al Este} = t_e + 5\text{°C}$$

$$t'_e \text{ en paredes orientadas al Norte} = t_e \text{ (No necesitan corrección)}$$

$$t'_e \text{ en suelos} = 15\text{°C}$$

Del apartado 4.1.1. se obtiene el valor de $t_e = 40,8^\circ\text{C}$, de manera que las t'_e serán:

t'_e Techo	55,8	$^\circ\text{C}$
t'_e Oeste	50,8	$^\circ\text{C}$
t'_e Sur y Este	45,8	$^\circ\text{C}$
t'_e Norte	40,8	$^\circ\text{C}$
t'_e Suelo	15	$^\circ\text{C}$

Tabla 8.2. Temperaturas exteriores corregidas para cada pared

Con el valor del coeficiente de transmisión térmica de las paredes obtenido en el apartado anterior para cada una de las cámaras, $K_R = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2^\circ\text{C})$ y $K_C = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2^\circ\text{C})$, el área de cada una de las paredes de las cámaras presentadas en las tablas 5.5. y 5.6. las temperaturas corregidas que se acaban de calcular para cada una de las paredes y las temperaturas internas de las cámaras en el apartado 4.1. $t_{i-R} = 2^\circ\text{C}$ y $t_{i-C} = -15^\circ\text{C}$, se pueden obtener las pérdidas de carga para cada pared de cada cámara:

$Q_{\text{Techo-R}}$	2383	W
$Q_{\text{Oeste-R}}$	2230	W
$Q_{\text{Sur-R}}$	1363	W
$Q_{\text{Este-R}}$	2001	W
$Q_{\text{Norte-R}}$	1208	W
$Q_{\text{Suelo-R}}$	576	W

Tabla 8.3. Pérdidas térmicas de cada pared de la cámara de refrigeración

$Q_{\text{Techo-C}}$	591	W
$Q_{\text{Oeste-C}}$	760	W
$Q_{\text{Sur-C}}$	892	W
$Q_{\text{Este-C}}$	702	W
$Q_{\text{Norte-C}}$	818	W
$Q_{\text{Suelo-C}}$	358	W

Tabla 8.4. Pérdidas térmicas de cada pared de la cámara de congelación

Haciendo el sumatorio de ellas para cada cámara se obtiene unas pérdidas de carga por transmisión de las paredes igual a:

➤ $Q_{\text{Transmisión-R}} = 9,76 \text{ kW}$

➤ $Q_{\text{Transmisión-C}} = 4,12 \text{ kW}$

8.2. Cargas térmicas por la carga del producto

Estas pérdidas de carga se deben a que los productos que entran a las cámaras lo hacen a una temperatura superior a la de la cámara, por lo tanto habrá que retirarles calor enfriándolos desde esa temperatura hasta la temperatura de refrigeración, en caso de la cámara de refrigeración, y hasta la temperatura de congelación media de los productos, $-2,2^{\circ}\text{C}$ según Ramírez (2000).

Seguidamente será necesario retirarles el calor latente de congelación, y después seguir retirándoles calor hasta que se enfríen a la temperatura interior de la cámara de congelación (Esto solo será necesario llevarlo a cabo en la cámara de congelación ya que es donde únicamente se congelan los productos).

El calor perdido debido al enfriamiento de los productos depende de cuatro factores fundamentales:

- El calor sensible medio de los productos
- El calor latente de congelación de los productos
- La cantidad de masa de alimentos almacenados
- Las temperaturas de entrada de los alimentos
- Las temperaturas internas de cada una de las cámaras

Para calcular estas pérdidas de carga también se han supuesto las condiciones más desfavorables, en este caso la condición más desfavorable es la de que se tengan que enfriar todos los alimentos de una sola vez, es decir, que se dé el caso de que las cámaras estén vacías y se vayan a llenar en muy poco espacio de tiempo, por lo que el caudal másico de entrada será el máximo que quepa en las cámaras.

Estas pérdidas de carga se dividirán en tres apartados:

- Pérdida de carga debida a la disminución de la temperatura hasta temperatura de refrigeración o congelación
- Pérdida de carga debida a la congelación de los alimentos (Solo en la cámara de congelación)
- Pérdida de carga debida a la disminución desde la temperatura de congelación hasta la temperatura interna de la cámara de congelación (Solo en la cámara de congelación)

La pérdida de carga total será la suma de cada una de ellas para cada una de las cámaras (Nótese que la cámara de refrigeración solo estará presente en el primer apartado).

8.2.1. Pérdida de carga debida a la disminución de la temperatura hasta temperatura de refrigeración o congelación

Para poder calcular estas pérdidas de carga se ha de tener en cuenta las tablas 4.3. y 4.4. ya que en ellas se encuentra la cantidad de producto que entra, en %, a cada una de las cámaras, así como la temperatura de entrada de los mismos. Además se han de utilizar las cargas máscas que podrán soportar cada una de las cámaras, cargas máscas calculadas en el apartado 5.3. Para la cámara de refrigeración 65.000 kg y para la cámara de congelación 20.000 kg.

La ecuación a utilizar es la siguiente:

$$Q = \dot{m} C_e (t_e - t_i) \quad (8.3)$$

Dónde:

Q = pérdida de carga debido al enfriamiento del producto, kW

\dot{m} = flujo máscico que entra en la cámara, kg/s

C_e = calor específico medio de los alimentos, kJ/kg K

t_e = temperatura de entrada del producto, K

t_i = temperatura objetivo, K (2°C para la de refrigeración y -2,2°C para la de congelación)

Cámara de refrigeración:

Suponiendo que el flujo sea diario, es decir 65.000 kg/d se obtiene un flujo máscico en segundos de 0,753 kg/s. Habrá que tener en cuenta el flujo máscico de embalaje, ya que a este también habrá que hacerlo descender de temperatura, la cantidad de embalaje necesario al día es desconocida en el diseño, por lo que se toma un 5% del caudal máscico del producto a almacenar, tal y como indica González Sierra (2012), es decir, para la cámara de refrigeración el flujo máscico de embalaje se estima en 0,0377 kg/s.

Como la temperatura de entrada de los productos no va a ser la misma para la totalidad de los mismos, sino que un porcentaje de estos entrarán a una temperatura y otro porcentaje a otra, tal y como se ha establecido en la base de cálculo, apartado 2.2.3. se deberá calcular la pérdida de carga para cada uno de ellos por separado.

Apoyándose en la tabla 4.3. en la que se estiman estos porcentajes se obtienen los siguientes flujos de masa para cada temperatura de entrada:

Entrada a 20°C			Entrada a 10°C		
Flujo de producto	0,602	kg/s	Flujo de producto	0,151	kg/s
Flujo de embalaje	0,03	kg/s	Flujo de embalaje	0,0077	kg/s

Tabla 8.5. Flujos máxicos según temperatura de entrada a la cámara de refrigeración

Otro parámetro importante a identificar es el calor específico de los alimentos a temperaturas superiores a la de congelación, así como el calor específico del embalaje. En Ramírez (2000), se puede ver la capacidad calorífica de distintos alimentos a temperaturas superiores a 0°C, a estas capacidades caloríficas se les ha hecho una media y se ha estimado una capacidad calorífica media, para estas condiciones, de 3,5 kJ/(kg °C). El calor específico para el embalaje, tal y como indica Ramírez (2000) y González Sierra (2012), es de 2,51 kJ/ (kg °C) para condiciones de refrigeración.

$C_{e-Alimentos-R}$	3,5	kJ/kg°C
$C_{e-Embalaje-R}$	2,51	kJ/kg°C

Tabla 8.6. Calores específicos de los productos y del embalaje a $T > 0^{\circ}\text{C}$

Utilizando la ecuación 8.3 y con los valores de flujos máxicos a las temperaturas de entrada de los productos, tabla 8.5. los calores específicos tanto de los alimentos como del embalaje aportados por Ramírez (2000) y González Sierra (2012) y la temperatura interior de la cámara de refrigeración, se puede calcular la pérdida de carga térmica debido al enfriamiento de los productos desde la temperatura de entrada (20 y 10°C) hasta 2°C, temperatura interna de la cámara.

Entrada a 20°C			Entrada a 10°C		
$Q_{Alimentos-R}$	37,9	kW	$Q_{Alimentos-R}$	4,21	kW
$Q_{Embalaje-R}$	1,4	kW	$Q_{Embalaje-R}$	0,15	kW
$Q_{T=20^{\circ}\text{C}-R}$	39,29	kW	$Q_{T=10^{\circ}\text{C}-R}$	4,37	kW

Tabla 8.7. Pérdidas de carga debidas al descenso a 2°C del producto en la cámara de refrigeración según su temperatura de entrada

Haciendo el sumatorio de ambas cargas se obtiene un valor final de **43,65 kW**, es decir, la perdida de carga total debida a descender la temperatura de los alimentos hasta 2°C desde sus respectivas temperaturas de entrada.

Cámara de congelación:

En este caso el flujo másico máximo diario debe ser de 20.000 kg/d, lo que es lo mismo que 0,231 kg/s. El flujo másico del embalaje en este caso será de 0,0115 kg/s, hallado del mismo modo que para la cámara de refrigeración, calculando el 5% del caudal másico del producto.

Al igual que en la cámara de refrigeración, los productos no entran a la cámara a una misma temperatura, sino a tres temperaturas diferentes, 20, 10 y 0°C, y con un porcentaje determinado, tal y como se indica en la tabla 4.4. Por lo tanto se obtienen los siguientes caudales másicos, tanto de alimentos como de embalaje, para cada una de las temperaturas de entrada:

Entrada a 20°C			Entrada a 10°C			Entrada a 0°C		
Flujo de producto	0,139	kg/s	Flujo de producto	0,023	kg/s	Flujo de producto	0,07	kg/s
Flujo embalaje	0,007	kg/s	Flujo embalaje	0,001	kg/s	Flujo embalaje	0,003	kg/s

Tabla 8.8. Flujos másicos según temperatura de entrada a la cámara de congelación

En la cámara de congelación la temperatura a la que se ha de llegar antes de la congelación es de -2,2°C, por lo que habrá que descender la temperatura esos flujos másicos desde sus respectivas temperaturas hasta -2,2°C.

La capacidad calorífica de los productos y del embalaje para estas condiciones seguirán siendo los mismos que los mostrados en la tabla 8.6. ya que estos productos no se congelaran hasta llegar a esta temperatura.

Con estos valores de flujos másicos a las temperaturas de entrada determinadas, los calores específicos, tanto de los alimentos como del embalaje, y la temperatura interior de la cámara de congelación se obtiene la pérdida de carga térmica debida al enfriamiento hasta -2,2°C:

Entrada a 20°C			Entrada a 10°C			Entrada a 0°C		
$Q_{Alimentos-C}$	10,78	kW	$Q_{Alimentos-C}$	0,99	kW	$Q_{Alimentos-C}$	0,53	kW
$Q_{Embalaje-C}$	0,39	kW	$Q_{Embalaje-C}$	0,04	kW	$Q_{Embalaje-C}$	0,02	kW
$Q_{T=20°C-C}$	11,17	kW	$Q_{T=10°C-C}$	1,02	kW	$Q_{T=0°C-C}$	0,55	kW

Tabla 8.9. Pérdidas de carga debidas al descenso a -2,2°C del producto en la cámara de congelación según su temperatura de entrada

Haciendo el sumatorio de las tres cargas se obtiene un valor final de **12,74 kW**, es decir, la pérdida de carga total debida a descender la temperatura de los alimentos hasta -2,2°C desde sus respectivas temperaturas de entrada.

Finalmente se obtienen las siguientes pérdidas de carga debidas al enfriamiento a 2 y -2,2°C para cada una de las cámaras:

➤ $Q_{\text{Descenso de } T \text{ a } 2^{\circ}\text{C}-R} = 43,65 \text{ kW}$

➤ $Q_{\text{Descenso de } T \text{ a } -2,2^{\circ}\text{C}-C} = 12,74 \text{ kW}$

8.2.2. Pérdida de carga debida a la congelación de los productos

Estas pérdidas de carga se darán únicamente en la cámara de congelación ya que es en la única en la que la temperatura de los productos disminuirá de -2,2°C, temperatura de congelación media de los mismo, por lo que habrá que retirar un calor debido al cambio de estado de los alimentos.

Por lo tanto las únicas variables de las que dependen estas pérdidas de carga son, el calor latente de congelación de los productos, y la cantidad de producto a almacenar.

La ecuación a utilizar es la siguiente:

$$Q = \dot{m} C_l \quad (8.4)$$

Dónde:

Q = pérdida de carga debida a la congelación, kW

\dot{m} = flujo másico que entra en la cámara, kg/s

C_l = calor latente medio de los alimentos, kJ/kg

El flujo másico que entra en la cámara de congelación es un dato obtenido ya en el apartado anterior, 0,231 kg/s (sin tener en cuenta el flujo de embalaje, 0,0116 kg/s).

En cambio el calor latente medio de los alimentos se ha obtenido haciendo una media de los calores latentes de cada uno de los tipos de alimentos.

El cálculo de los calores latentes de cada uno de los alimentos se ha basado en su porcentaje en agua y el calor latente del agua aplicando finalmente un factor de corrección.

Teniendo en cuenta los porcentajes de cada tipo de alimento en la cámara de congelación (suponiendo que el apartado de “otros” se agrupa con el de fruta y verdura, para que suponer, como siempre, el peor de los casos y agrupando la carne, el pescado y el marisco

por tener un porcentaje en agua muy similar), el porcentaje en agua para cada uno de estos tipos de alimentos, y el valor del calor latente del agua, 335 kJ/kg, se obtienen los siguientes calores latentes para cada tipo de alimento:

	% en agua	Calor latente aproximado, kJ/kg
Carne, Pescado y Marisco	65,75	220,2
Fruta	87,5	293,1
Verdura	84,8	284,2

Tabla 8.10. Calores latentes aproximados de los alimentos (Contenido en agua de los alimentos obtenido de Ramírez (2000))

Si se tiene en cuenta los porcentajes de cada uno de los alimentos en la cámara y se hace una media utilizando estos porcentajes, se obtiene el calor latente aportado por cada tipo de alimento a la cámara y haciendo la sumatoria de estos se obtiene el total, el cual se ha de corregir ya que los alimentos no son únicamente agua, por lo que se aumentará en un 20% el calor latente final:

	% en cámara	Calor latente aproximado, kJ/kg	Calor latente aportado a la cámara, kJ/kg
Carne, Pescado y Marisco	70	220,2	154,2
Fruta	15	293,1	43,9
Verdura	15	284,2	42,6

Tabla 8.11. Calor latente aportado por tipo de producto

El calor latente final será la suma de todos ellos, 240,78 kJ/kg, y multiplicándolo por 1,2, factor de corrección, por lo que finalmente se obtiene un calor latente medio igual a: **288,9 kJ/kg.**

Además también es necesario conocer el calor latente de congelación del embalaje, éste se ha obtenido de dos maneras diferentes y se ha escogido el valor que mayor carga térmica supondría, para suponer así el peor de los casos.

Según González Sierra (2012), el calor latente del embalaje debe ser 41,8 kJ/kg, en cambio Ramírez (2000), dice que el valor debe estar entre un 10 y un 20% del valor del calor latente aportado por la carga, es decir, multiplicar el obtenido por 0,15; obteniéndose así un valor igual a 43,3 kJ/kg. El valor tomado es este segundo de 43,3 kJ/kg, ya que es el mayor y el que más carga térmica supondría.

Aplicando la ecuación 8.4 introduciendo los valores de caudales máxicos, tanto de los alimentos como del embalaje, así como introduciendo los valores de calores específicos calculados anteriormente, se obtienen las siguientes pérdidas de carga térmica debidas a cada uno de ellos:

$Q_{Alimentos}$	56,79	kW
$Q_{Embalaje}$	0,5	kW

Tabla 8.12. Pérdidas de carga debidas a la congelación de los alimentos y su embalaje

De manera que la pérdida de carga térmica total por la congelación de los productos es:

➤ $Q_{Congelación-C} = 57,29 \text{ kW}$

8.2.3. Pérdida de carga debida a la disminución de la temperatura hasta -15°C en la cámara de congelación

Una vez el producto está congelado en la cámara ha de disminuirse su temperatura desde -2,2°C hasta la temperatura interna de la misma, -15°C. El procedimiento a realizar es el mismo que en el apartado 8.2.1. lo único que cambia en este caso es que la temperatura inicial de la carga es la misma, -2,2°C. Además el calor específico tanto de los alimentos como del embalaje también ha variado, ya que el estado en el que se encuentran los alimentos y el embalaje no es el mismo que a una temperatura superior a la de congelación.

El nuevo calor específico para los alimentos se ha sacado del valor medio de los calores específicos de los alimentos mostrados en Orrego Altaze (2003). Mientras que el del embalaje se ha sacado del González Sierra (2012).

Estos valores son:

$$C_{e-Alimentos,-2,2^{\circ}C} = 1,95 \text{ kJ/(kg}^{\circ}C)$$

$$C_{e-Embalaje,-2,2^{\circ}C} = 2,32 \text{ kJ/(kg}^{\circ}C)$$

Por lo que utilizando la ecuación 8.3 se puede obtener la pérdida de carga térmica debida al enfriamiento hasta -15°C de los alimentos y su embalaje:

$Q_{Alimentos}$	5,77	kW
$Q_{Embalaje}$	0,34	kW

Tabla 8.13. Pérdidas de carga debidas al enfriamiento hasta -15°C de los alimentos y el embalaje en la cámara de congelación

La pérdida de carga total debida a enfriar el producto hasta la temperatura interna de la cámara de congelación será:

➤ $Q_{Descenso de T a -15^{\circ}C-C} = 6,12 \text{ kW}$

8.2.4. Sumatorio de las pérdidas de carga térmica por producto

- $Q_{\text{Producto-R}} = Q_{\text{Descenso de T a } 2^{\circ}\text{C-R}} = 43,65 \text{ kW}$
- $Q_{\text{Producto-C}} =$
 $Q_{\text{Descenso de T a } -2,2^{\circ}\text{C-C}} + Q_{\text{Congelación-C}} + Q_{\text{Descenso de T a } -15^{\circ}\text{C-C}} =$
 $= 12,74 + 50,3 + 6,12 = 76,15 \text{ kW}$

8.3. Cargas térmicas por la respiración del producto

Estas pérdidas de carga se deben a que la mayoría de los alimentos se siguen degradando mínimamente en el interior de las cámaras frigoríficas, es decir, liberando calor de respiración, el cual ha de tenerse en cuenta a la hora de hallar las pérdidas de carga de la cámara de refrigeración ya que se considera que los alimentos congelados no sufren este efecto.

La ecuación a utilizar es la siguiente:

$$Q = \dot{m} c_R \quad (8.5)$$

Dónde:

Q = pérdida de carga debida a la respiración, kW

\dot{m} = flujo másico que entra en la cámara, kg/s

c_R = calor de respiración de los alimentos, kJ/kg

Teniendo el flujo másico de entrada a la cámara de refrigeración, 0,753 kg/s, y obteniendo el calor medio de respiración de los alimentos, 8,4 kJ/kg, de Ramírez (2000), se obtiene el siguiente valor para el calor de respiración en la cámara de refrigeración:

$Q_{\text{Respiración-R}} = 6,32 \text{ kW}$ (en la de congelación no se calcula ya que los productos dentro de ella no experimentan la respiración)

8.4. Cargas térmicas por renovación de aire

Estas pérdidas de carga se deben a la entrada de aire externo al interior de las cámaras en los momentos de apertura de las mismas en las operaciones de reposición de mercancía de las cámaras, este aire tiene unas condiciones de temperatura y humedad relativa, o lo que es lo mismo una entalpía, diferentes a las del aire en el interior de la cámara. Por lo tanto al entrar en ellas producirá un aumento de la entalpía del aire interior la cual debe ser retirada por los evaporadores de la cámara.

La ecuación a utilizar es la siguiente:

$$Q = V \frac{1}{V_e} n (h_e - h_i) \quad (8.6)$$

Dónde:

Q = pérdida de carga debida a la respiración, kW

V = volumen de la cámara, m³

V_e = volumen específico del aire interior de la cámara, m³/kg

h_e = entalpía del aire exterior, kJ/kg

h_i = entalpía del aire interior, kJ/kg

n = número de renovaciones de aire en la cámara

Los volúmenes de las cámaras se han obtenido ya anteriormente, tablas 5.5. y 5.5.

Volumen de la cámara de refrigeración = 1515 m³

Volumen de la cámara de refrigeración = 452 m³

A partir de estos volúmenes y la tabla dada en González Sierra (2012), o en la tabla de Ramírez (2000), se puede obtener el número de renovaciones de aire en cada una de las cámaras, ya que para cada volumen existe un valor tabulado de este valor. Los valores de ambas bibliografías son muy similares, pero se han escogido los valores dados por González Sierra (2012) ya que son un poco superiores a los de Ramírez (2000), lo que su valor supondrá una mayor pérdida de carga y por lo tanto una situación de mayor riesgo. Estos valores de 'n' son los siguientes:

$$n_R = 2.$$

$$n_C = 2,9.$$

Volumen de la cámara (m ³)	Temperaturas		Volumen de la cámara (m ³)	Temperaturas	
	Sobre 0°C	Bajo 0°C		Sobre 0°C	Bajo 0°C
5	47	36	200	6	4,5
7	39	30	300	5	3,7
10	32	24	400	4,1	3,2
15	26	20	500	3,6	2,8
20	22	17	700	3	2,3
25	19	15	1000	2,5	1,9
30	17	13	1200	2,2	1,7
40	15	11	1500	2	1,5
50	13	10	2000	1,7	1,3
60	12	9	3000	1,4	1,1
80	10	8	4000	1,2	1,1
100	9	7	5000	1,1	1,1
125	8	6	10000	0,95	0,8
150	7	5,5	15000	0,9	0,8

Tabla 8.14. Número de renovaciones diarias según el volumen de la cámara y su temperatura interna (González Sierra, 2012)

Para obtener los valores de las entalpías y del volumen específico del aire interno de las cámaras se ha utilizado el diagrama psicrométrico del aire, en el cual se pueden obtener ciertas características del aire como la entalpía o el volumen específico siempre que se conozcan dos características del aire. En este caso se conocen tanto la humedad relativa de las cámaras y del exterior, como la temperatura interna y externa del exterior de las mismas. (Apartado 4.1.)

Refrigeración		Congelación		Exterior	
Temperatura interna, °C	2	Temperatura interna, °C	-15	Temperatura interna, °C	40,8
Humedad Relativa interna, %	90	Humedad Relativa interna, %	80	Humedad Relativa interna, %	48
Entalpía del aire, kJ/kg	10,3	Entalpía del aire, kJ/kg	-12,1	Entalpía del aire, kJ/kg	98,8
Volumen específico, m ³ /kg	0,72	Volumen específico, m ³ /kg	0,44		

Tabla 8.15. Entalpías y volúmenes específicos del aire interno y externo de las cámaras.

Introduciendo todos estos valores en la ecuación 8.6 se obtienen las siguientes pérdidas de carga debidas a la renovación de aire en las cámaras:

- $Q_{Renovación-R} = 4,31 \text{ kW}$
- $Q_{Renovación-C} = 3,83 \text{ kW}$

8.5. Cargas térmicas por fuentes internas

Estas pérdidas de carga se deben a todas las emisiones de calor por distintas fuentes de calor que puede haber en el interior de las cámaras. Estas fuentes se dividen en:

- Pérdidas de carga debidas a las personas en el interior de la cámara
- Pérdidas de carga debidas a la iluminación en las cámaras
- Pérdidas de carga debidas a los servicios
- Pérdidas de carga debidas a los evaporadores y ventiladores

8.5.1. Pérdidas de carga debidas a las personas en el interior de la cámara

Toda persona libera un calor debido a sus funciones vitales. Este calor al entrar en una cámara frigorífica hace que la pérdida de carga aumente de forma proporcional al tiempo que esté esta persona dentro, por lo que para calcular las pérdidas de carga debidas al número de personas en la cámara se habrá de tener en cuenta, el número de personas que haya en la cámara al día, el tiempo que vayan a estar en su interior y el calor desprendido por una persona media. Así la ecuación a utilizar será:

$$Q = \frac{n q t}{24} \quad (8.7)$$

Dónde:

Q = pérdidas de carga debidas al calor desprendido por una persona, W

n = número de personas en la cámara al día

q = calor medio desprendido por un persona, W

t = tiempo de permanencia medio en la cámara en un día, h/día

Tanto el número de personas en el interior de la cámara al día como el tiempo de permanencia medio en la cámara en un día se obtienen de la tabla 4.5. Cinco personas y tres horas al día en la cámara de refrigeración y tres personas y tres horas al día en la de congelación.

El calor medio desprendido por una persona es, según Ramírez (2000), 390W.

Con estos datos y la ecuación 8.7 se obtiene un valor de pérdidas de carga para cada una de las cámaras:

➤ $Q_{Personas-R} = 0,24 \text{ kW}$

➤ $Q_{Personas-C} = 0,15 \text{ kW}$

8.5.2. Pérdidas de carga debidas a la iluminación en las cámaras

Otra fuente de calor en el interior de las cámaras serán las lámparas utilizadas para iluminar toda la superficie útil de cada una de las cámaras. Estas lámparas generarán una pérdida de carga térmica que deberá ser calculada.

Los factores que afectan a estas pérdidas de carga son la superficie útil de las cámaras y la potencia de las lámparas que se vayan a utilizar.

La ecuación a utilizar es la siguiente:

$$Q = P A \quad (8.8)$$

Dónde:

Q = pérdidas de carga debidas a la iluminación, kW

P = Potencia de las lámparas por unidad de área, kW/m²

A = superficie útil de la cámara, m²

Con el dato de superficie útil de cada una de las cámaras dado en las tablas 5.5 y 5.6. para cada una de las cámaras e igual a 233 m² para la cámara de refrigeración y 70 m² para la de congelación, y con el valor de potencia de las lámparas por unidad de área obtenido de González Sierra (2012) (que se ha utilizado para calcular las pérdidas de carga de las instalaciones igual a 0,012 kW/m²) se obtienen los siguientes valores para las pérdidas de carga debidas a la iluminación de las cámaras:

➤ $Q_{Iluminación-R} = 0,29 \text{ kW}$

➤ $Q_{Iluminación-C} = 0,09 \text{ kW}$

8.5.3. Pérdidas de carga debidas a los servicios

El calor disipado en el interior de la cámara procedente de la transmisión de calor a través de las paredes, las cargas térmicas debidas a la carga de los productos y al calor de respiración de los mismos, debe ser calculado también para poder estimar el calor de los servicios.

La ecuación a utilizar es la siguiente:

$$Q_{Servicios} = f (Q_{Transmisión} + Q_{Producto} + Q_{Respiración}) \quad (8.9)$$

Dónde:

Las 'Q' son ya conocidas

f = factor de corrección

El factor de corrección, f, puede ir desde 0,05 hasta 0,15, tal y como indica González Sierra (2012). Para suponer el peor de los casos se ha escogido el valor de 0,15 para hacer el cálculo, por lo que las pérdidas de carga debidas a los servicios serán:

➤ $Q_{Servicios-R} = 8,96 \text{ kW}$

➤ $Q_{Servicios-C} = 12,04 \text{ kW}$

8.5.4. Pérdidas de carga debidas a los evaporadores y ventiladores

Al desconocerse, a priori, el valor de la potencia de los evaporadores y ventiladores se ha de estimar su valor, para ello se aplica un factor de 0,1 a la suma de las pérdidas de carga calculadas anteriormente.

La ecuación a utilizar es:

$$Q_{Evap\&Vent} = 0,1 (Q_{Transmisión} + Q_{Producto} + Q_{Respiración} + Q_{Renovación} + Q_{Personas} + Q_{Iluminación} + Q_{Servicios}) \quad (8.10)$$

Por lo tanto las pérdidas de carga debidas a los evaporadores y ventiladores serán, para cada una de las cámaras:

$$\text{➤ } Q_{Evap\&Vent-R} = 0,1 (9,76 + 43,65 + 6,32 + 4,31 + 0,24 + 0,29 + 8,96) = \mathbf{7,35 \text{ kW}}$$

$$\text{➤ } Q_{Evap\&Vent-C} = 0,1 (4,12 + 76,15 + 0 + 3,83 + 0,15 + 0,09 + 12,04) = \mathbf{9,64 \text{ kW}}$$

8.5.5. Sumatorio de las pérdidas de carga térmicas por fuentes internas

$$Q_{Interna} = Q_{Personas} + Q_{Iluminación} + Q_{Servicios} + Q_{Evap\&Vent} \quad (8.11)$$

$$\text{➤ } Q_{Interna-R} = 0,24 + 0,29 + 8,96 + 7,35 = \mathbf{16,84 \text{ kW}}$$

$$\text{➤ } Q_{Interna-C} = 0,15 + 0,09 + 12,04 + 9,64 = \mathbf{21,92 \text{ kW}}$$

8.6. Sumatorio de pérdidas de carga térmicas totales

Para hallar el total de pérdidas en cada una de las cámaras se hace el sumatorio de todas ellas aplicando un factor de seguridad igual a 1,1 para tener sobredimensionamiento.

$$Q_{Total} = 1,1 (Q_{Transmisión} + Q_{Producto} + Q_{Respiración} + Q_{Renovación} + Q_{Interna}) \quad (8.12)$$

$$\text{➤ } Q_{Total-R} = 1,1 (9,76 + 43,65 + 6,32 + 4,31 + 16,84) = 88,98 \text{ kW} \approx \mathbf{90 \text{ kW}}$$

$$\text{➤ } Q_{Total-C} = 1,1 (4,12 + 76,15 + 0 + 3,85 + 21,92) = 116,61 \text{ kW} \approx \mathbf{120 \text{ kW}}$$

9-Selección del refrigerante

Para la selección del refrigerante a utilizar en la instalación se ha hecho un estudio entorno a tres refrigerantes muy utilizados en la industria de refrigeración, ya que, según el RD 138/2011, son tres refrigerantes de nivel L1, es decir refrigerantes con bajo nivel tanto de peligrosidad por inflamación como de toxicidad. Estos refrigerantes son el R-134a, el R-410a y el R-407c.

Para hacer el estudio se han supuesto condiciones ideales, por lo que no se tendrán en cuenta las pérdidas de carga de los refrigerantes en los equipos.

Los criterios de elección para los refrigerantes serán:

- El caudal, tanto másico, kg/s, como volumétrico, m³/h, que necesitarían las instalaciones con cada uno de los refrigerantes. Lo deseable es que sea lo más bajo posible.
- La potencia absorbida por los compresores de las instalaciones con cada uno de los refrigerantes. Es deseable que sea lo más bajo posible.
- El COP (Coefficient Of Performance), o coeficiente de rendimiento, que tendrían las instalaciones con cada uno de los refrigerantes. Interesa que sea lo más alto posible.
- El precio, euro/kg, de los refrigerantes. Interesa que sea lo más bajo posible.
- Ambas cámaras trabajarán con el mismo refrigerante.

Las ecuaciones para el cálculo de cada uno de estos parámetros han sido las propuestas por Ramírez (2000).

Ecuación para el cálculo del caudal másico de refrigerante:

$$\dot{m} = \frac{Q_{Total}}{h_1 - h_4} \quad (9.1)$$

Dónde:

\dot{m} = caudal másico de refrigerante necesario, kg/s

Q_{Total} = pérdidas de carga totales de la instalación, kW

h_1 = entalpía del punto 1, kJ/kg

h_4 = entalpía del punto 4, kJ/kg

Ecuación para el cálculo de la potencia absorbida por los compresores:

$$W_c = \dot{m} (h_2 - h_1) \quad (9.2)$$

Dónde:

W_c = potencia absorbida por los compresores, kW

\dot{m} = caudal másico de refrigerante necesario, kg/s

h_1 = entalpía del punto 1, kJ/kg

h_2 = entalpía del punto 2, kJ/kg

Ecuación para el cálculo del COP:

$$COP = \frac{Q_{Total}}{W_c} \quad (9.3)$$

Dónde:

COP = coeficiente de rendimiento de la instalación

W_c = potencia absorbida por los compresores, kW

Q_{Total} = pérdidas de carga totales de la instalación, kW

Para el cálculo de estos parámetros será necesario conocer las entalpías en cada uno de los puntos del ciclo de refrigeración, puntos representados en la figura 6.1.

Para ello se han utilizado las tablas de propiedades de cada uno de los refrigerantes, obtenidas del portal del aula virtual de “Tecnología energética”, asignatura impartida en cuarto curso del grado en Ingeniería Química Industrial de la Universidad de La Laguna.

La temperatura de evaporación de los refrigerantes deberá estar por debajo de la temperatura del recinto a enfriar, ya que en caso contrario no sería posible absorber el calor de la cámara. La ΔT tomada para este estudio es de 5°C en el evaporador, de manera que la temperatura de entrada al evaporador, en la cámara de refrigeración de cada uno de los refrigerantes se supondrá en -3°C (temperatura de la cámara estimada en 2°C). A la entrada del evaporador de la cámara de congelación la temperatura de los refrigerantes se supondrá de -20°C (temperatura de la cámara estimada en -15°C).

En cambio la temperatura de los refrigerantes de estudio deberá ser mayor que la temperatura del medio cuando entren en el condensador, de manera que el refrigerante pueda desprender el calor absorbido en el evaporador. La ΔT supuesta en este caso será de $4,2^{\circ}\text{C}$ para la cámara de refrigeración y $9,2^{\circ}\text{C}$ para la cámara de congelación, por lo que siendo la temperatura ambiente de $40,8^{\circ}\text{C}$, las temperaturas de condensación serán de 45 y 50°C respectivamente.

Estos datos de temperatura son necesarios para la obtención de las entalpías en cada uno de los puntos del diagrama ya que para conocer la entalpía de un líquido o vapor saturado es suficiente con saber el dato de cualquier otra propiedad, como es la temperatura, en cambio para conocer la entalpía de un vapor sobrecalentado es necesario conocer al menos dos. El procedimiento a seguir para obtener las entalpías de cada uno de los refrigerantes en cada una de las partes del ciclo, representadas por número del uno al cuatro en la figura 6.1. es el siguiente:

- Punto 1, salida del evaporador: en esta parte del ciclo de refrigeración el refrigerante se encuentra a la temperatura del evaporador en forma de vapor saturado, es decir habiendo absorbido una gran cantidad de calor. Se busca en la tabla la temperatura del refrigerante para cada una de las cámaras, -3 y -20°C , y se obtiene, de una de las columnas adyacentes, la entalpía del fluido en estado de vapor saturado. Además del valor de la entalpía en estas condiciones también se anota el valor de su entropía y el de su volumen específico ya que se utilizarán más adelante.
- Punto 2, salida del compresor: ahora el fluido se encuentra comprimido y además está a una alta temperatura, por lo que se encuentra en estado de vapor sobrecalentado, esto implica que conociendo sólo el valor de su temperatura no es suficiente para conocer su entalpía. Pero al suponerse una compresión isoentrópica en el compresor, es posible conocer uno de los dos datos necesarios para obtener la entalpía del fluido después del mismo, ya que en el paso anterior se ha anotado la entropía del vapor saturado previo a que entrase al equipo. El otro dato necesario se obtiene de la presión del punto 3, este punto, tal y como se observa en la figura 5.1. se encuentra a la misma presión que el punto 2. Por lo que con el valor de la presión del punto 3, y el valor de la entropía del punto 1, es posible buscar en la tabla, en el apartado de vapor sobrecalentado, el valor de la entalpía del punto 2.
- Punto 3, salida del condensador: al salir del condensador el fluido sale en estado de líquido saturado (suponiendo ciclo ideal), es decir, ha cedido todo el calor latente de condensación que tenía al medio y esto ha hecho que su entalpía descienda. Al tratarse de un líquido saturado y conociéndose la temperatura a la que se encuentra, 45°C , es posible obtener el valor de su entalpía.
- Punto 4, salida de la válvula de expansión: antes de entrar en esta válvula el fluido se encontraba en estado líquido, pero a una gran presión, al pasar por ella esta presión disminuye hasta alcanzar la presión de entrada al evaporador. Tal y como se indica en el apartado 5, esta válvula tiene la característica de ser isoentálpica, lo cual implica que la entalpía del punto 4 es la misma que la del punto 3.

Siguiendo este procedimiento se obtienen los siguientes valores de entalpía para cada uno de los refrigerantes en cada una de las cámaras:

REFRIGERACIÓN			
	R-134a	R-410a	R-407c
Punto 1	397	421,7	412,2
Punto 2	426,8	456,9	449,9
Punto 3	264,2	276,7	272,5
Punto 4	264,2	276,7	272,5

Tabla 9.1. Entalpías en kJ/kg para cada refrigerante en cada uno de los puntos del ciclo de refrigeración para la cámara de refrigeración

CONGELACIÓN			
	R-134a	R-410a	R-407c
Punto 1	386,8	415,7	402,1
Punto 2	432,5	470,7	455,8
Punto 3	264,2	276,7	272,5
Punto 4	264,2	276,7	272,5

Tabla 9.2. Entalpías en kJ/kg para cada refrigerante en cada uno de los puntos del ciclo de refrigeración para la cámara de congelación

Tal y como se indica en el procedimiento se toman los siguientes valores de volumen específico de cada uno de los refrigerantes en cada una de las cámaras:

Refrigeración		Congelación	
R-134a	0,077	R-134a	0,1474
R-410a	0,036	R-410a	0,0646
R-407c	0,0586	R-407c	0,1096

Tabla 9.3. Volúmenes específicos, m³/kg de los refrigerantes en el punto 1 para cada una de las cámaras

Conociendo estos valores de entalpía y volumen específico de cada uno de los refrigerantes en cada uno de los puntos del ciclo de refrigeración, y aplicando las ecuaciones 9.1, 9.2. y 9.3. se obtienen los valores para algunos de los parámetros de selección. El único parámetro que falta es el precio de los refrigerantes, estos precios se han obtenido de la empresa distribuidora de refrigerantes Refrigerant BOYS.

El resultado del estudio muestra los siguientes valores:

Refrigeración				
	Caudal másico (kg/s)	Caudal volumétrico (m³/h)	Potencia (kW)	COP
R-134a	0,670	185,7	19,97	4,46
R-410a	0,614	79,5	21,60	4,12
R-407c	0,637	134,4	24,01	3,71

Tabla 9.4. Estudio de selección de refrigerante para la cámara de refrigeración

Congelación				
	Caudal másico (kg/s)	Caudal volumétrico (m³/h)	Potencia (kW)	COP
R-134a	0,951	504,7	43,47	2,68
R-410a	0,839	195,1	46,14	2,53
R-407c	0,900	355	48,32	2,41

Tabla 9.4. Estudio de selección de refrigerante para la cámara de congelación

Como una de las condiciones de las cámaras debe ser la de que ambas deban utilizar el mismo refrigerante, se han sumado los caudales másicos y las potencias necesarias y se ha hecho una media del COP para ambas instalaciones.

Además se ha añadido el precio de cada uno de los refrigerantes. Estos precios se han obtenido de la empresa distribuidora de refrigerantes Refrigerant BOYS.

El resultado final del estudio es el siguiente:

	Caudal másico (kg/s)	Potencia (kW)	COP	Precio (euro/kg)
R-134a	1,621	63,4	3,57	11,5
R-410a	1,453	67,7	3,32	13,7
R-407c	1,537	72,3	3,06	14,3

Tabla 9.5. Estudio de selección de refrigerante para ambas cámaras

En vista de los resultados aportados por el estudio se puede concluir que el mejor refrigerante a utilizar es el R-134a, debido a diferentes motivos:

- La potencia de compresión es mucho inferior a la potencia de compresión en caso de utilizar cualquiera de los otros dos refrigerantes.
- El COP, o coeficiente de rendimiento, es el mayor de los tres, lo cual quiere decir que si se utiliza este refrigerante en las instalaciones, estas serán más eficientes que en caso de utilizar cualquiera de los otros dos.
- El precio es bastante inferior que el de los otros dos refrigerantes.

El único inconveniente es que el caudal másico a utilizar es algo superior en caso de utilizar el R134a, pero al tener el resto de parámetros con tan amplias ventajas sobre los otros dos refrigerantes no se tendrá en cuenta esta desventaja.

De manera que el refrigerante a utilizar en ambas cámaras de refrigeración será el **R-134a**. La ficha técnica de este refrigerante se puede ver en el Anexo I.

10-Selección de compresores

Una vez seleccionado el refrigerante lo primero que se debe seleccionar es la central compresora que va a tener cada una de las cámaras frigoríficas, ya que la potencia que deben tener estas centrales frigoríficas es la misma que las mostradas en las tablas 9.4. y 9.5. para el refrigerante R-134a, pero estas potencias deberán ser modificadas para poder estandarizar las temperaturas de evaporación y condensación de los equipos que hay en el mercado. Los valores tomados para estas temperaturas serán de -5 y 45°C, respectivamente, para la cámara de refrigeración, y -25 y 50°C para la de congelación.

Por lo que siguiendo los pasos del apartado 9 se obtienen las siguientes potencias necesarias de las centrales compresoras para cada una de las cámaras:

- Cámara de refrigeración: 22,77 kW
- Cámara de congelación: 54,66 kW

Teniendo este valor de potencia necesaria ahora se debe seleccionar uno o varios compresores que sean capaces de producir, al menos, esta potencia para las condiciones del ciclo de refrigeración de cada una de las cámaras, -5°C y -25°C de temperatura de evaporación para las cámaras, y 45°C y 50°C de temperatura de condensación.

Los compresores se han seleccionado haciendo uso del software de la empresa Bitzer, distribuidora de equipos para instalaciones de frío. Los que los compresores seleccionados son:

Cámara de refrigeración: Compresor de la marca Frascold, modelo *V 15 59Y*. Este compresor, para las condiciones del ciclo de refrigeración de esta cámara, es capaz de producir una potencia de 22,893 kW, potencia ligeramente superior a la necesaria para esta cámara, obteniéndose así un sobredimensionamiento del 0,5%. Pero para prevenir posibles fallos mecánicos de este equipo se instalará de otro compresor igual, de manera que si uno se averiara se podría seguir teniendo en funcionamiento la instalación. La ficha técnica de estos compresores se puede ver en el Anexo I.

Cámara de congelación: Se han seleccionado dos compresores de la misma marca que los de la cámara de refrigeración, modelo *W 70 206Y*, estos compresores son capaces de producir una potencia de 31,279 kW cada uno, de manera que la potencia final sería de

aproximadamente 62,5 kW, un 12,6% más del necesario. Al igual que en la cámara de refrigeración se instalará un compresor más para prevenir posibles fallos de uno de ellos. La ficha técnica de estos compresores se puede ver en el Anexo I.

Los compresores deben disponer cada uno un separador de aceite que sea capaz de eliminar el aceite que haya en el refrigerante debido al movimiento mecánico del compresor, por lo que se seleccionan unos separadores de aceite de mismas dimensiones para cada uno de los compresores, tanto los de refrigeración como los de congelación, pero con diferentes capacidades frigorífica; los de la cámara de refrigeración, SAC-2 1 1/8", tendrán una potencia de 39,8 kW y los de la cámara de congelación, SAC-3 1 3/8", tendrán una potencia de 35,1 kW. La ficha técnica de estos separadores de aceite se puede ver en el Anexo I.

11-Selección de condensadores

La selección de los condensadores se ha de hacer a partir de los compresores seleccionados, ya que la potencia que deben ser capaces de disipar estos condensadores ha de ser la suma de la potencia frigorífica y de la potencia absorbida de los compresores. Estas potencias se pueden encontrar en las fichas técnicas de cada uno de ellos.

Por lo tanto la potencia de los condensadores total deberá ser para cada una de las cámaras:

- Cámara de refrigeración: se utiliza un compresor de 22,829 kW de potencia frigorífica y 8,36 kW de potencia absorbida, la potencia de condensación deberá ser de 31,25 kW.
- Cámara de congelación: se utilizan dos compresores de 31,279 kW de potencia frigorífica y 19,17 kW de potencia absorbida, la potencia de condensación deberá ser de 100,9 kW.

Para la cámara de refrigeración se han seleccionado dos condensadores de la marca Bitzer, utilizando el mismo software que para los compresores, modelo *LH124E/4NES-14Y*. Estos condensadores tienen una capacidad de condensación de 18,44 kW cada uno, de manera que la potencia de condensación final es de 36,88 kW, un 18% más de la necesaria. En este caso al no tratarse de equipos mecánicos sino de equipos de intercambio de calor no se instalará otro adicional, ya que la probabilidad de que uno se averíe es muy baja. La ficha técnica de estos condensadores se puede ver en el Anexo I.

Para la cámara de congelación se han seleccionado ocho condensadores de la misma marca que los de la cámara de refrigeración, modelo *LH135E/6HE-28Y-40P*. Estos condensadores tienen una capacidad de condensación de 13,09 kW cada uno, de manera que la potencia de condensación final es de 104,72 kW, un 3,8% más de la necesaria. La ficha técnica de estos condensadores se puede ver en el Anexo I.

12-Selección de evaporadores

Para calcular la potencia que deben tener los evaporadores se ha seguido el guion del Ramírez (2000), en el cual se indica que la potencia total de los evaporadores será:

$$P = \frac{Q_{Total}}{f_1 f_2} \quad (12.1)$$

Dónde:

P = la potencia total de los evaporadores, kW

f_1 = factor de corrección 1

f_2 = factor de corrección 2

Q_{Total} = carga térmica total de la cámara, kW

Las cargas térmicas de cada una de las cámaras han sido ya calculadas en el apartado 8 (90 kW para la de refrigeración y 120 kW para la de congelación).

Los factores de corrección se obtienen a partir de Ramírez (2000), por lo que se obtienen las siguientes tablas:

ΔT	T (°C)										
(°C)	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	
4	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	
5	0,48	0,46	0,45	0,43	0,42	0,41	0,4	0,39	0,38	0,36	
6	0,58	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51	0,49	0,47	0,46	0,45	
7	0,70	0,67	0,65	0,63	0,62	0,61	0,58	0,57	0,55	0,53	
8	0,82	0,79	0,77	0,74	0,73	0,71	0,68	0,67	0,65	0,63	
9	0,93	0,90	0,88	0,85	0,83	0,81	0,78	0,76	0,75	0,71	
10	1,06	1,03	1,00	0,96	0,94	0,92	0,88	0,86	0,84	0,81	
11	1,25	1,17	1,11	1,07	1,05	1,02	0,99	0,96	0,94	0,90	
12	1,39	1,30	1,22	1,18	1,16	1,11	1,09	1,05	1,03	1,01	

Tabla 12.1. Tabla para la obtención de f_1 a partir de las condiciones de temperatura en el evaporador. (Ramírez, 2000)

NH3	0,95
R-134a	0,9
R-22	0,75

Tabla 12.2. Tabla para la obtención de f_2 dependiendo del refrigerante a utilizar. (Datos obtenidos de Ramírez (2000))

De la tabla 12.1. se obtienen los siguientes valores de f_1 para cada una de las cámaras:

Para la cámara de refrigeración la diferencia de temperatura es de 7°C, ya que esta debe estar a 2°C, y se ha estimado, tal y como indica el apartado 10, que la temperatura del refrigerante en el evaporador será de -5°C. Por lo tanto si se introducen estos valores en la tabla 12.1. se obtiene un valor de f_1 de 0,67.

Para la cámara de congelación la diferencia de temperatura es de 10°C y la temperatura del refrigerante en el evaporador deberá ser de -25°C, lo que implica un valor de f_1 de 0,92.

Para el factor f_2 se toma el valor de 0,9 ya que el refrigerante a utilizar es el R-134a para ambas cámaras.

Aplicando la ecuación 12.2 se obtienen los siguientes valores para las potencias mínimas de los evaporadores de cada cámara:

Cámara de refrigeración: 147,6 kW

Cámara de congelación: 140,8 kW

A partir de esta potencia para los evaporadores de la cámara de refrigeración se seleccionan dos evaporadores, modelo BHA 2780, con una capacidad de 70.025 kcal/h, según catálogo, o lo que es lo mismo, 81,3 kW, lo cual hace una suma total de 162,6 kW de potencia de evaporación y un sobredimensionamiento del 9,3%. Por otro lado se seleccionan tres evaporadores, modelo BHE 2120, de 53.401 kcal/h, según catálogo, e igual a 62,0 kW, lo cual hace una suma de 186,0 kW de potencia de evaporación real, con lo que el sobredimensionamiento es del 24,3%. El catálogo del cual se han sacado estos evaporadores que contiene las características principales de los mismos puede verse en el Anexo I.

13-Selección de válvulas de expansión

Las válvulas de expansión han sido seleccionadas mediante el programa CoolSelector2, un programa para el cálculo de equipos de instalaciones frigoríficas muy utilizado en el sector del frío industrial.

Para ello se introduce en este programa la capacidad de refrigeración que ha de tener la instalación, la temperatura de evaporación del refrigerante, la temperatura de condensación del refrigerante, el porcentaje de pérdida de carga máxima admisible en la válvula y el tipo de válvulas de expansión que se desea utilizar.

Introduciendo estos datos en el programa se obtienen las siguientes válvulas de expansión para cada una de las cámaras de refrigeración se obtiene:

Cámara	Capacidad frigorífica (kW)	Temperatura evaporación (°C)	Temperatura condensación (°C)	Perdida de carga máx (%)	Tipo de Válvula	Válvula seleccionada
Refrigeración	90	-5	45	60	AKVA	AKVA 20-2
Congelación	120	-25	50	60	AKVA	AKVA 20-3

Tabla 13.1. Selección de válvulas de expansión

Como se puede observar las válvulas seleccionadas son las AKVA 20-2 para la cámara de refrigeración y la AKVA 20-3 para la de congelación. Las fichas técnicas de ambas válvulas para las condiciones de trabajo se pueden ver en el Anexo I.

14-Selección de tuberías

Para la selección de tuberías también se utiliza el programa CoolSelector2, pero para ello se tendrán en cuenta otras características que son:

- El tipo de línea por la que pasa el refrigerante a través de la tubería
- El diámetro que debe tener la tubería, el cual depende directamente del diámetro de entrada y salida de cada uno de los equipos
- La longitud de la tubería y el material del cual está hecha.
- También se tendrá que introducir en el programa la capacidad frigorífica de la instalación, las temperaturas de evaporación y de condensación (Tabla 13.1.)

Las temperaturas de evaporación y condensación se pueden observar en la tabla 13.1. así como la capacidad frigorífica para cada una de las cámaras.

El material seleccionado para las tuberías de ambas cámaras es el cobre rígido.

El diámetro y longitud de las tuberías, dependiendo de dónde proceda o hacia donde se dirija el fluido, se puede ver en las siguientes tablas: (Véanse los Planos 14 y 15)

Refrigeración								
	Descarga evaporador	Aspiración compresor	Descarga compresor	Aspiración condensador	Descarga condensador	Aspiración recipiente	Descarga recipiente	Aspiración evaporador
Diámetro, in	2 5/8"	1 5/8"	1 5/8"	1 3/8"	5/8"	1 1/8"	3/4"	1 5/8"
Longitud, m	15,60	16,11	24,68	0,72	0,72	22,68	0,35	25,72

Tabla 14.1. Diámetros y longitudes de las tuberías de la cámara de refrigeración según la línea

Congelación								
	Descarga evaporador	Aspiración compresor	Descarga compresor	Aspiración condensador	Descarga condensador	Aspiración recipiente	Descarga recipiente	Aspiración evaporador
Diámetro, in	2 5/8"	3 1/8"	2 1/8"	2 1/8"	7/8"	2 1/8"	1 5/8"	1 5/8"
Longitud, m	10,85	18,54	25,87	3,20	3,20	22,99	0,35	13,64

Tabla 14.2. Diámetros y longitudes de las tuberías de la cámara de refrigeración según la línea

Introducidas estas características de cada una de las líneas para cada una de las cámaras en el programa se obtienen las fichas técnicas de las tuberías instaladas que se adjuntan en el Anexo I.

Para realizar la compra de las tuberías se deberá tener en cuenta las longitudes totales de cada uno de los diámetros:

Diámetro, in	Longitud total, m
5/8	0,72
3/4	0,35
7/8	3,20
1 1/8	22,68
1 3/8	0,72
1 5/8	80,51
2 1/8	52,06
2 5/8	26,45
3 1/8	18,54

Tabla 14.3. Longitud total de cada una de las tuberías según su diámetro

15-Selección de servicios frigoríficos

Se definen servicios frigoríficos a los siguientes elementos:

- Válvulas de cierre o corte
- Válvulas solenoides
- Visores de líquido
- Filtro de vapor

Para la selección de estos servicios se utiliza también el programa CoolSelector2.

15.1. Válvulas de cierre o corte

Se deberá colocar una de estas válvulas tanto a la entrada como a la salida de cada uno de los equipos para poder proceder a su reparación, en caso de que sea necesaria, sin tener que parar la instalación por completo.

Para la selección de estas válvulas se deberá introducir en el programa la capacidad frigorífica que vaya a soportar el equipo en cuestión, es decir, la potencia en kW del equipo al que vaya a proteger esta válvula. Para el caso del recipiente se utilizará la carga total de la instalación. Además también se deberá tener en cuenta el diámetro de las tuberías en las que se instalará la válvula, ya que estas deben ser aptas para el tamaño de la tubería en cuestión. También se tendrá que introducir en el programa la capacidad frigorífica de la instalación, así como las temperaturas de evaporación y de condensación (Tabla 13.1.).

Por lo tanto las válvulas de cierre seleccionadas serán:

Refrigeración				
<i>Circuito</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Capacidad frigorífica (kW)</i>	<i>Válvula seleccionada</i>
Corte aspiración recipiente	1	1 1/8"	90,0	BML 22
Corte descarga recipiente	1	3/4"	90,0	BML 22
Corte aspiración evaporador	2	1 5/8"	81,3	BML 22
Corte descarga evaporador	2	2 5/8"	81,3	GBC 79s
Corte aspiración compresor	2	1 5/8"	22,9	GBC 42s
Corte descarga compresor	2	1 5/8"	22,9	BML 22
Corte aspiración condensador	2	1 3/8"	18,4	BML 22
Corte descarga condensador	2	5/8"	18,4	BML 22

Tabla 15.1. Válvulas de corte en la cámara de refrigeración

Congelación				
<i>Circuito</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Capacidad frigorífica (kW)</i>	<i>Válvula seleccionada</i>
Corte aspiración recipiente	1	2 1/8"	120,0	BML 22
Corte descarga recipiente	1	1 5/8"	120,0	BML 22
Corte aspiración evaporador	3	1 5/8"	62,0	BML 22
Corte descarga evaporador	3	2 5/8"	62,0	GBC 79s
Corte aspiración compresor	3	3 1/8"	31,3	GBC 79s
Corte descarga compresor	3	2 1/8"	31,3	BML 22
Corte aspiración condensador	8	2 1/8"	13,1	BML 22
Corte descarga condensador	8	7/8"	13,1	BML 22

Tabla 15.2. Válvulas de corte en la cámara de congelación

15.2. Válvulas solenoides

Será necesario instalar una válvula solenoide antes de la entrada de cada uno de los evaporadores, pero después de la válvula de corte al evaporador.

Para la selección de estos equipos en el programa CoolSelector2 se deben introducir los mismos parámetros que para las válvulas de cierre o corte.

Por lo tanto las válvulas solenoides seleccionadas serán:

Refrigeración				
Circuito	Cantidad	Diámetro	Capacidad frigorífica (kW)	Válvula seleccionada
Solenoide	2	1 5/8"	81,3	AKV 20-4

Tabla 15.3. Válvulas solenoides en la cámara de congelación

Congelación				
Circuito	Cantidad	Diámetro	Capacidad frigorífica (kW)	Válvula seleccionada
Solenoide	3	1 5/8"	62,0	AKV 20-4

Tabla 15.4. Válvulas solenoides en la cámara de congelación

15.3. Visores de líquido

Al igual que con las válvulas solenoides, deberá haber un visor de líquido previo a la entrada de cada uno de los evaporadores, para comprobar que efectivamente, el refrigerante está pasando en estado líquido al evaporador. Este visor estará colocado después de la válvula de cierre o corte para poder proceder a su mantenimiento en caso de ser necesario.

Los parámetros a introducir en el programa CoolSelector2 deben ser los mismos que para las válvulas previamente seleccionadas.

Refrigeración				
Circuito	Cantidad	Diámetro	Capacidad frigorífica (kW)	Visor seleccionado
Visor	2	1 5/8"	81,3	SGS 1 5/8"

Tabla 15.5. Visores de líquido en la cámara de refrigeración

Congelación				
Circuito	Cantidad	Diámetro	Capacidad frigorífica (kW)	Visor seleccionado
Visor	3	1 5/8"	62,0	SGS 1 5/8"

Tabla 15.6. Visores de líquido en la cámara de congelación

15.4. Filtros de vapor

Estos equipos han de instalarse justo después de la descarga del recipiente de líquido para así evitar el que entre refrigerante en fase vapor a los evaporadores.

La capacidad frigorífica que deberán poder soportar estos equipos será la de la propia instalación 90 kW para la de refrigeración y 120 kW para la de congelación. Con este dato y los de temperaturas de evaporación y condensación del refrigerante se obtienen, mediante el programa CoolSelector2, los siguientes filtros para cada una de las cámaras:

Refrigeración				
<i>Circuito</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Capacidad frigorífica (kW)</i>	<i>Filtro seleccionado</i>
Filtro	1	3/4"	90,0	FIA 20-500 angle

Tabla 15.7. Filtro en la cámara de refrigeración

Congelación				
<i>Circuito</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Capacidad frigorífica (kW)</i>	<i>Filtro seleccionado</i>
Filtro	1	1 5/8"	120,0	FIA 32-100 angle

Tabla 15.8. Filtro en la cámara congelación

15.5. Servicios totales

En resumen se necesitará comprar un total de:

<i>Servicio</i>	<i>Cantidad</i>
BML 22	34
GBC 42s	8
GBC 79s	2
FIA 20-500 angle	1
FIA 32-100 angle	1
AKV 20-4	5
SGS 1 5/8"	5

Tabla 15.9. Total de servicios necesarios para ambas cámaras

Las fichas técnicas de estos equipos se pueden ver en el Anexo I.

16-Selección de recipiente de líquido

Para la selección del recipiente de refrigerante en fase líquida se ha de tener en cuenta la potencia frigorífica necesaria de compresión, ya que dependiendo de este valor se necesitará un volumen de recipiente u otro.

En este caso las necesidades de compresión son de 22,77 y 54,66 kW para la cámara de refrigeración y congelación respectivamente. Del catálogo se selecciona un recipiente capaz de albergar refrigerante suficiente refrigerante como para una instalación de 23,03 kW de potencia a -5°C de temperatura de evaporación, el RLV-35, y un recipiente capaz de albergar refrigerante suficiente como para una instalación de 72 kW de potencia frigorífica a -25°C , el RLV-120.

En el catálogo las potencias frigoríficas indicadas para cada uno de los recipientes ha de ser multiplicada por 1,2, ya que la que viene en el catálogo no es para el R-134a, sino para otro refrigerante, e indica que para el R-134a, ha de multiplicarse por ese factor de corrección. La ficha técnica de estos recipientes se puede ver en el Anexo I.

Una vez seleccionado los recipientes se estima la cantidad de refrigerante que debe comprarse para la instalación, para ello se calcula el volumen del refrigerante con las medidas aportadas en la ficha técnica, y se calcula, mediante el volumen específico del R-134a bajo las condiciones de presión y temperatura a las que se debería encontrar en el recipiente igual a $0,0009 \text{ m}^3/\text{kg}$, la masa máxima de refrigerante que es capaz de albergar cada recipiente. A ese valor se le multiplica por 0,8 para cumplir la reglamentación de no tener más del 80% del refrigerante en la instalación del que cabe en el recipiente, tal y como indica el Real Decreto 138/2011.

Estos valores de refrigerante son:

- Para la cámara de refrigeración: 141,9 kg
- Para la cámara de congelación: 489,5 kg

También será necesario acudir al Real Decreto 138/2011, el cual indica que para una instalación con un refrigerante de tipo D, al cual pertenece el refrigerante utilizado, no hay existe una carga máxima de refrigerante, por lo que se cumple la norma.

La ficha técnica del refrigerante se puede ver en el Anexo I.

17-Selección de paneles y puertas frigoríficas

Tanto los paneles como las puertas seleccionadas para ambas cámaras tienen características que permiten un aislamiento térmico adecuado para cada una de las cámaras.

Para la cámara de refrigeración se ha seleccionado un panel de poliuretano de la marca KIDE tipo sándwich con un espesor de 120mm y una conductividad térmica de 0,19 W/(m²°C). Para aislar la cámara de congelación se selecciona el mismo tipo de panel, pero en este caso con un espesor de 200mm, lo cual hace disminuir su conductividad térmica hasta 0,12 W/(m²°C). Estos espesores han sido calculados en el apartado 8.1.1. La ficha técnica de estos paneles se puede ver en el Anexo I.

Las puertas seleccionadas son puertas correderas de 2000x3000mm lacadas y blancas de la marca KIDE, aptas para el mantenimiento de recintos cerrados a 0°C, para la cámara de refrigeración y -20°C para la cámara de congelación. La ficha técnica de estas puertas se puede ver en el Anexo I.

18-Selección de controladores

El controlador seleccionado para que las cámaras se mantengan a las temperaturas que se desean tener en cada una de ellas es un controlador de la marca Danfoss, una empresa de distribución de equipos para la industria de refrigeración. Se instalará un controlador para cada una de las cámaras con sus respectivos sensores de temperatura. El modelo de estos controladores es EKC 315A y su ficha técnica se puede ver en el Anexo I.

19-Sobredimensionamiento para condiciones estacionarias

En este diseño de cámaras frigoríficas se ha tenido siempre en cuenta unas condiciones de trabajo constantes muy desfavorables, temperatura exterior 40,8°C, máxima carga de entrada de productos a las cámaras, etc. Esto provoca un sobredimensionamiento a la hora de trabajar en condiciones estacionarias, ya que los equipos instalados en las cámaras han sido dimensionados para situaciones extremas.

En este apartado se estudiará el funcionamiento de las cámaras variando únicamente la carga de entrada a las cámaras para comprobar cuan sobredimensionados están los equipos de las cámaras.

Se supondrá una carga de entrada diaria del 50% respecto al de dimensionado en condiciones más desfavorables, es decir, que se supondrá que se repone un 50% de la carga de las cámaras cada día. No se tendrá en cuenta otros parámetros de dimensionamiento como la temperatura externa de las cámaras y otros aspectos.

Teniendo en cuenta estas nuevas condiciones y siguiendo los mismos pasos que en el apartado 8, en el que se calculan las cargas térmicas para las peores condiciones, se obtiene que las pérdidas carga térmica de la cámara de refrigeración son de 56,07 kW y las de la cámara de congelación 62,08 kW. Casi la mitad que bajo condiciones desfavorables.

Siguiendo el mismo procedimiento que en el apartado 9 para el cálculo de la potencia de compresión necesaria se obtiene que para la cámara de refrigeración sería necesaria una potencia de 14,35 kW y para la de congelación 29,1 kW.

Lo cual quiere decir que el compresor de la cámara de refrigeración, compresor de 36,8 kW de potencia frigorífica, trabajaría con un sobredimensionamiento de 156%, es decir que trabajaría a menos de la mitad de la carga que puede ofrecer el compresor. Por otro lado los tres compresores de la cámara de congelación, de 27,1 kW de potencia frigorífica cada uno, podrían estar trabajando a, aproximadamente, la mitad su carga máxima dejando incluso un compresor apagado para situaciones de emergencia, ya que aun teniendo un compresor apagado se tendría un sobredimensionamiento del 86%.

Lo mismo ocurre con los evaporadores. Los evaporadores de la cámara de refrigeración proporcionan una potencia de evaporación de 81,3 kW cada uno, y los de la cámara de congelación 62 kW cada uno, si se calcula la nueva necesidad de evaporación se obtiene un valor de 135,4 kW y 97,1 kW respectivamente, lo cual conlleva un sobredimensionamiento del 16,7 % en la cámara de refrigeración, y un 47,8 % en la de congelación, de manera que los evaporadores nunca deberían estar funcionando a máxima carga, salvo en ocasiones excepcionales.

En conclusión, el equipamiento de ambas cámaras es más que suficiente para cubrir las necesidades de refrigeración de cada una de las instalaciones para condiciones de trabajo normales, pero además en caso de encontrarse en situaciones extremas los equipos instalados serían capaces de prestar el mismo servicio.

20-Bibliografía

A continuación se presenta la bibliografía utilizada para el desarrollo de este proyecto:

- AEMET. *Agencia Estatal de Meteorología*.

<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=C449C&k=coo> [Consulta: 12 de febrero de 2017]

- Aula virtual de la asignatura Tecnología Energética de la Universidad de La Laguna.

<https://campusvirtual.ull.es/1617/course/view.php?id=1806> [Consulta: 10 de marzo de 2017]

- Bitzer. *BITZER SOFTWARE*. (Elección de equipos)

<https://www.bitzer.de/websoftware/> [Consulta: 2 de abril de 2017]

- CoolSelector2. *DANFOSS SOFTWARE*.

- España. *Real Decreto 138/2011*, 8 de marzo de 2011, Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. BOE, 2011, núm. 57, p, 25817-26011.

- González Sierra, C. (2012). *Refrigeración industrial: montaje y mantenimiento de instalaciones frigoríficas*. España: S.L. EDICIONES CEYSA. CANO PINA.

- MFM REF. *MFM-REF Cooling Solutions Equipos y Sistemas de Frío Industrial*.

<http://mfhref.com/en/> [Consulta: 28 de abril de 2017]

- Orrego Alzate, C.E. (2003). *Procesamiento de Alimentos*. Colombia.

- Pecomark. *Commerce Pecomark*.

<http://commerce.pecomark.com/>

[Consulta: 4 de mayo de 2017]

- Ramírez J.A. (2000). *Refrigeración*. Barcelona: Ed. CEAC.

- Refrigerant BOYS. *The Refrigerant Boys*.

<https://www.refrigerantboys.it/es/bombola-40-kg-di-r134a> [Consulta: 25 de abril de 2017]

- SalvaEnergy. Gestor energético.

<http://www.salvaenergy.com/>

[Consulta: 20 de mayo de 2017]

http://www.salvaenergy.com/wp-content/uploads/bfi_thumb/diagrama-5-mmlyfsxhjj51ubwf62ru74ki7df0db414o5zrvw4tm.png [Consulta: 20 de marzo de 2017]

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Planos

Trabajo de Fin de Grado

Carlos Manuel Verdugo Funes

A 30/06/2017

En San Cristóbal de La Laguna

Provincia: Santa Cruz de Tenerife, Canarias.

Tutores académicos:

Luis Enrique Rodríguez Gómez

Manuel Fernando Álvarez Díaz

Índice de planos

Plano 1: Distribución en parcela

Plano 2: Distribución de mobiliario

Plano 3: Plano de cámara de refrigeración acotado

Plano 4: Plano de cámara de congelación acotado

Plano 5: Plano de sala de máquinas acotado

Plano 6: Distribución de equipos en la cámara de refrigeración

Plano 7: Distribución de equipos en la cámara de congelación

Plano 8: Distribución de equipos en la sala de máquinas

Plano 9: Distribución de estanterías en la cámara de refrigeración

Plano 10: Distribución de estanterías en la cámara de congelación

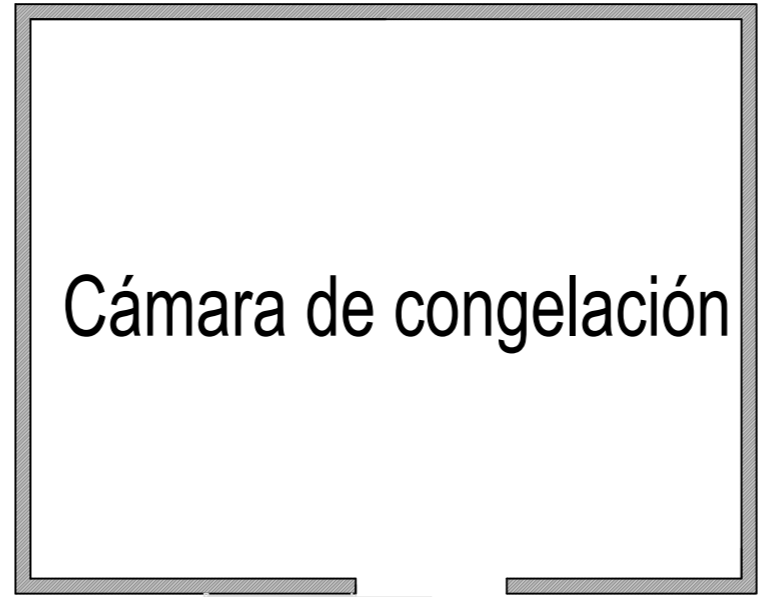
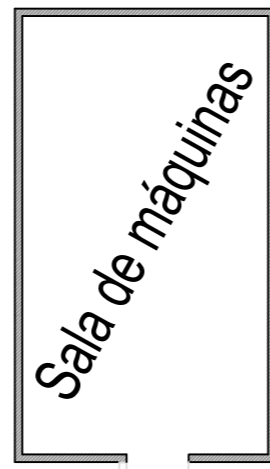
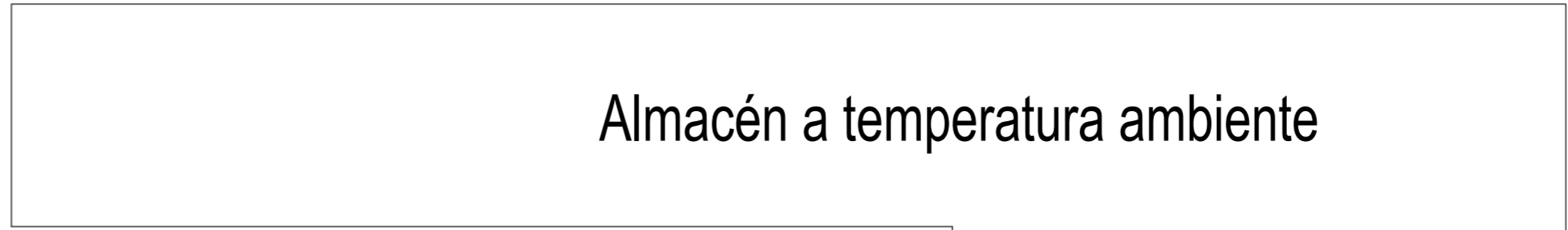
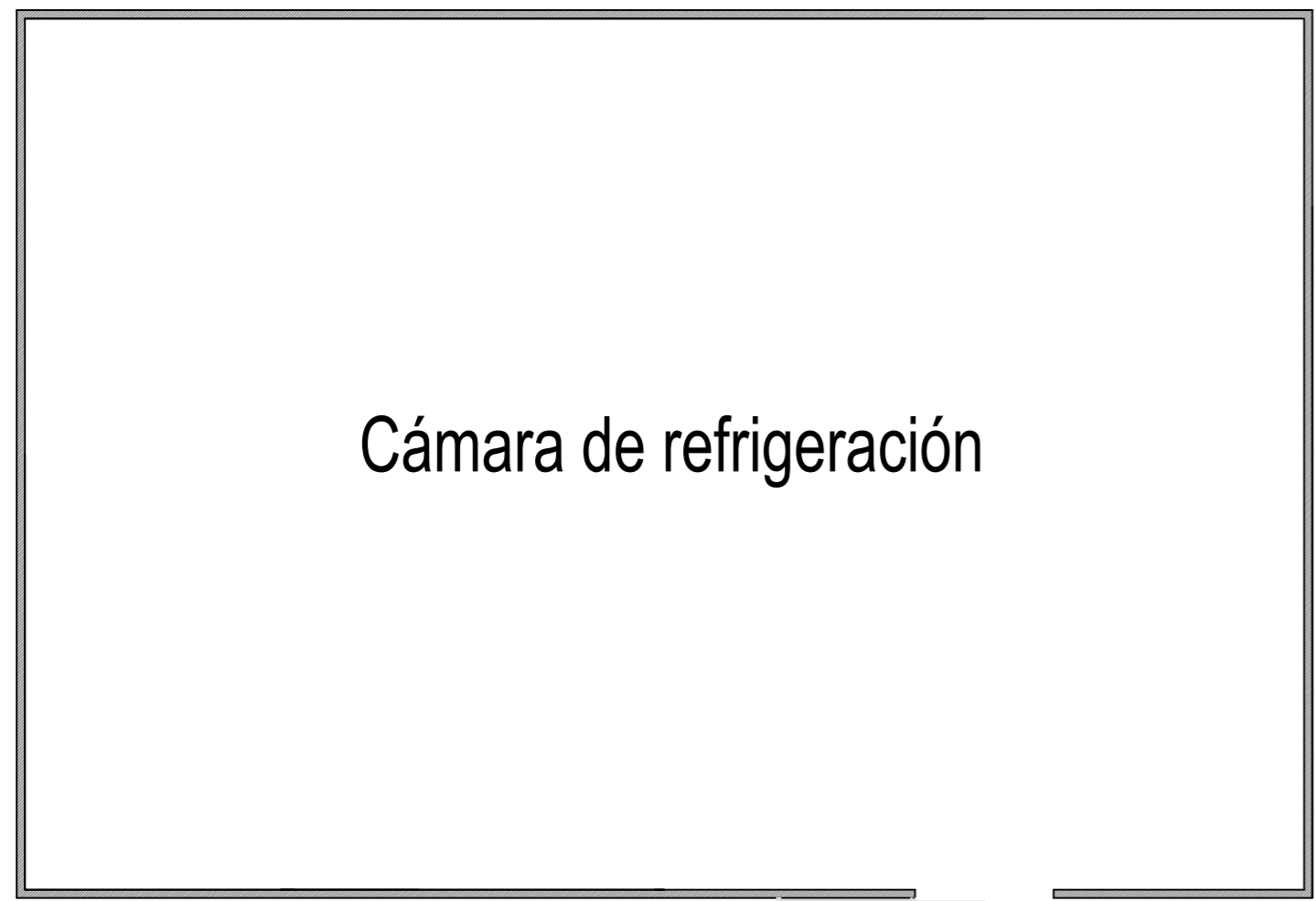
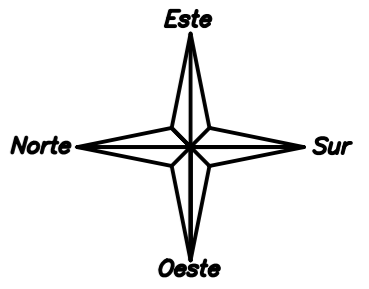
Plano 11: Plano de colocación de equipos en sala de máquinas acotado

Plano 12: Plano de colocación de equipos en cámara de refrigeración acotado

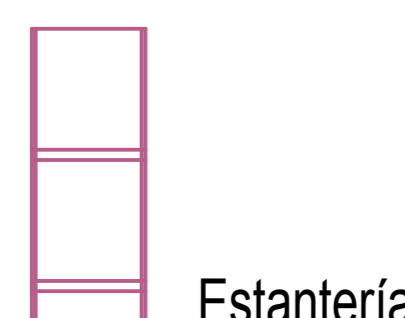
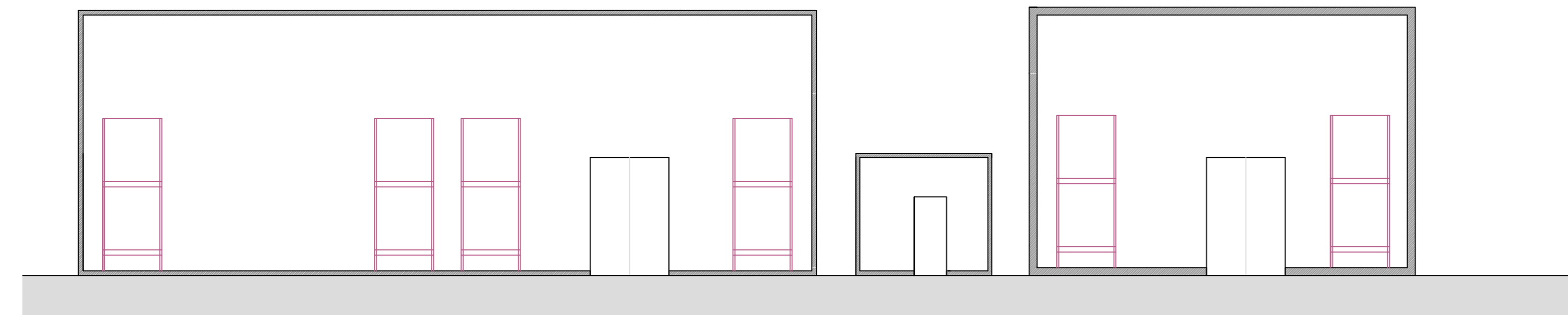
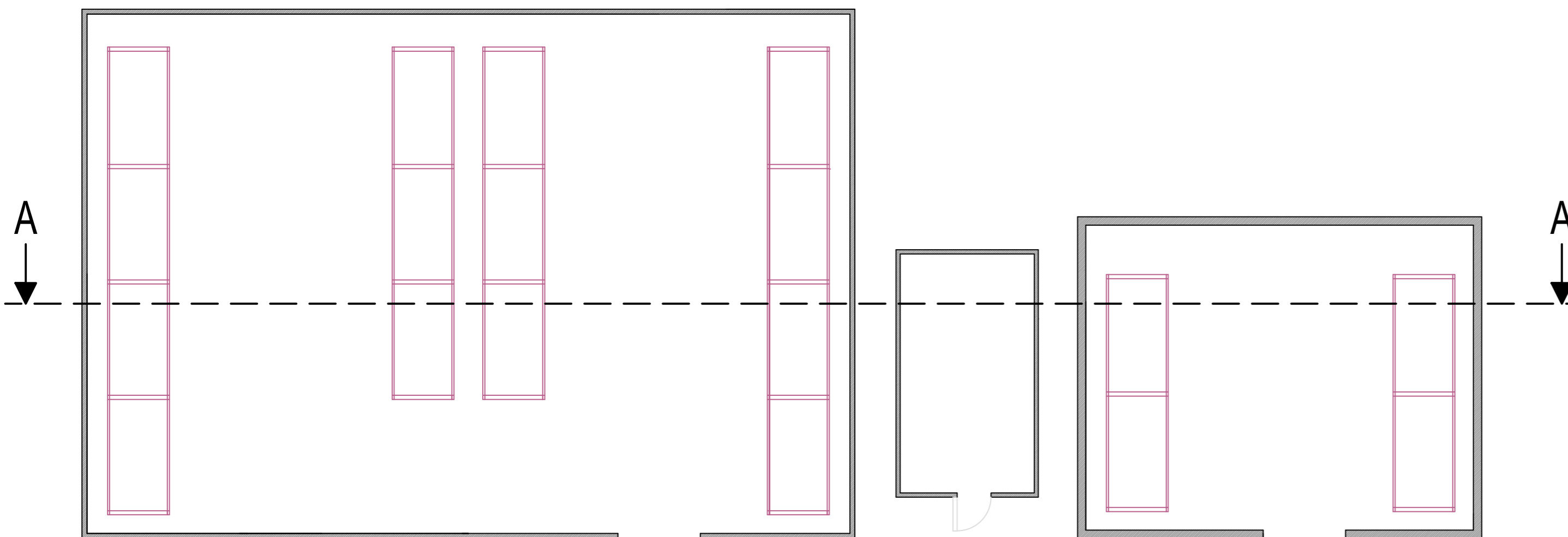
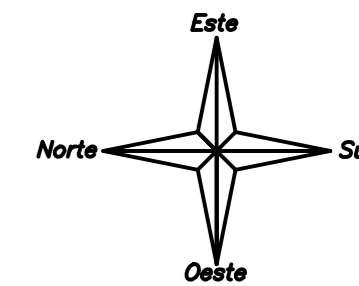
Plano 13: Plano de colocación de equipos en cámara de congelación acotado

Plano 14: Plano de líneas de tuberías en la cámara de refrigeración

Plano 15: Plano de líneas de tuberías en la cámara de congelación

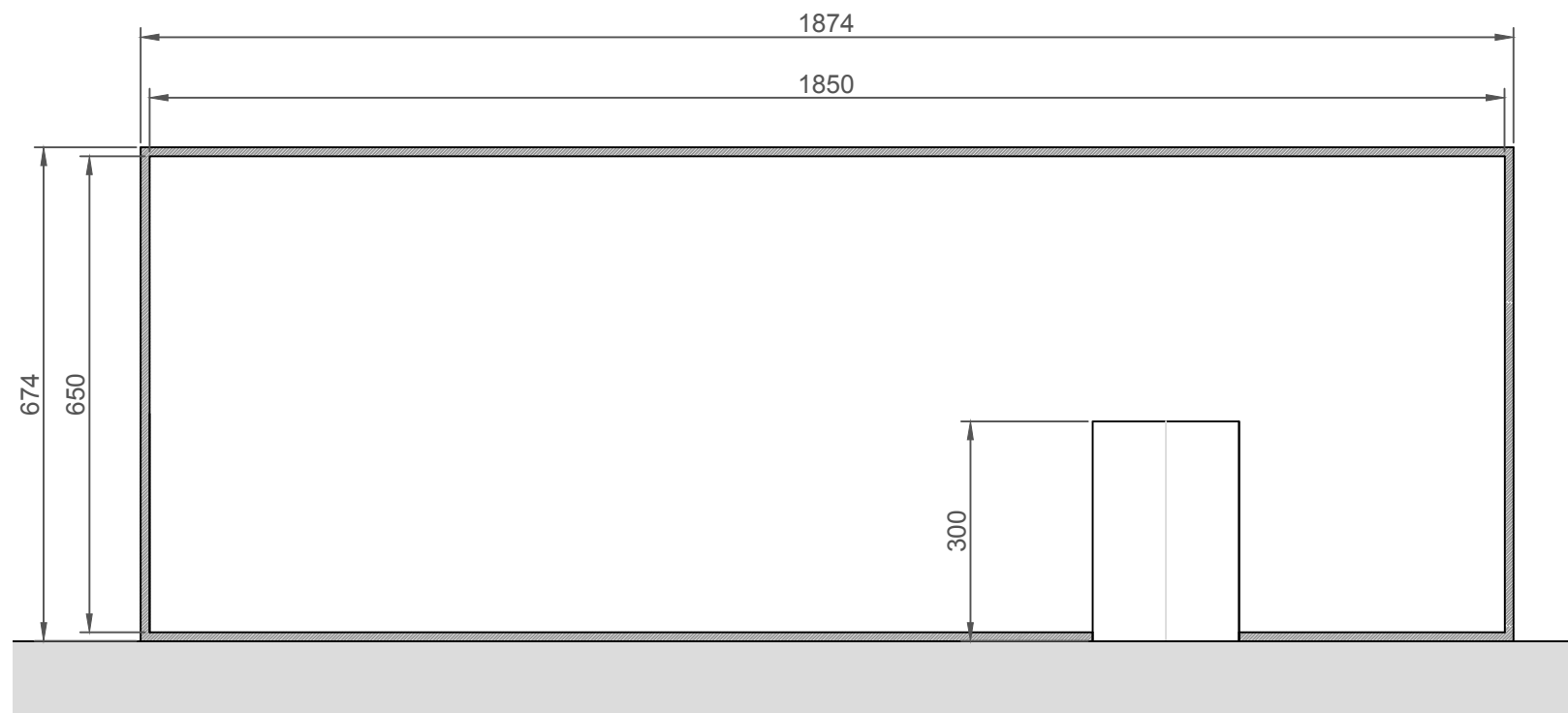
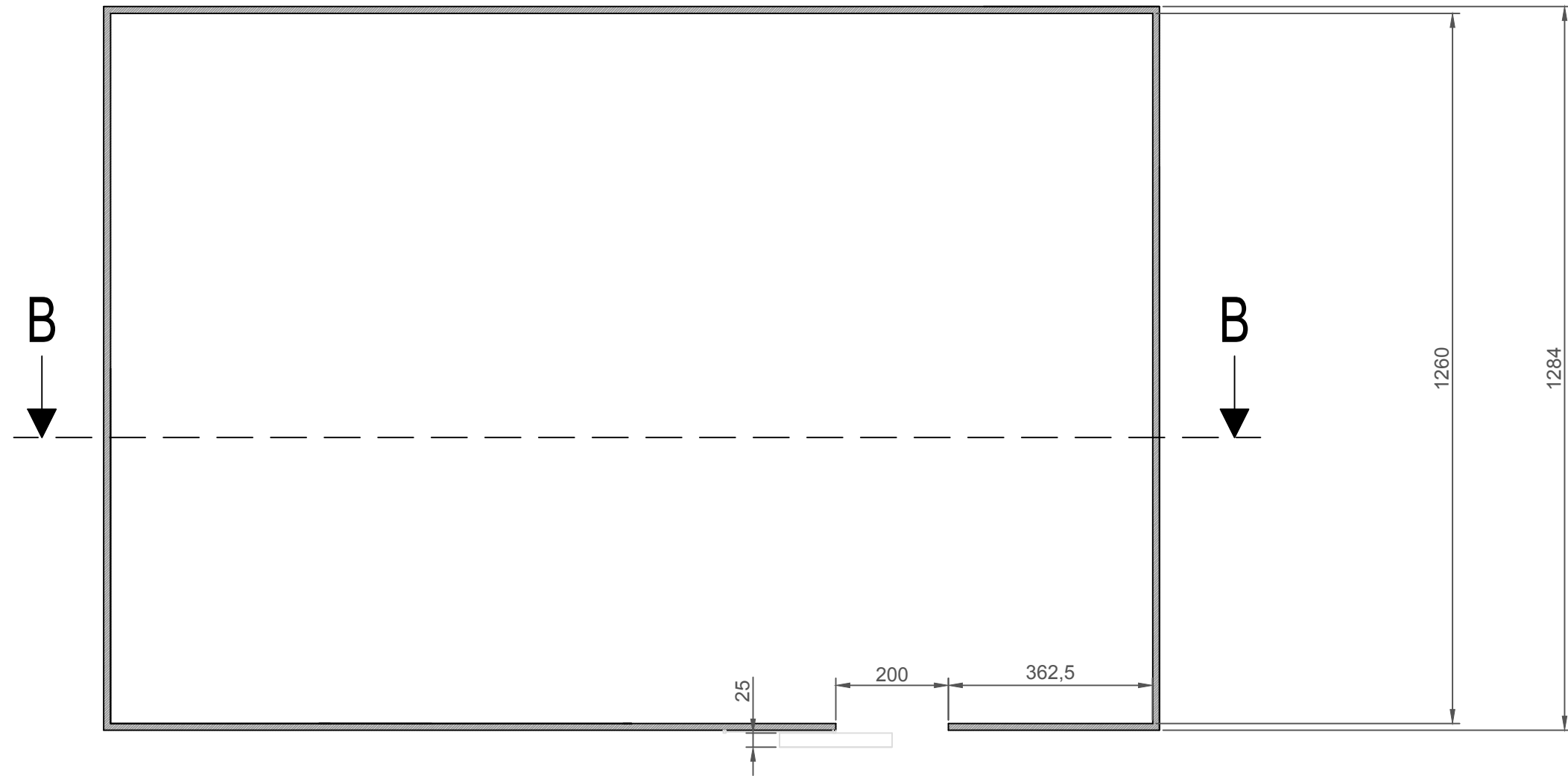
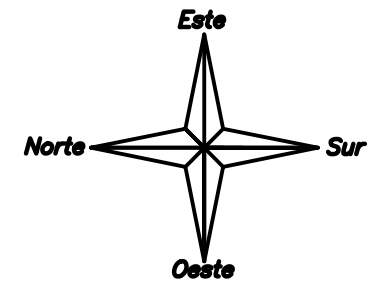


Diseño de Cámaras Frigoríficas		
Autor	Carlos M. Verdugo Funes	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN	
ESCALA:	Distribución en parcela	Nº Plano : 1
E 1:10		Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado



Corte A-A

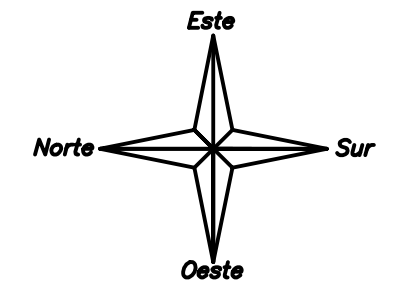
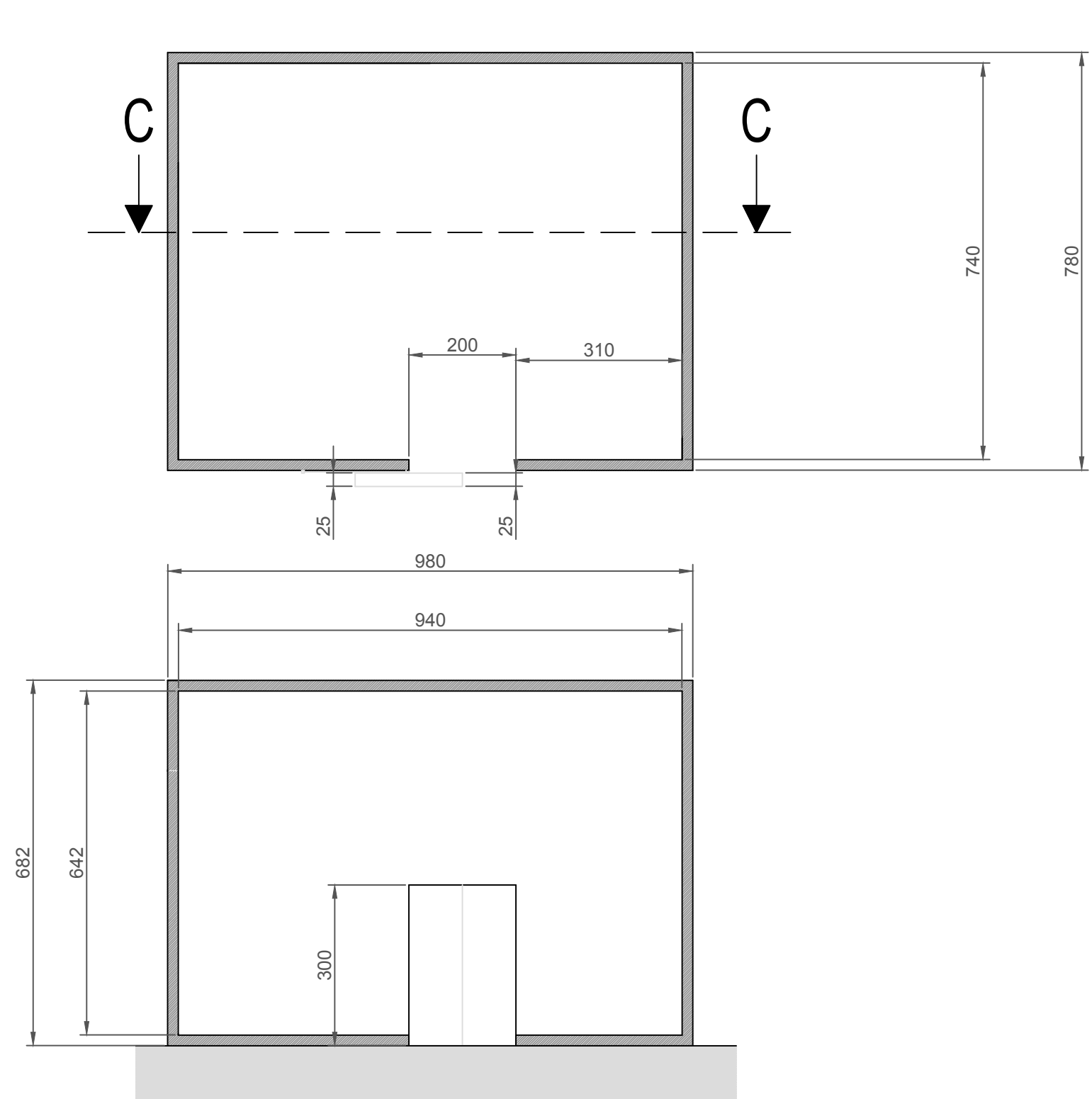
Diseño de Cámaras Frigoríficas			
Autor	Carlos M. Verdugo Funes	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna	
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Distribución de mobiliario	Nº Plano : 2	
E 1:10		Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado	



Corte B-B

Cotas en centímetros

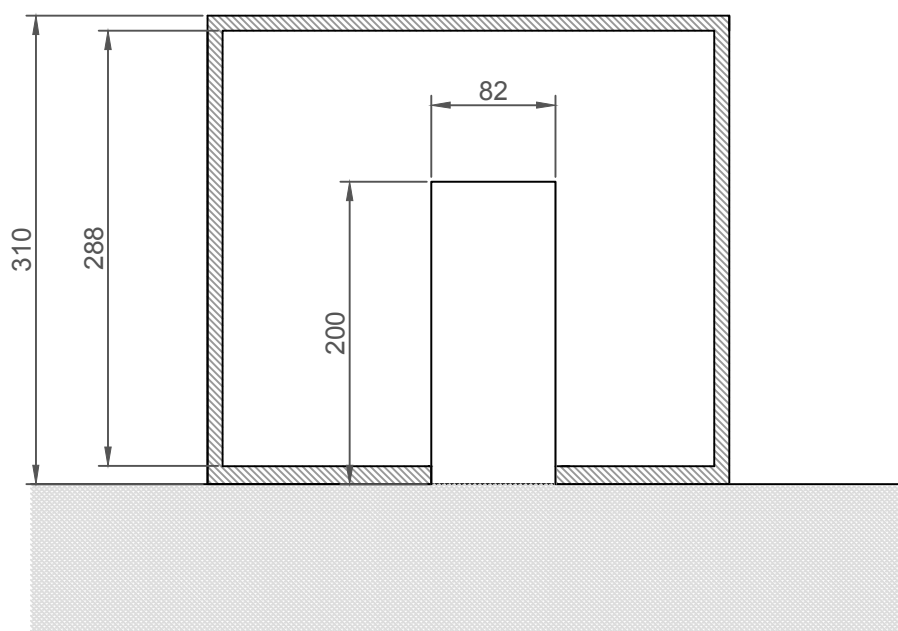
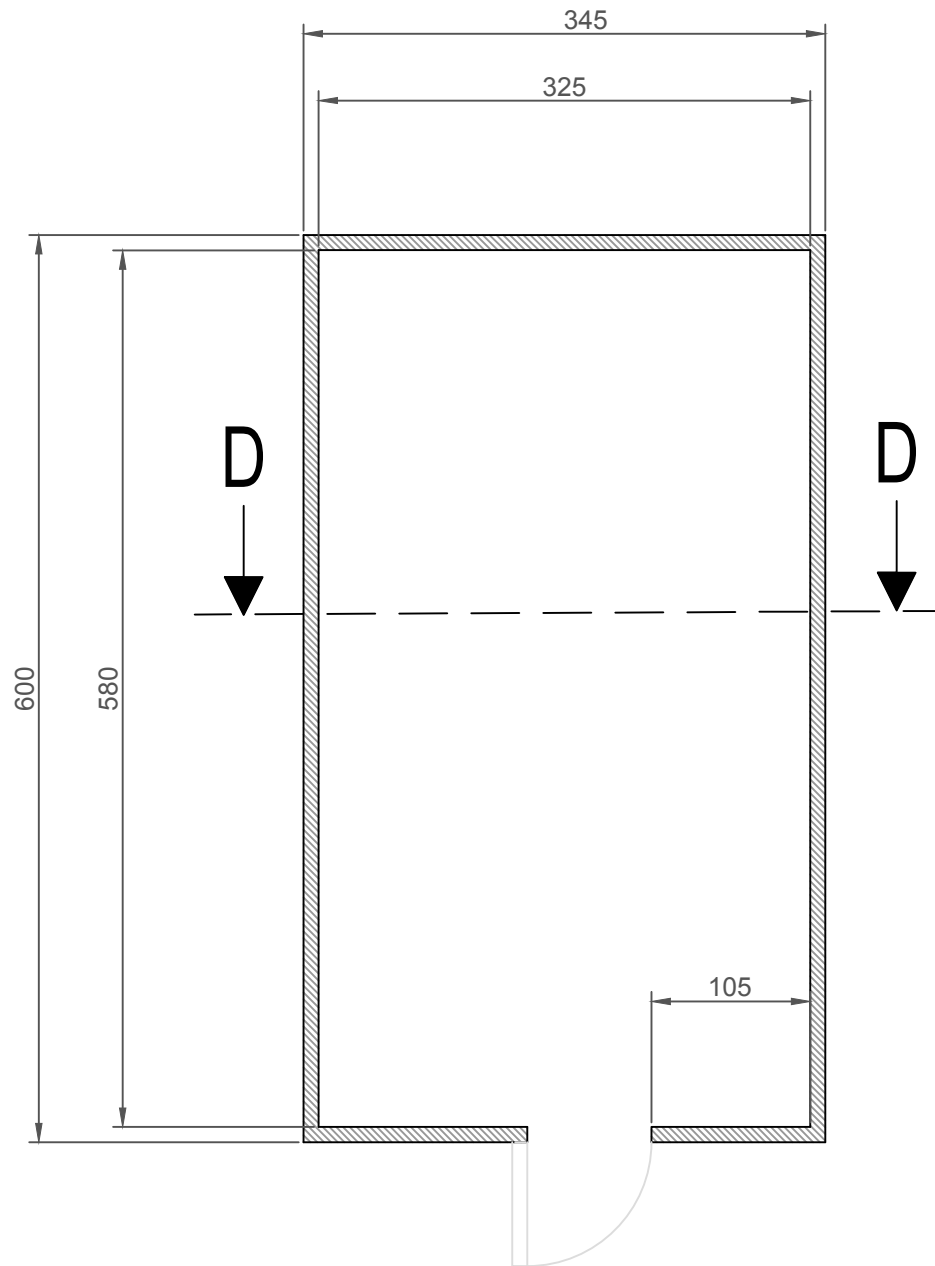
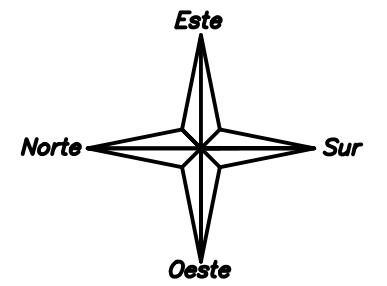
Diseño de Cámaras Frigoríficas			
Autor	Carlos M. Verdugo Funes	ULL Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial <i>Universidad de La Laguna</i>
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: E 1:10	Plano de cámara de refrigeración acotado		Nº Plano : 3 Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado



Corte C-C

Cotas en centímetros

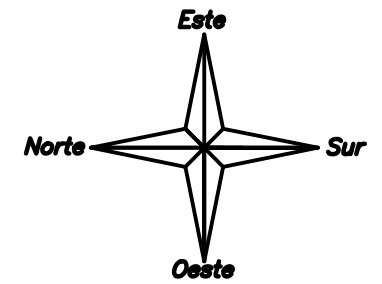
Diseño de Cámaras Frigoríficas			
Autor	<i>Carlos M. Verdugo Funes</i>	ULL Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial <i>Universidad de La Laguna</i>
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: E 1:10	Plano de cámara de congelación acotado	Nº Plano. : 4	Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado



Corte D-D

Cotas en centímetros

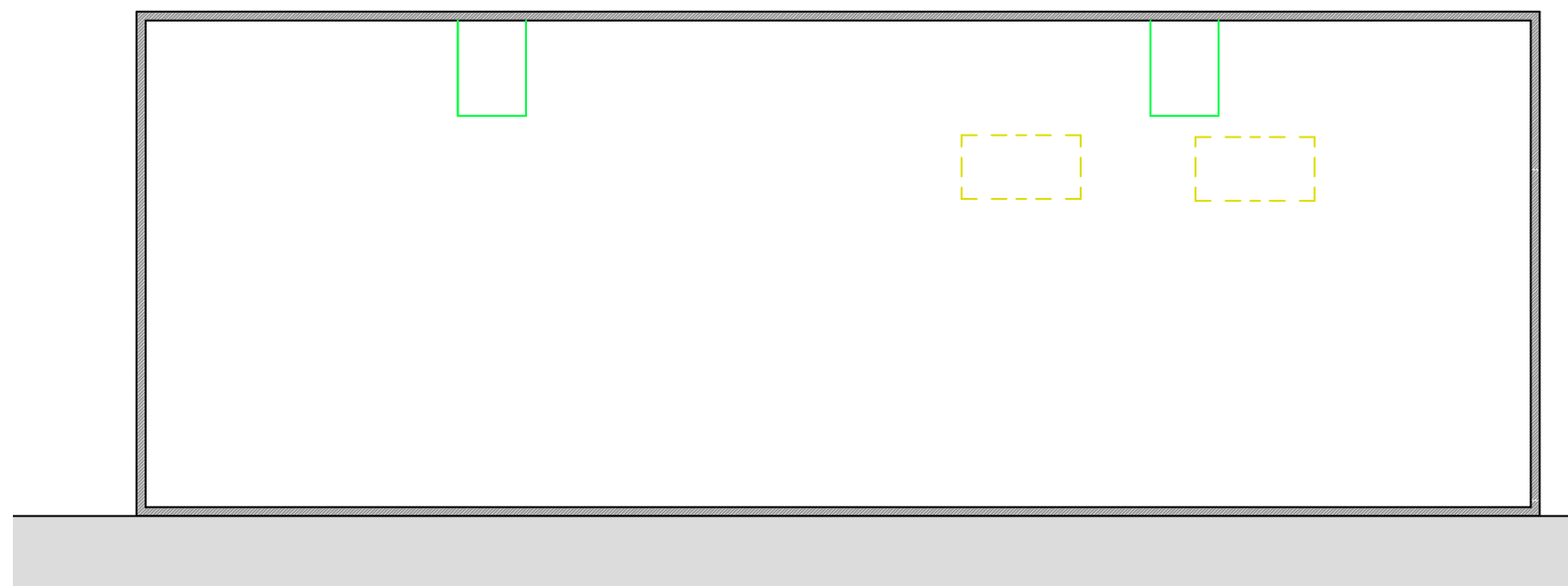
Diseño de Cámaras Frigoríficas			
Autor	Carlos M. Verdugo Funes		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial <i>Universidad de La Laguna</i>
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: E 1:5	Plano de sala de máquinas acotado	Nº P. : 5	Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado



Evaporadores de cámara de refrigeración
Potencia: 81,3 kW
Dimensiones: 471,17 x 90,81 x 127,64 (mm)

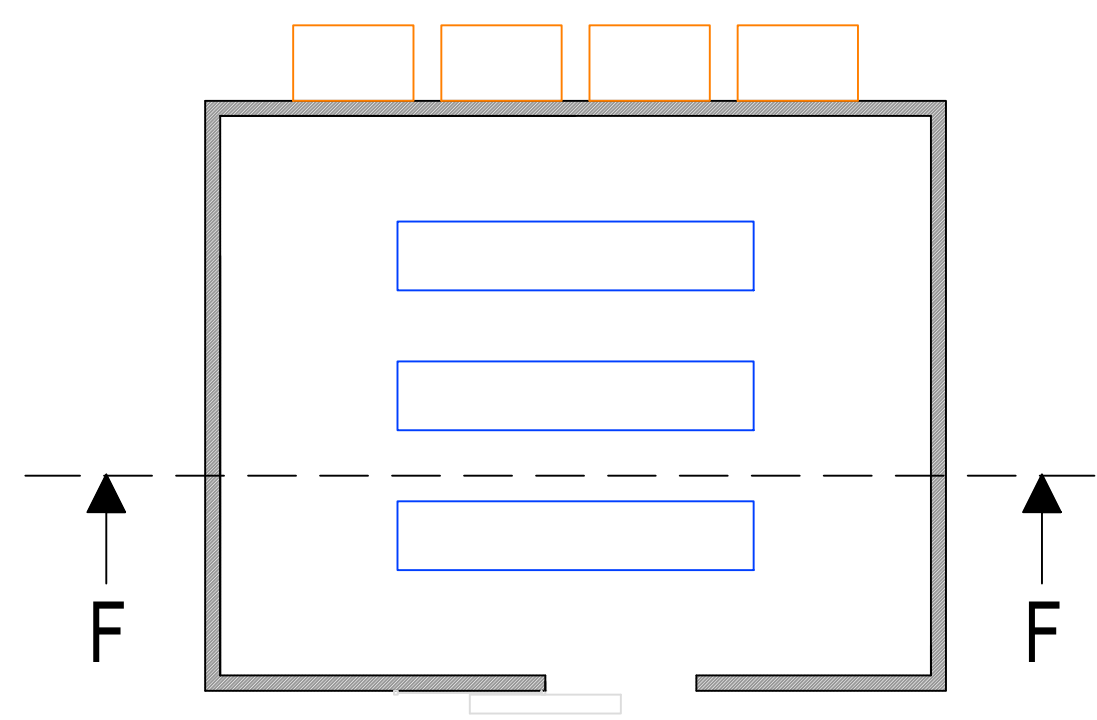
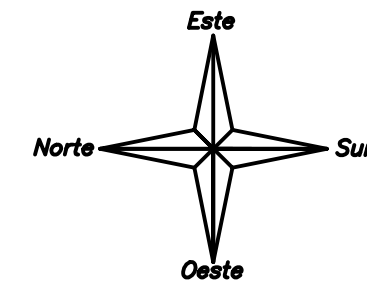



Condensadores de cámara de refrigeración
Potencia: 18,44 kW
Dimensiones: 848 x 1591 x 1000 (mm)




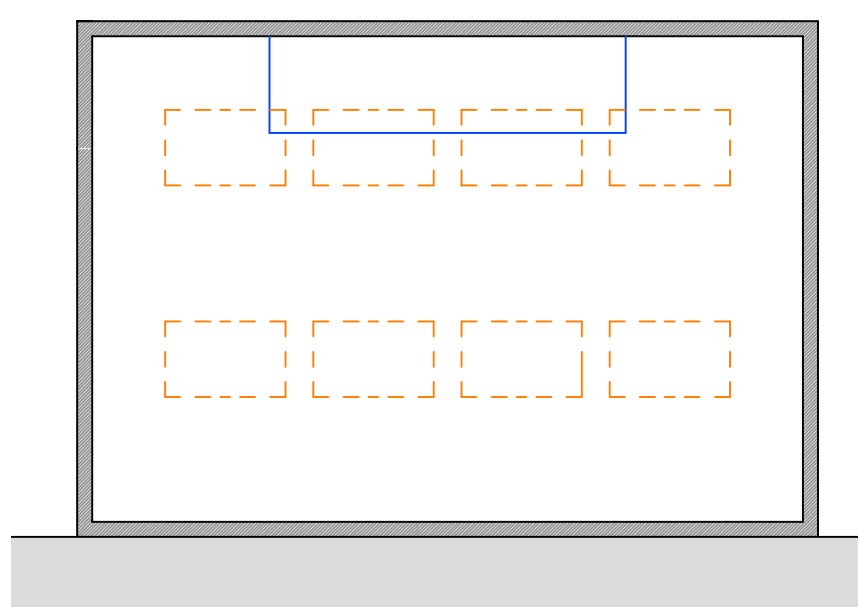
Corte E-E

Diseño de Cámaras Frigoríficas		
Autor	Carlos M. Verdugo Funes	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN	
ESCALA: E 1:10	Distribución de equipos en la cámara de refrigeración	Nº Plano : 6 Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado



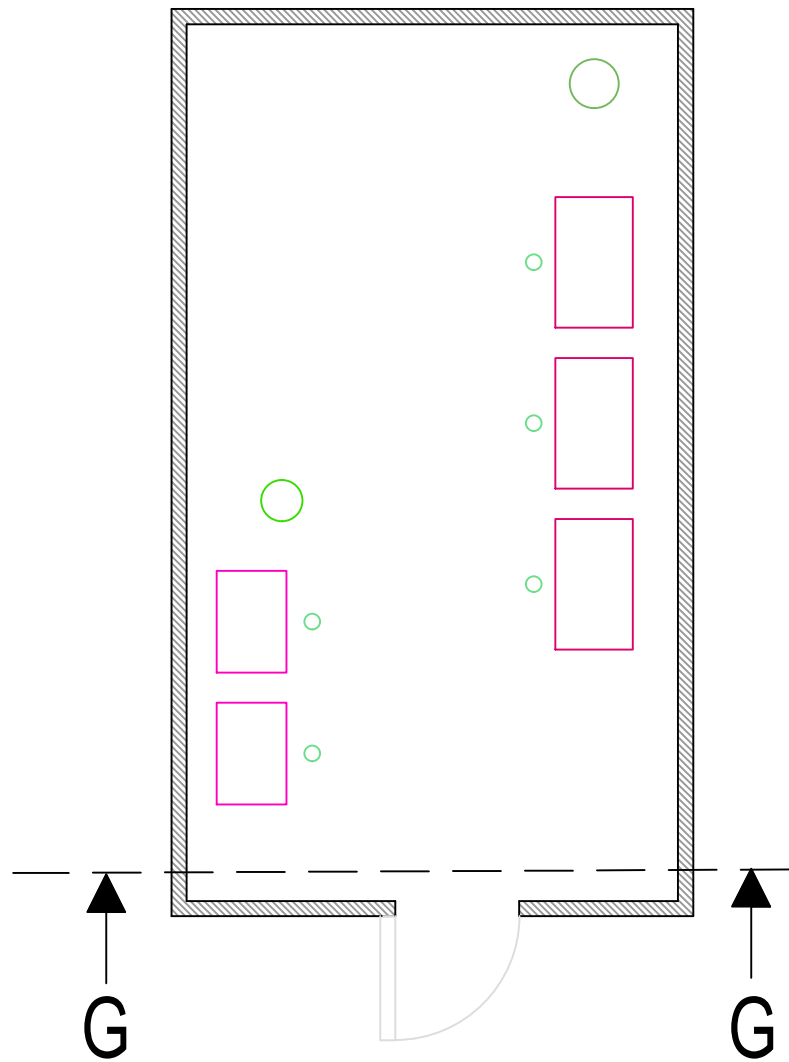
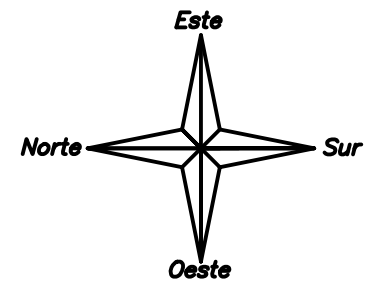
- 
Evaporadores de cámara de congelación
 Potencia: 62 kW
 Dimensiones: 471,17 x 90,81 x 127,64 (mm)


- 
Condensadores de cámara de congelación
 Potencia: 13,09 kW
 Dimensiones: 998 x 1591 x 1000 (mm)





Corte F-F


Diseño de Cámaras Frigoríficas			
Autor	Carlos M. Verdugo Funes	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: E 1:10	Distribución de equipos en la cámara de congelación		Nº Plano. : 7 Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado




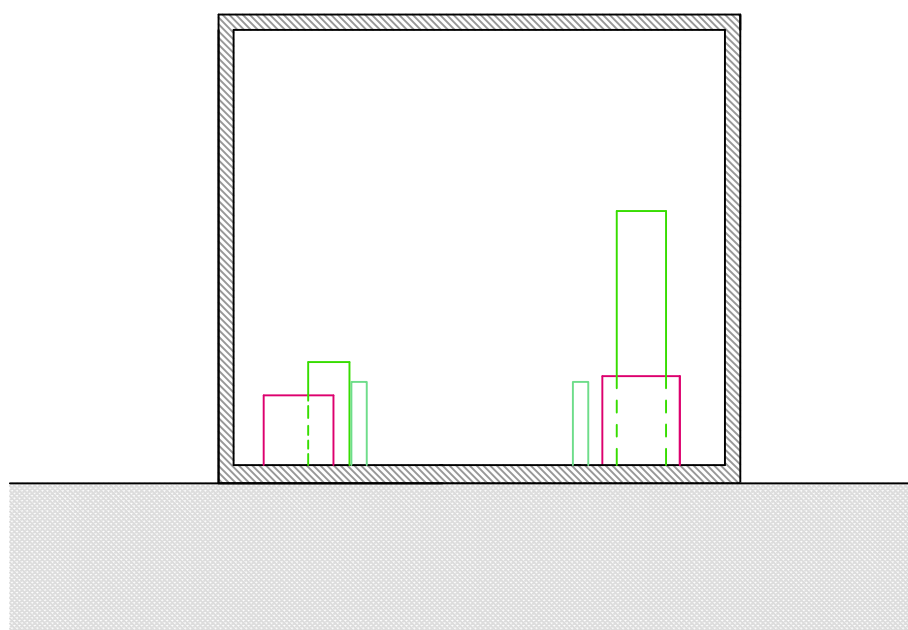
 **Compresores de cámara de refrigeración**
Potencia: 22,893 kW
Dimensiones: 460 x 672 x 463 (mm)

 **Recipiente de refrigerante de cámara de refrigeración**
Capacidad: 160 L
Diámetro: 273, Altura: 682 (mm)

 **Compresores de cámara de congelación**
Potencia: 31,279 kW
Dimensiones: 511 x 864 x 588 (mm)

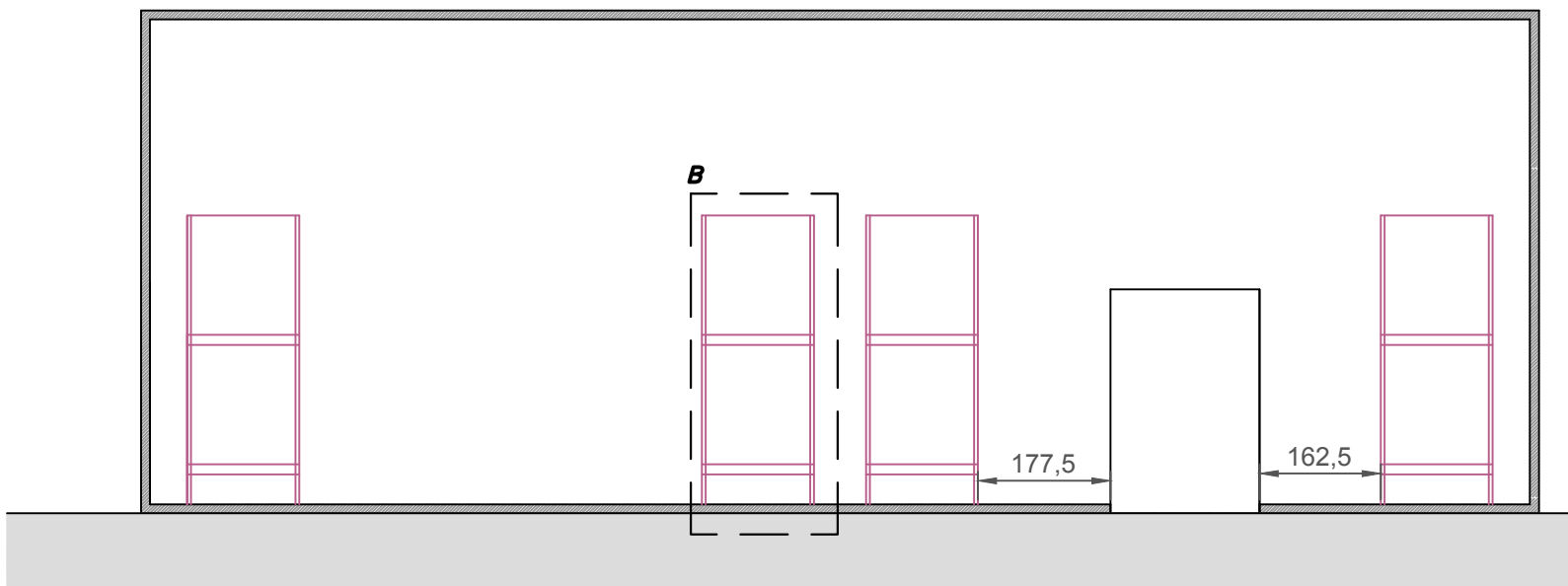
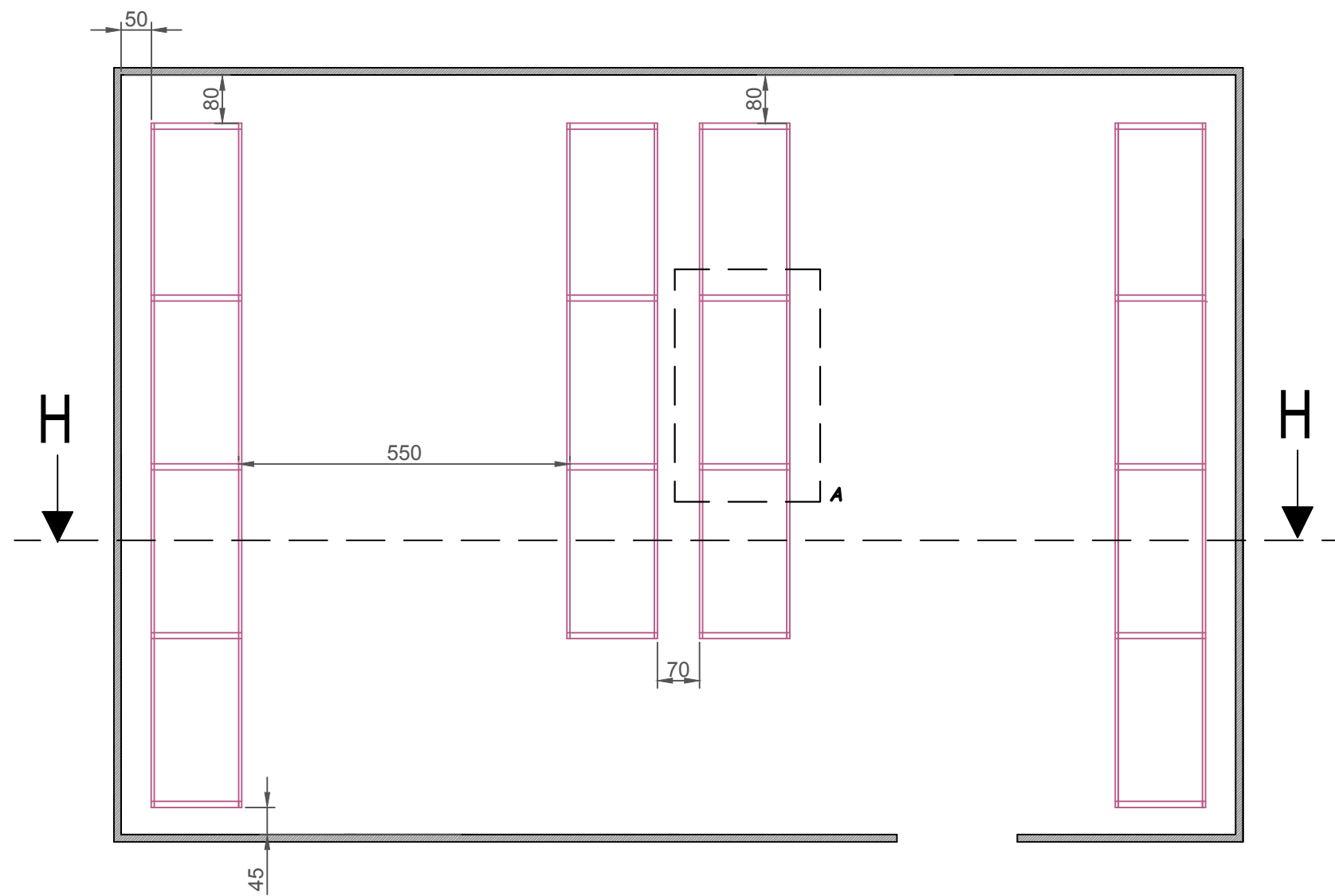
 **Recipiente de refrigerante de cámara de congelación**
Capacidad: 550 L
Diámetro: 323, Altura: 1680 (mm)

 **Filtro de aceite para ambas cámaras**
Capacidad: 1,6 L
Diámetro: 102, Altura: 550 (mm)

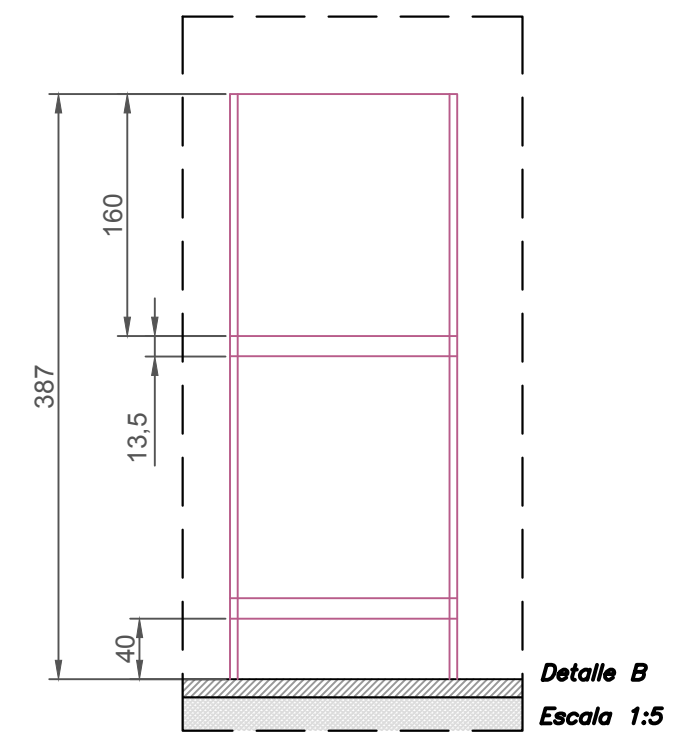
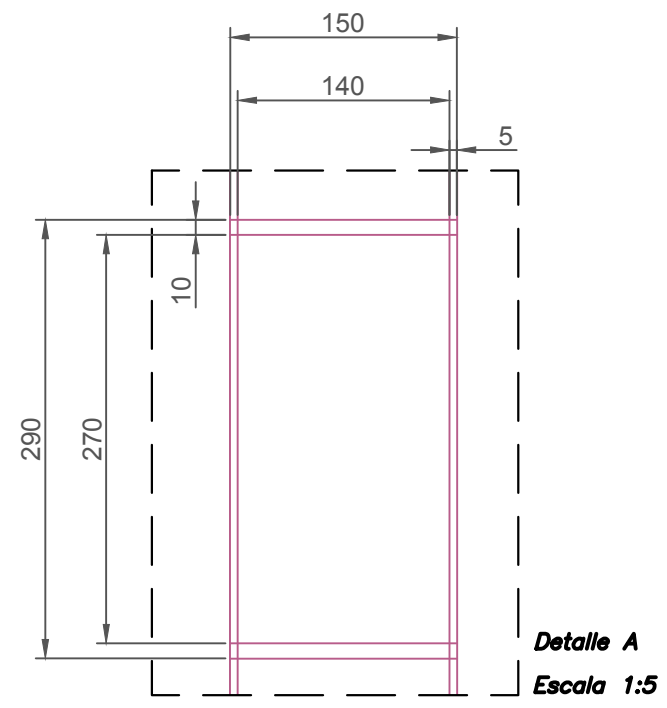
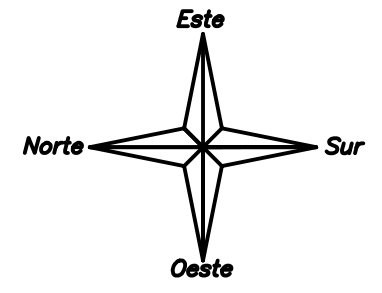


Corte G-G

Diseño de Cámaras Frigoríficas			
Autor	Carlos M. Verdugo Funes		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: E 1:5	Distribución de equipos en la sala de máquinas	Nº Plano: 8 Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado	

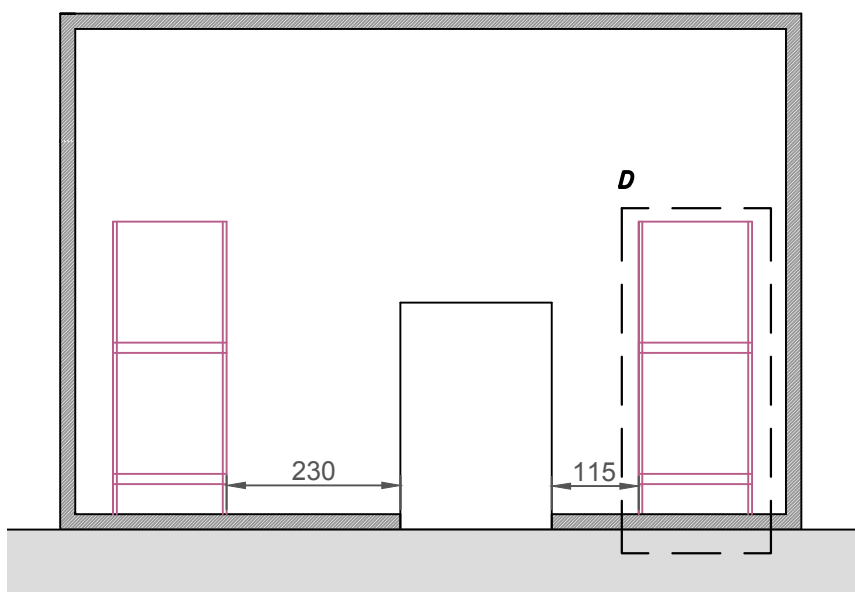
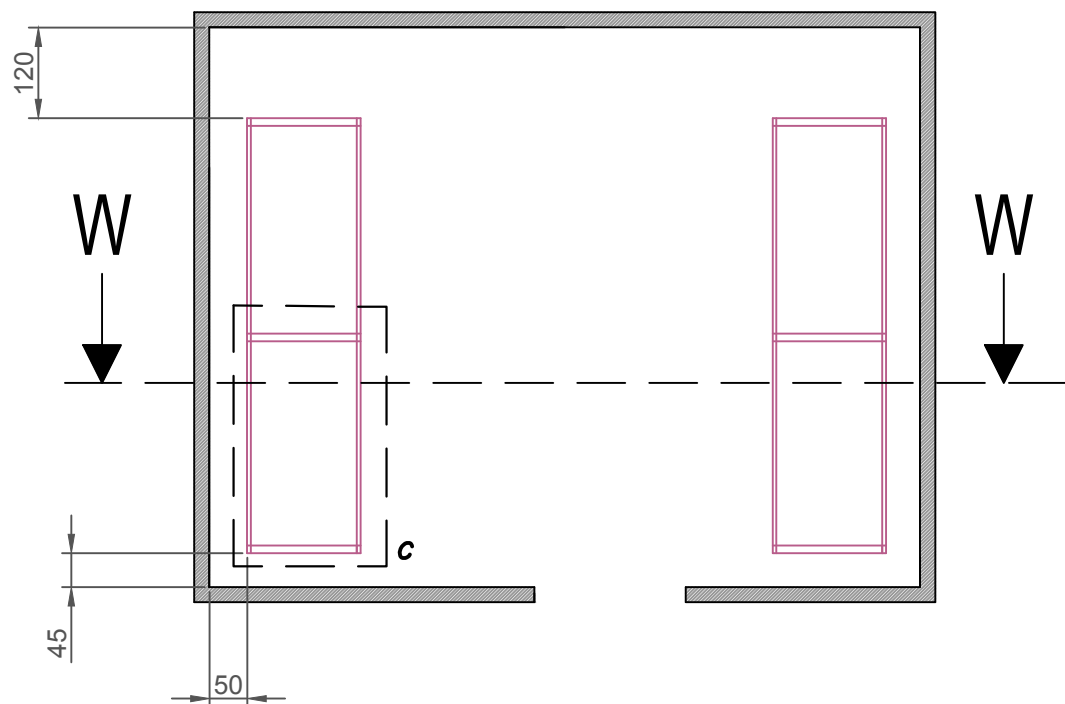
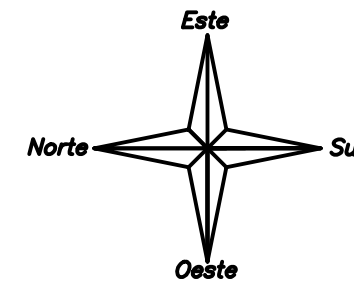


Corte H-H

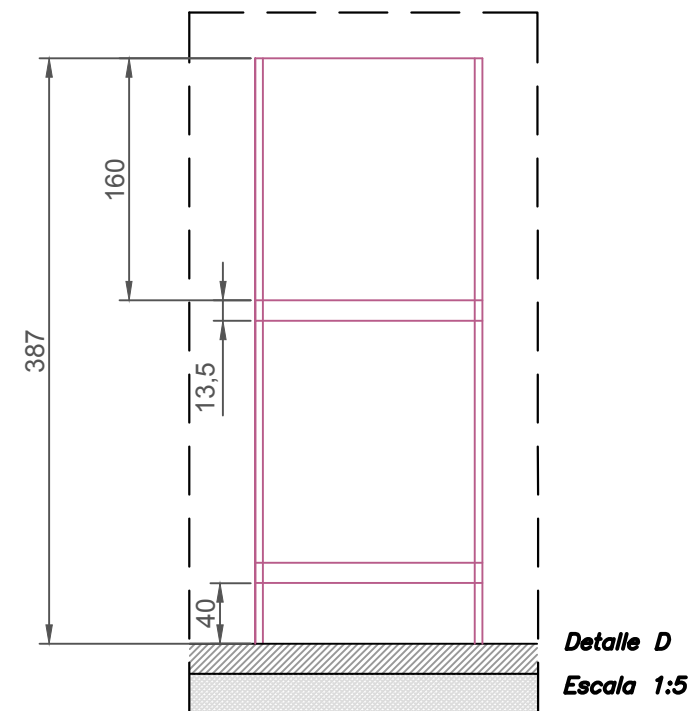
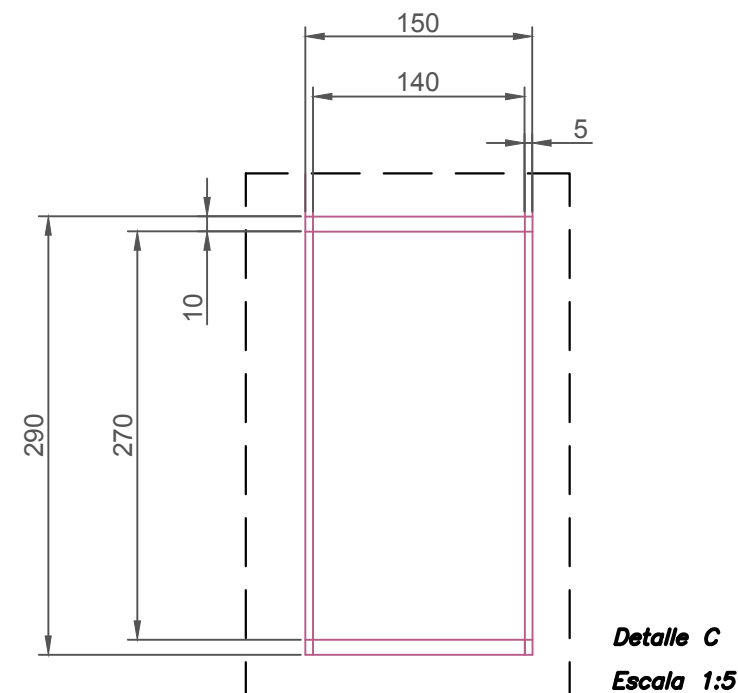


Cotas en centímetros

Diseño de Cámaras Frigoríficas			
Autor	Carlos M. Verdugo Funes	ULL Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: E 1:10	Distribución de las estanterías en la cámara de refrigeración		Nº Plano : 9 Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado

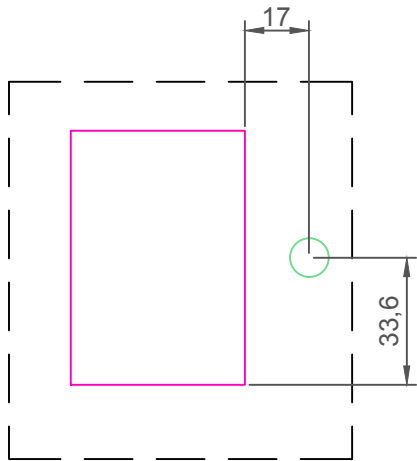
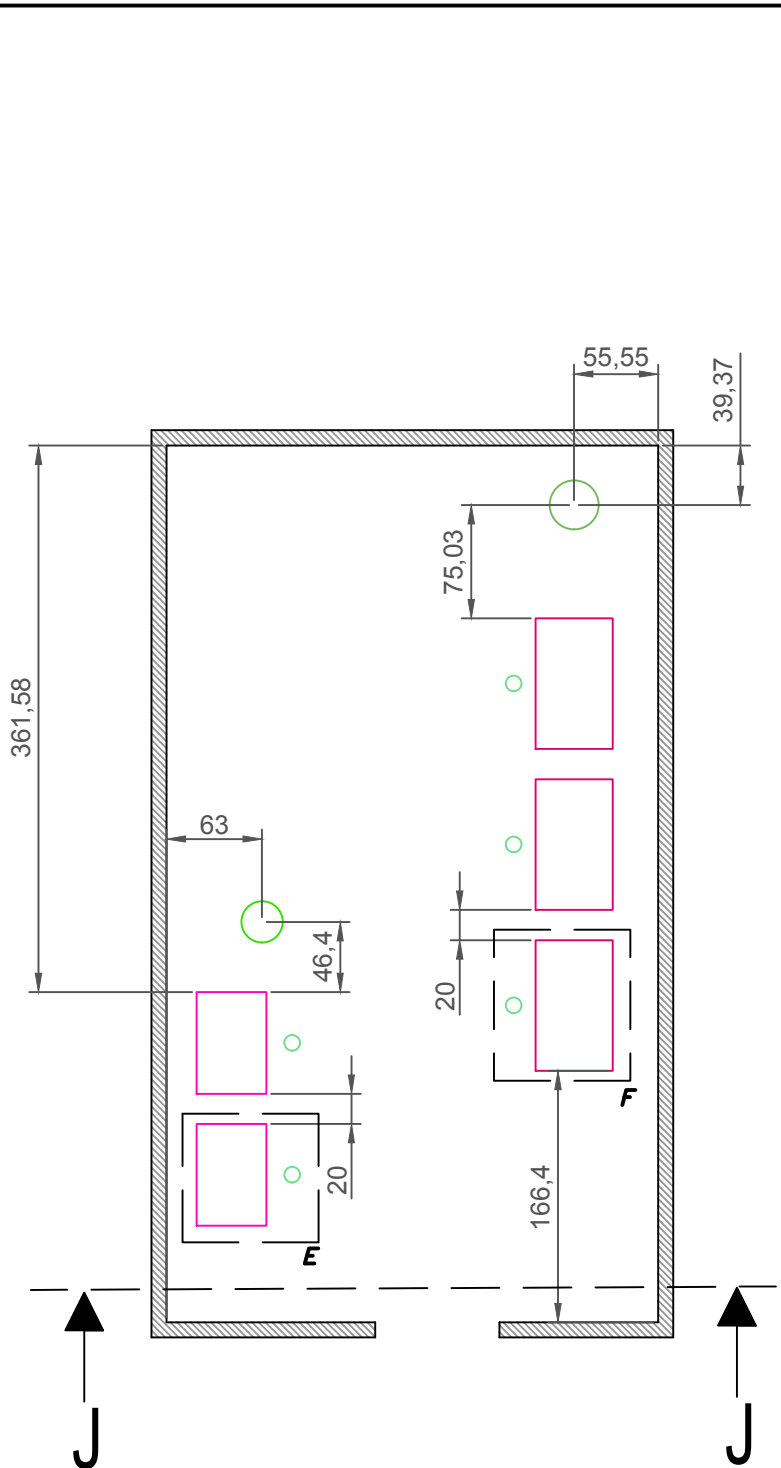


Corte W-W

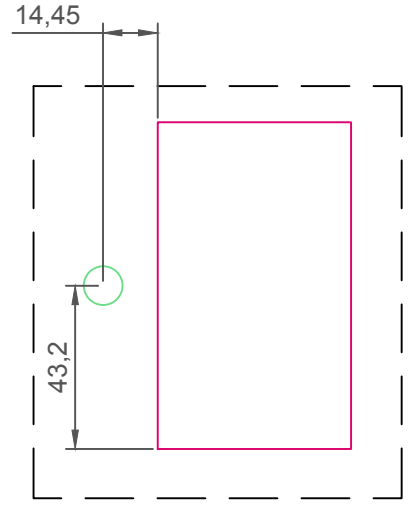


Cotas en centímetros

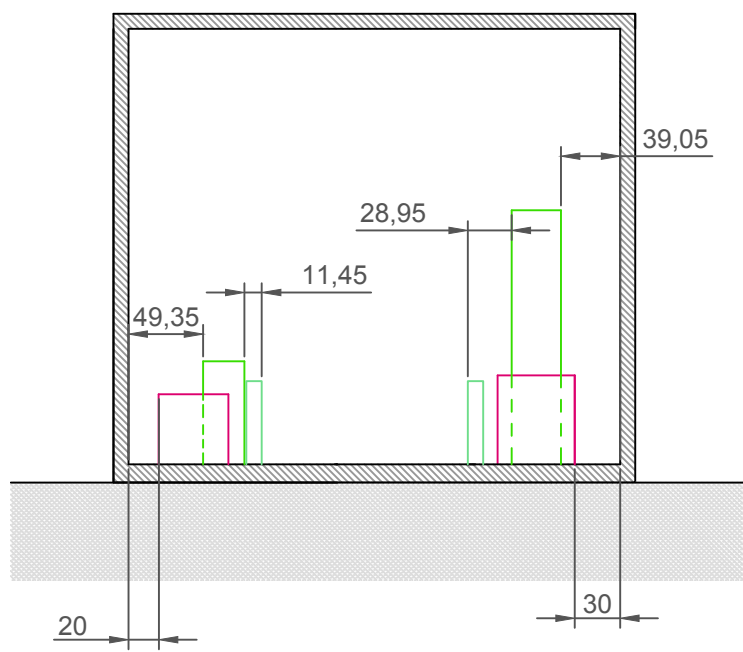
Diseño de Cámaras Frigoríficas		
Autor	Carlos M. Verdugo Funes	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN	
ESCALA: E 1:10	Distribución de las estanterías en la cámara de congelación	Nº P.: 10 Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado




Detalle E
Escala 1:2





Detalle F
Escala 1:2





Corte J-J

 **Compresores de cámara de refrigeración**
Potencia: 22,893 kW
Dimensiones: 460 x 672 x 463 (mm)

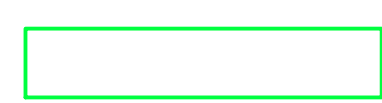
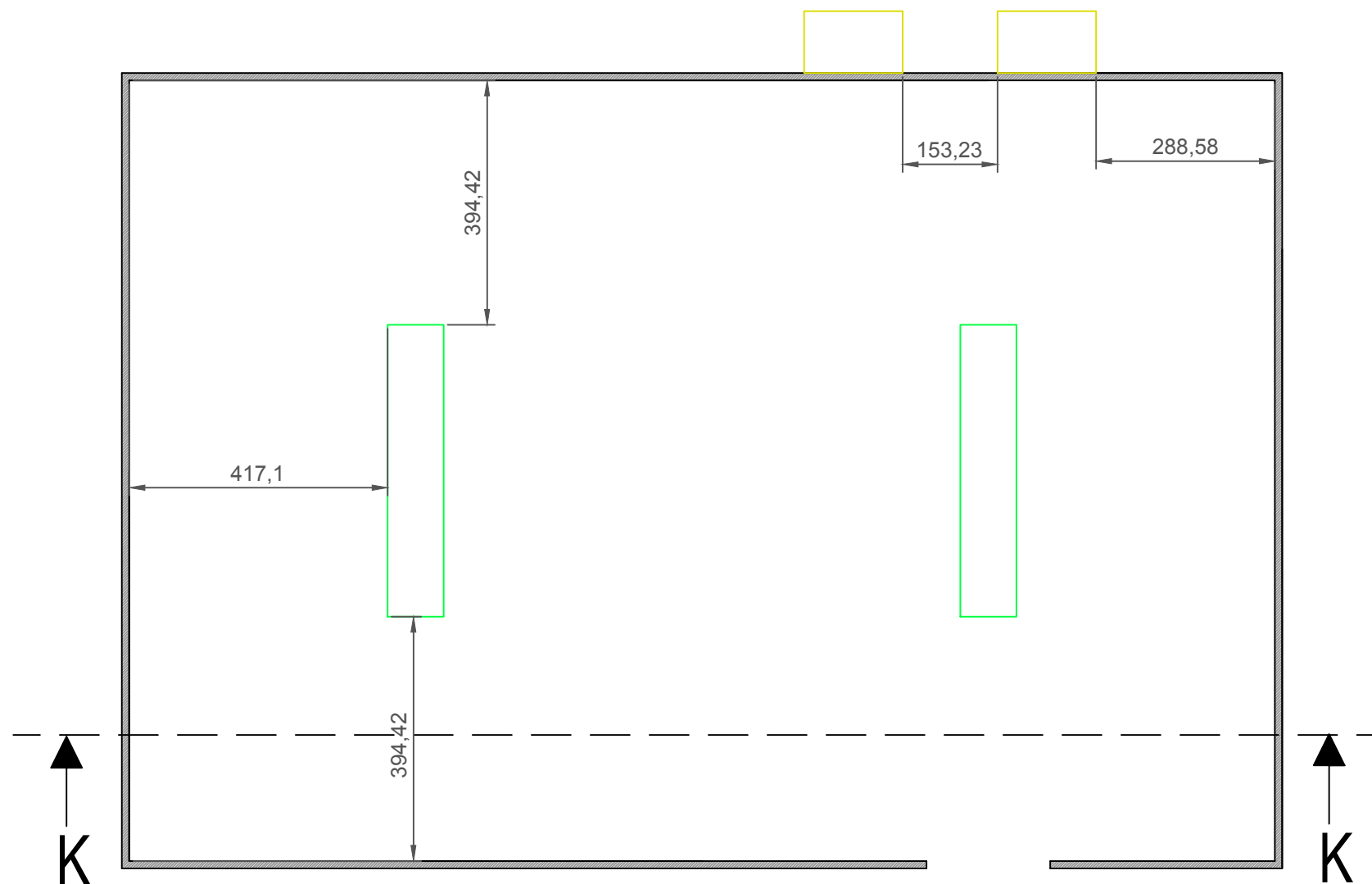
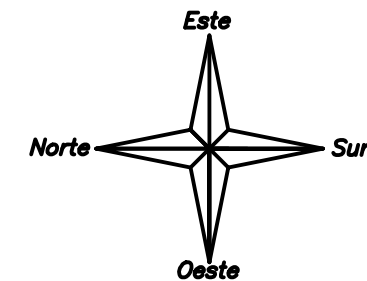
 **Recipiente de refrigerante de cámara de refrigeración**
Capacidad: 160 L
Diámetro: 273, Altura: 682 (mm)

 **Compresores de cámara de congelación**
Potencia: 31,279 kW
Dimensiones: 511 x 864 x 588 (mm)

 **Recipiente de refrigerante de cámara de congelación**
Capacidad: 550 L
Diámetro: 323, Altura: 1680 (mm)

 **Filtro de aceite para ambas cámaras**
Capacidad: 1,6 L
Diámetro: 102, Altura: 550 (mm)

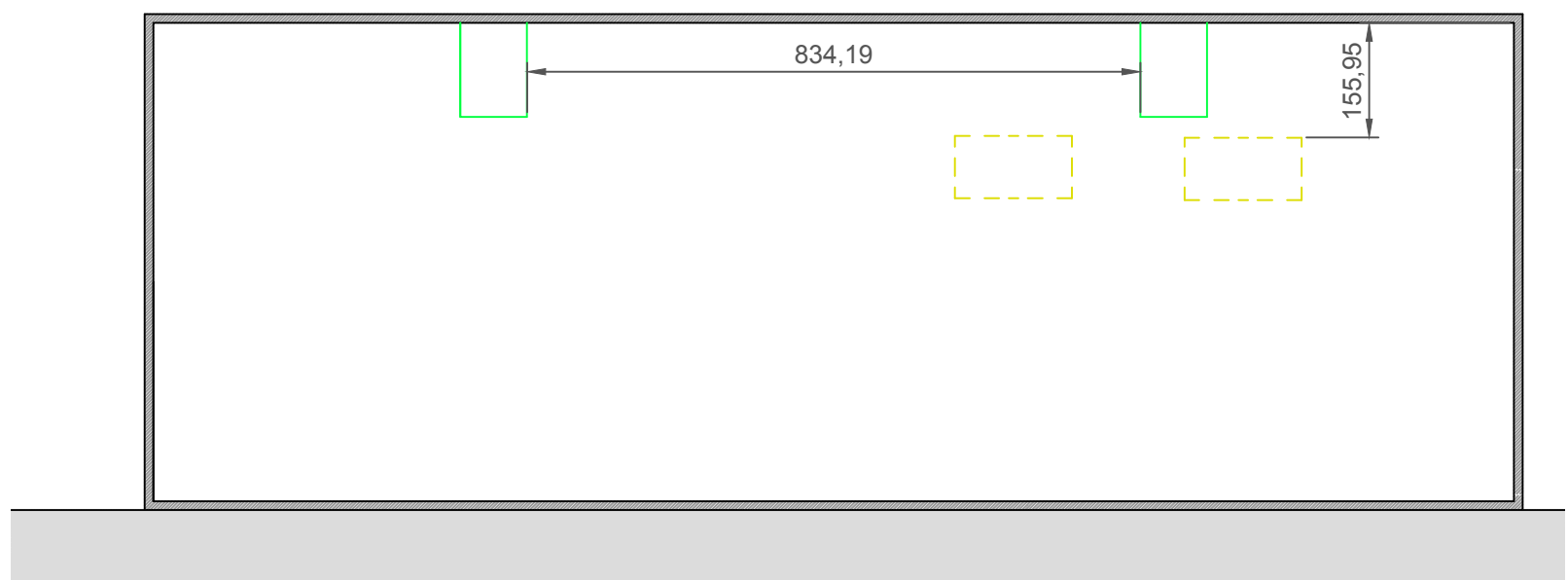
Diseño de Cámaras Frigoríficas			
Autor	Carlos M. Verdugo Funes	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: E 1:2	Plano de colocación de equipos en sala de máquinas acotado	Nº P. : 11	Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado



Evaporadores de cámara de refrigeración
Potencia: 81,3 kW
Dimensiones: 471,17 x 90,81 x 127,64 (mm)



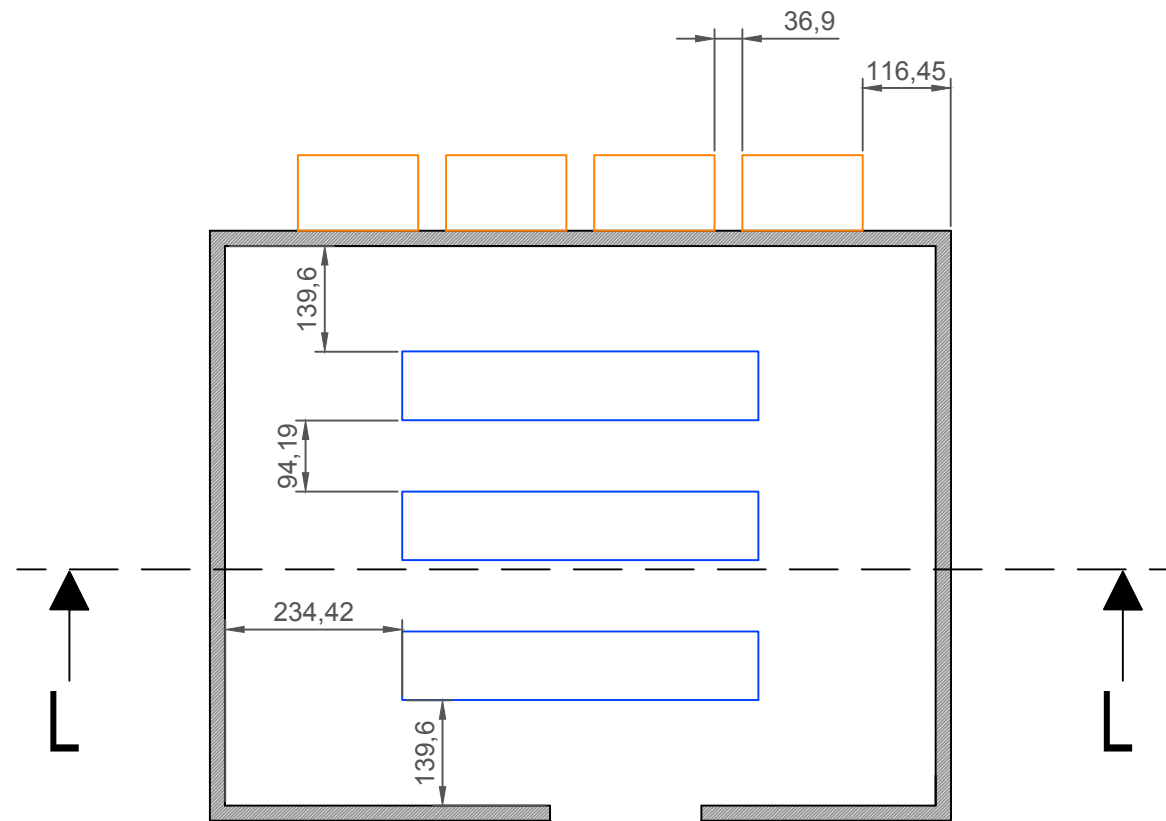
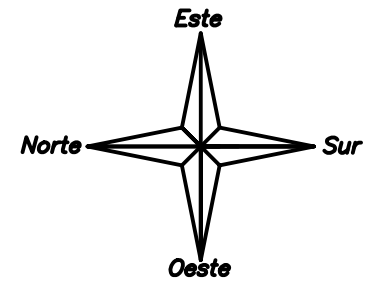
Condensadores de cámara de refrigeración
Potencia: 18,44 kW
Dimensiones: 848 x 1591 x 1000 (mm)



Corte K-K

Cotas en centímetros

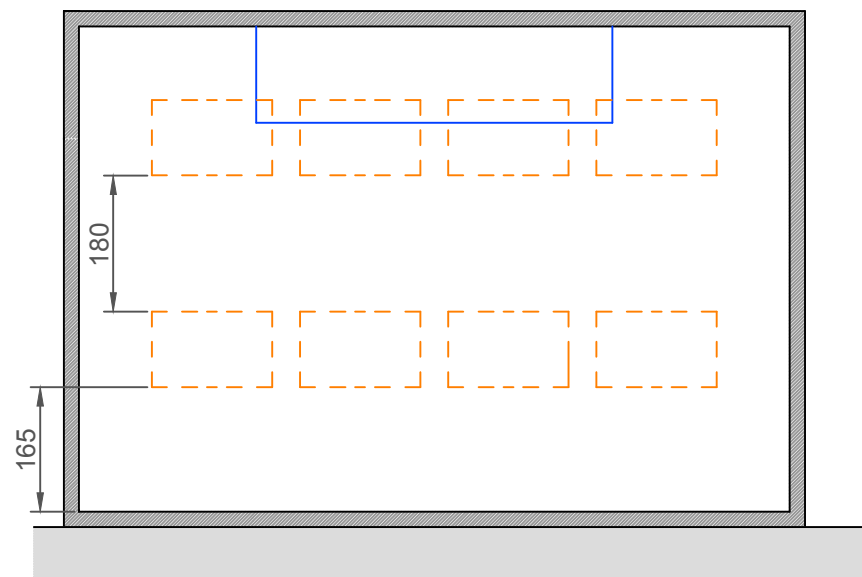
Diseño de Cámaras Frigoríficas			
Autor	Carlos M. Verdugo Funes	ULL Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: E 1:10	Plano de colocación de equipos en cámara de refrigeración acotado	Nº P. : 12 Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado	



Evaporadores de cámara de congelación
Potencia: 62 kW
Dimensiones: 471,17 x 90,81 x 127,64 (mm)



Condensadores de cámara de congelación
Potencia: 13,09 kW
Dimensiones: 998 x 1591 x 1000 (mm)

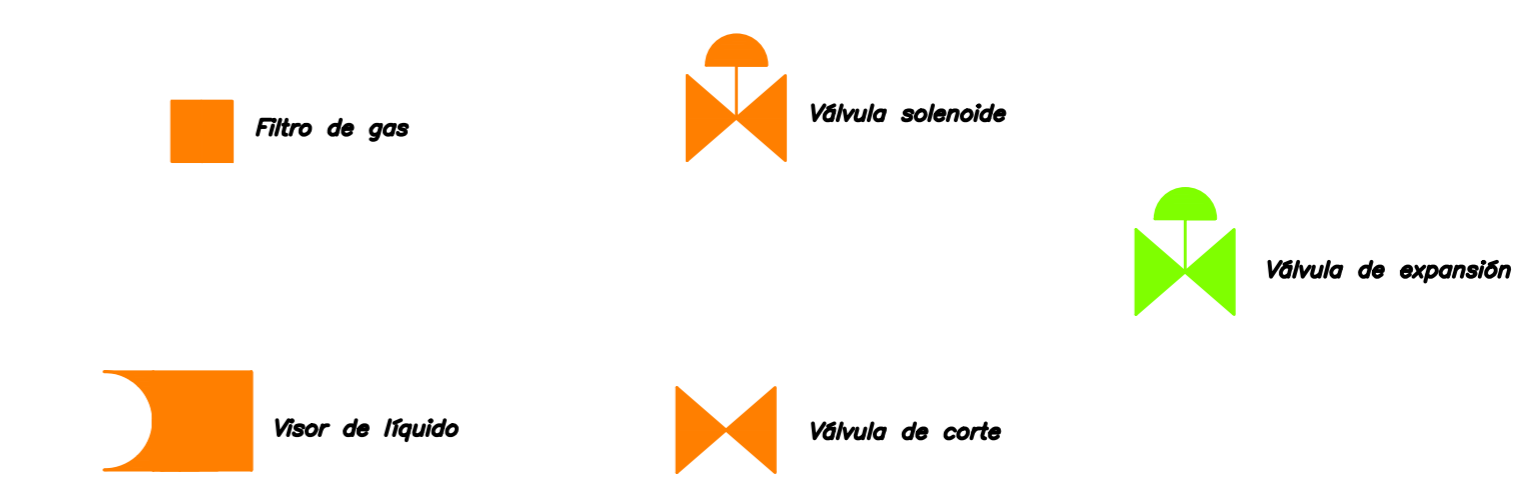
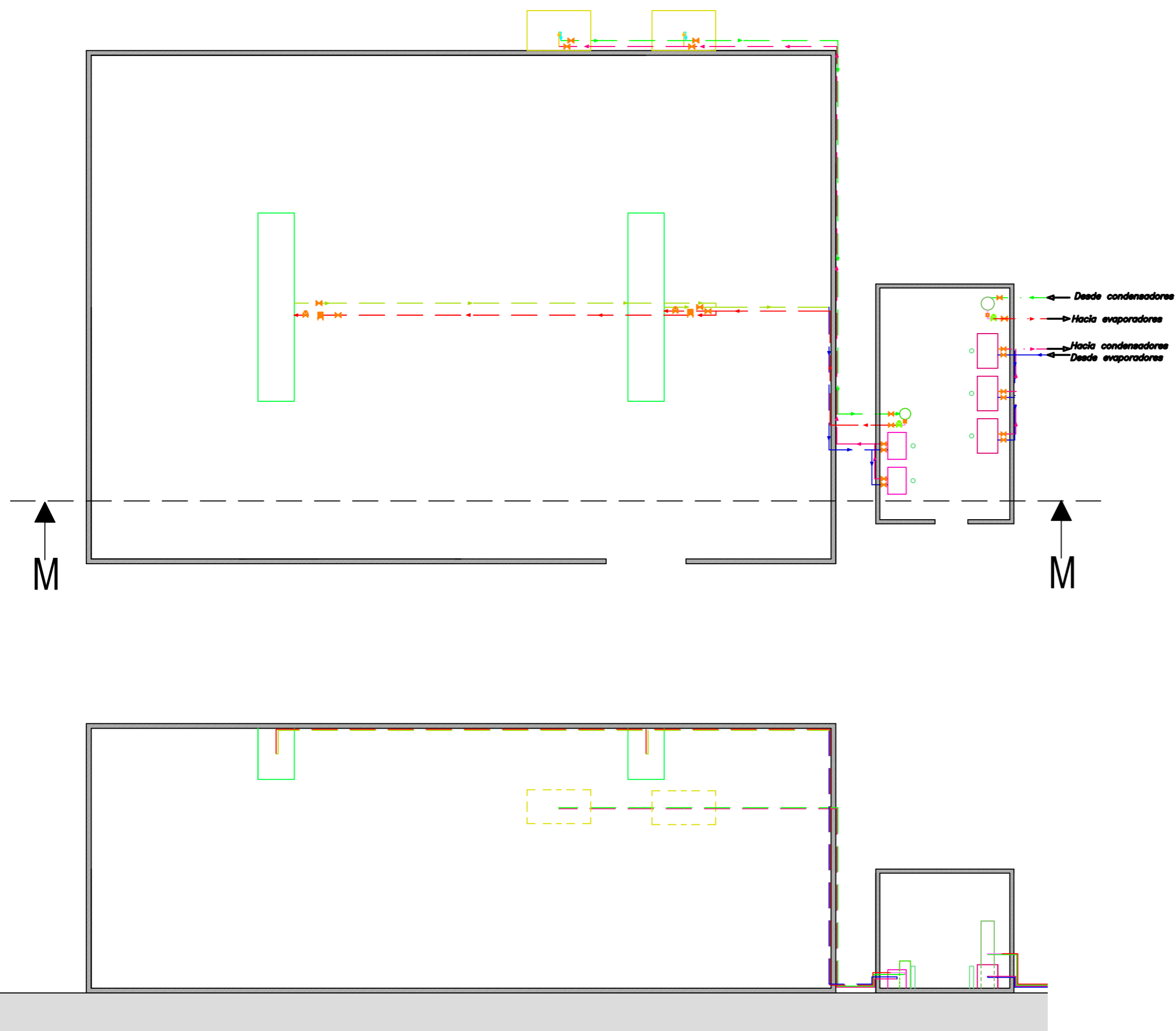
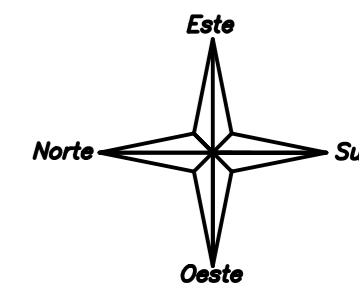


Corte L-L

Cotas en centímetros

Diseño de Cámaras Frigoríficas		
Autor	Carlos M. Verdugo Funes	ULL Universidad de La Laguna
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN	
ESCALA: E 1:10	Plano de colocación de equipos en cámara de congelación acotado	Nº P. : 13 Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado

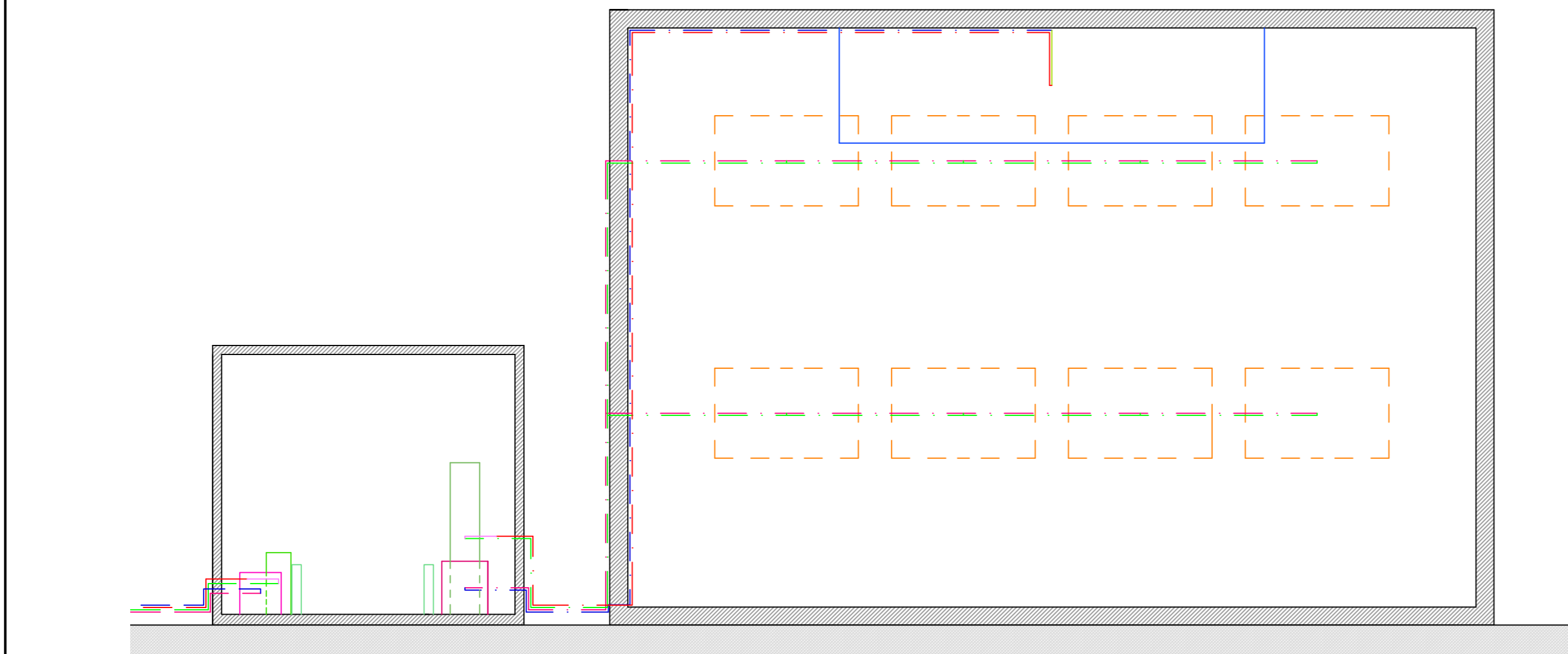
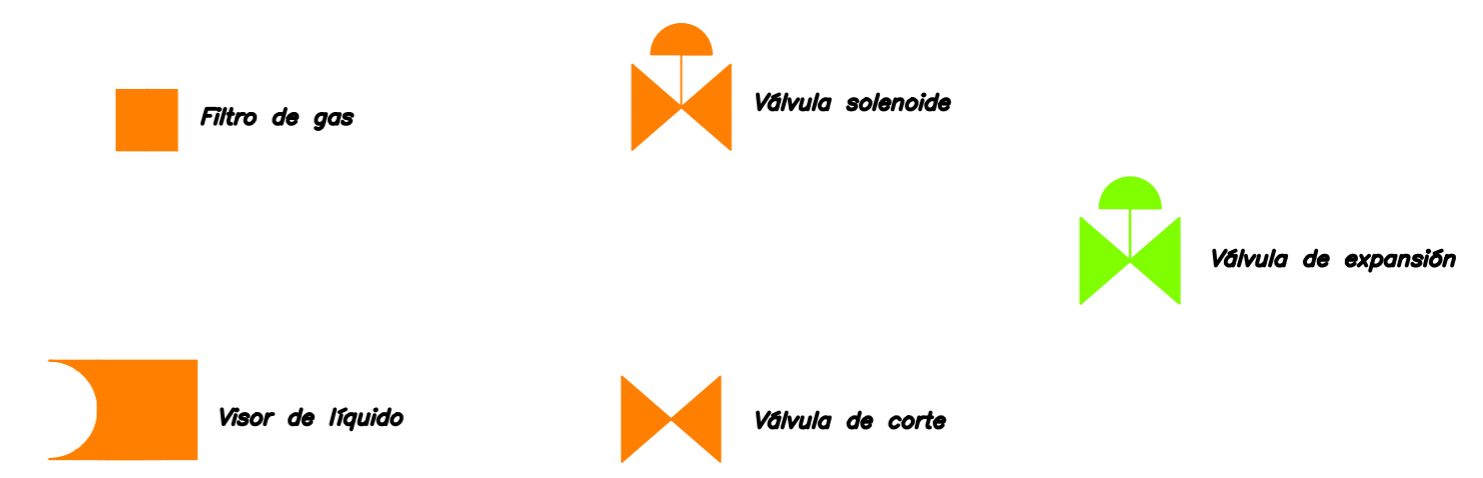
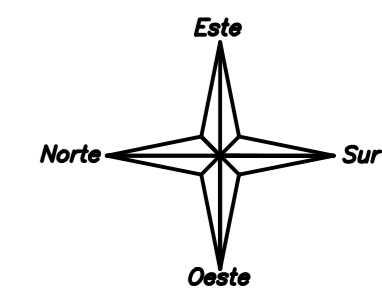
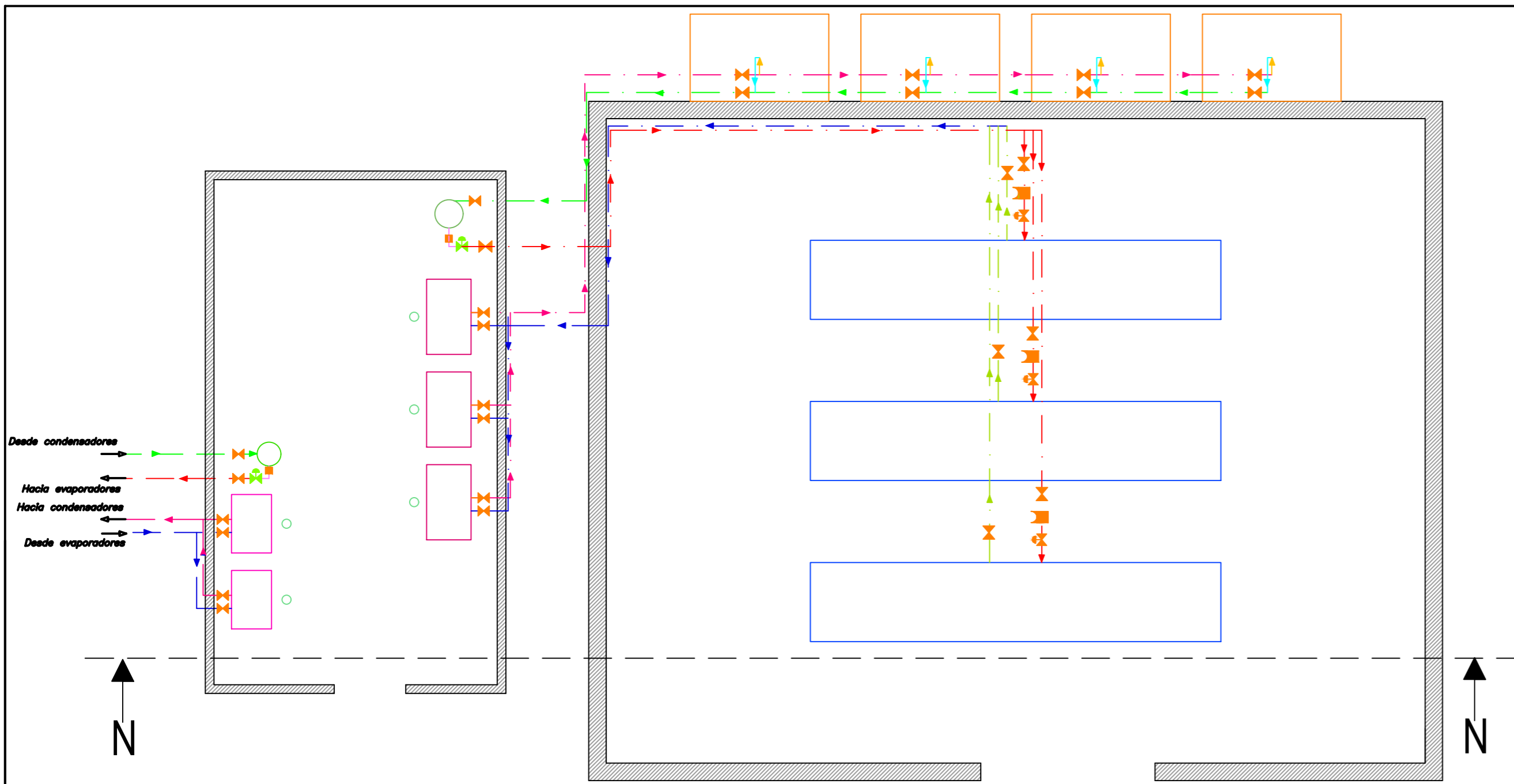
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado en Ingeniería Química Industrial
Universidad de La Laguna



Tipo de línea	Representación	Diámetro (in)	Longitud (m)	Material
Descarga de evaporadores		2 5/8	15,6	Cobre rígido
Aspiración de compresores		1 5/8	16,11	Cobre rígido
Descarga compresores		1 5/8	24,68	Cobre rígido
Aspiración condensadores		1 3/8	0,72	Cobre rígido
Descarga condensadores		5/8	0,72	Cobre rígido
Aspiración recipiente		1 1/8	22,68	Cobre rígido
Descarga recipiente		3/4	0,35	Cobre rígido
Aspiración evaporadores		1 5/8	25,72	Cobre rígido

Corte M-M

Diseño de Cámaras Frigoríficas			
Autor	Carlos M. Verdugo Funes		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017		Grado en Ingeniería Química Industrial
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna
ESCALA:	E 1:10	Plano de líneas de tuberías en la cámara de refrigeración	Nº P.: 14
			Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado



Tipo de línea	Representación	Diámetro (in)	Longitud (m)	Material
Descarga de evaporadores		2 5/8	10,85	Cobre rígido
Aspiración de compresores		3 1/8	18,54	Cobre rígido
Descarga compresores		2 1/8	25,87	Cobre rígido
Aspiración condensadores		2 1/8	3,2	Cobre rígido
Descarga condensadores		7/8	3,2	Cobre rígido
Aspiración recipiente		2 1/8	22,99	Cobre rígido
Descarga recipiente		1 5/8	0,35	Cobre rígido
Aspiración evaporadores		1 5/8	13,64	Cobre rígido

Corte N-N

Diseño de Cámaras Frigoríficas			
Autor	Carlos M. Verdugo Funes	ULL Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna
Fecha	MES-AÑO 21 / 5 / 2017		
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	E 1:5	Plano de líneas de tuberías en la cámara de congelación	Nº P. : 15
			Nom.Arch: Trabajo de Fin de Grado

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Presupuesto

Trabajo de Fin de Grado

Carlos Manuel Verdugo Funes

A 30/06/2017

En San Cristóbal de La Laguna

Provincia: Santa Cruz de Tenerife, Canarias.

Tutores académicos:

Luis Enrique Rodríguez Gómez

Manuel Fernando Álvarez Díaz

DESIGNACIÓN	Coste por unidad	IMPORTE	
		EN CIFRAS	EN LETRAS
637,4 m ² Panel Frigorífico tipo ISOTERM-1125-120	71,8 €/m ²	45.765,32 €	CUARENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS SESENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
288 m ² Panel Frigorífico tipo ISOTERM-1125-120	103 €/m ³	29.659,88 €	VEINTINUEVE MIL SEICIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS
Una Puerta Corredera 2000X3000(0°C)309T00 Lacada blanca	3.994 €/unidad	3.994,00 €	TRES MIL NOVECIENTOS DOVENTA Y CUATRO EUROS
Una Puerta Corredera 2000X3000(-20°C)409T20 Lacada blanca	4.205 €/unidad	4.205,00 €	CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCO EUROS
Dos Compresores tipo FRASCOLD V-15-59Y	5.209 €/unidad	10.418,00 €	DIEZ MIL CUATROCIENTOS DIECIOCHO EUROS
Tres Compresores tipo FRASCOLD W-80-240Y	13.400 €/unidad	40.200,00 €	CUARENTA MIL DOSCIENTOS EUROS
Dos Condensadores tipo 4TES-12Y Bitzer	6.700 €/unidad	13.400,00 €	TRECE MIL CUATROCIENTOS EUROS
Ocho Condensadores tipo 6HE-28Y Bitzer	10.700 €/unidad	85.600,00 €	OCHENTA Y CINCO MIL SEICIENTOS EUROS
Dos Evaporadores tipo BHA 2780	37.540 €/unidad	75.080,00 €	SETENTA Y CINCO MIL OCHENTA EUROS
Tres Evaporadores tipo BHE 2120	50.000 €/unidad	150.000,00 €	CIENTO CINCUENTA MIL EUROS
Una Válvula Expansión Electrónica tipo DANFOSS AKVA10-2	390 €/unidad	390,00 €	TRESCIENTOS NOVENTA EUROS
Una Válvula Expansión Electrónica tipo DANFOSS AKV-20-3	1.171 €/unidad	1.171,00 €	MIL CIENTO SETENTA Y UN EUROS
Un Recipiente de líquido vertical tipo RLV-31	590 €/unidad	590,00 €	QUINIENTOS NOVENTA EUROS
Un Recipiente de líquido vertical tipo RLV-120	1.307 €/unidad	1.307,00 €	MIL TRESCIENTOS SIETE EUROS
631,4 kg de Refrigerante R-134a, BB134K40	11,5 €/kg	7.261,04 €	SIETE MIL DOSCIENTOS SESENTA Y UN EUROS
0,7 metros de Tubo de cobre rígido de 5/8" x 0,8 mm.	9,1 €/m	6,55 €	SEIS EUROS CON CINCUENTA Y CINCO EUROS

0,4 metros de Tubo de cobre rígido de 3/4" x 1 mm.	9,72 €/m	3,40 €	TRES EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
3,2 metros de Tubo de cobre rígido de 7/8" x 1 mm.	11,3 €/m	36,16 €	TREINTA Y SEIS EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS
22,7 metros de Tubo de cobre rígido de 1-1/8" x 1 mm	15,4 €/m	349,26 €	TRESCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS
0,7 metros de Tubo de cobre rígido de 1-3/8" x 1,25 mm	22,9 €/m	16,49 €	DIECISEIS EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
80,5 metros de Tubo de cobre rígido de 1-5/8" x 1,25 mm	26,9 €/m	2.165,60 €	DOS MIL CIENTO SESENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
52,1 metros de Tubo de cobre rígido de 2-1/8" x 1,25 mm	36,8 €/m	1.915,84 €	MIL NOVECIENTOS QUINCE EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
26,4 metros de Tubo de cobre rígido de 2-5/8" x 1,65 mm	59 €/m	1.560,43 €	MIL QUINIENOS SESENTA EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
18, 5 metros de Tubo de cobre rígido de 3-1/8" x 1,65 mm	71 €/m	1.316,27 €	MIL TRESCIENTOS DIECISEIS EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
Cinco Válvulas solenoides tipo AKV 20-4	1.171 €/unidad	5.855,00 €	CINCO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS
Un Filtro de vapores tipo FIA 20-500 angle	153 €/unidad	153,00 €	CIENTO CINCUENTA Y TRES EUROS
Un Filtro de vapores tipo FIA 32-100 angle	227 €/unidad	227,00 €	DOSCIENTOS VEINTISIETE EUROS
Treinta y cuatro Válvulas de corte tipo BML 22	154 €/unidad	5.236,00 €	CINCO MIL DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS
Ocho Válvulas de corte tipo GBC 42s	214 €/unidad	7.276,00 €	SIETE MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS
Dos Válvulas de corte tipo GBC 79s	548 €/unidad	4.384,00 €	CUATRO MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS
Dos Termostatos tipo DANFOSS UT-72	32,9 €/unidad	65,8 €	SESENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
Dos Controladores tipo EKC-368A	819 €/unidad	1.638,0 €	MIL SEISCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS
Tres Separadores de aceite tipo SAC-2 1 1/8"	935 €/unidad	1.870,0 €	MIL OCHOCIENTOS SETENTA EUROS
Tres Separadores de aceite tipo SAC-3 1 3/8"	1.280 €/unidad	3.840,0 €	TRESMIL OCHOCIENTOS CUARENTA EUROS
Cinco Visores de líquido tipo SGS/SGP16N 1 5/8"	44,4 €/unidad	222,0 €	DOSCIENTOS VEINTIDÓS EUROS

IMPORTE TOTAL	
<i>EN CIFRAS</i>	<i>EN LETRAS</i>
507.178,03 €	QUINIENTOS SIETE MIL CIENTO SETENTA Y OCHO EUROS CON TRES CÉNTIMOS

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Anexo I: Fichas técnicas

Trabajo de Fin de Grado

Carlos Manuel Verdugo Funes

A 30/06/2017

En San Cristóbal de La Laguna

Provincia: Santa Cruz de Tenerife, Canarias.

Tutores académicos:

Luis Enrique Rodríguez Gómez

Manuel Fernando Álvarez Díaz

En este anexo se presentan las fichas técnicas de todos los equipos seleccionados para el correcto funcionamiento de las instalaciones.

Índice del Anexo

	<i>Pág</i>
1- Ficha técnica del R-134a.....	1
2- Ficha técnica de los compresores.....	5
3- Ficha técnica de los condensadores.....	17
4- Ficha técnica de los evaporadores.....	23
5- Ficha técnica de las válvulas de expansión.....	25
6- Ficha técnica de los recipientes de líquido.....	28
7- Ficha técnica de los separadores de aceite.....	29
8- Ficha técnica de las válvulas solenoides.....	30
9- Ficha técnica de las válvulas de corte (Instaladas).....	33
10- Ficha técnica de los filtros de vapor (Instalados).....	63
11- Ficha técnica de los visores de líquido (Instalados).....	66
12- Ficha técnica de las tuberías (Instaladas).....	69
13- Ficha técnica de los controladores.....	93
14- Ficha técnica de los termostatos.....	105
15- Ficha técnica de las puertas de las instalaciones.....	108
16- Ficha técnica de los paneles aislantes.....	109
17- Ficha técnica de las estanterías.....	113



Características y aplicaciones

El gas refrigerante R-134a es un HFC que sustituye al R-12 en instalaciones nuevas. Como todos los refrigerantes HFC no daña la capa de ozono. Tiene una gran estabilidad térmica y química, una baja toxicidad y no es inflamable, además de tener una excelente compatibilidad con la mayoría de los materiales. Su clasificación es **A1** grupo **L1**.

No es miscible con los aceites tradicionales del R-12 (mineral y alquilbencénico); en cambio su miscibilidad con los aceites poliésteres (POE) es completa, por lo que debe de utilizarse siempre con este tipo de aceites.

R-134a es un refrigerante alternativo al R-12 para el retrofitting de la instalación o para instalaciones nuevas. Es muy utilizado en el aire acondicionado de los automóviles y en refrigeradores domésticos. También se utiliza mucho en chillers del sector industrial y comercial además del transporte frigorífico en temperaturas positivas.

Toxicidad y almacenamiento

R-134a es una sustancia con muy poca toxicidad. El índice por inhalación LCL0 de 4 horas en ratas es inferior a 500.000 ppm y el NOEL en relación a problemas cardíacos es aproximadamente 75.000 ppm. En exposiciones durante 104 semanas a una concentración de 10.000 ppm no se ha observado efecto alguno. Los envases de R-134a deben ser almacenados en lugares frescos y ventilados lejos de focos de calor. Los vapores de R-134a son más pesados que el aire y suelen acumularse cerca del suelo.

Componentes

Nombre químico	% en peso	Nº . CE
1,1,1,2- Tetrafluoroetano (R-134a)	100	212-377-0



Propiedades físicas

PROPIEDADES FÍSICAS		R-134A
Peso molecular	(g/mol)	102
Punto de ebullición (a 1,013 bar)	(°C)	-26.1
Punto de congelación	(°C)	-103
Temperatura crítica	(°C)	101.1
Presión crítica	(bar abs)	40,67
Densidad crítica	(Kg/m ³)	508
Densidad del líquido (25°C)	(Kg/m ³)	1.206
Densidad del líquido (0°C)	(Kg/m ³)	1.293
Densidad del vapor saturado (a punto ebull.)	(Kg/m ³)	5,28
Presión de vapor (25°C)	(bar abs)	6.657
Presión de vapor (0°C)	(bar abs)	2,92
Calor de vaporización a punto de ebullición	(KJ/Kg)	217,2
Calor específico del líquido (25°C) (1,013 bar)	(KJ/Kg.K)	1.44
Calor específico del vapor (25°C) (1,013 bar)	(KJ/Kg.K)	0.85
Viscosidad del líquido (25°C)	(cP)	0.202
Presión superficial (25°C)	(mN/m)	8,09
Solubilidad del R134a en agua (25°C a 1,013 bar)	(wt%)	0.15
Capacidad volumétrica refrig. (-25°C)	(Kg/m ³)	1192.11
Inflamabilidad		No
ODP	-	0
PCA (GWP)	-	1430

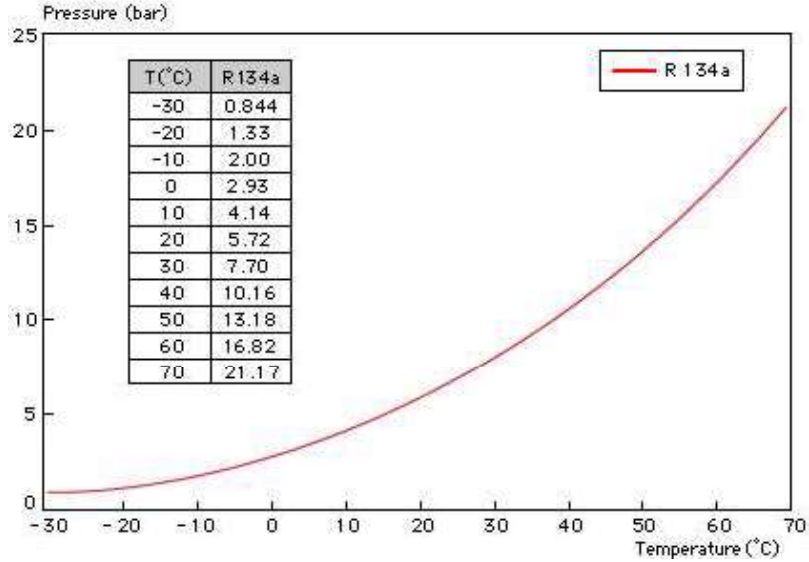
Compatibilidad con los materiales

	ELASTÓMEROS			PLASTÓMEROS			
	C	PC	NC		C	PC	NC
Goma Butílica	X			Propileno	X		
Neopreno	X			PVC	X		
Buna N	X			Polietileno	X		
Buna S		X		Nylon	X		
Goma fluorada			X	Poliestireno		X	
Goma natural	X			PTFE	X		
Goma siliconada		X		Poliacetileno	X		
Goma EPDM	X			Resina epoxi	X		
Polisulfúrica	X			ABS		X	

C = Compatible PC = Poco Compatible NC = No Compatible



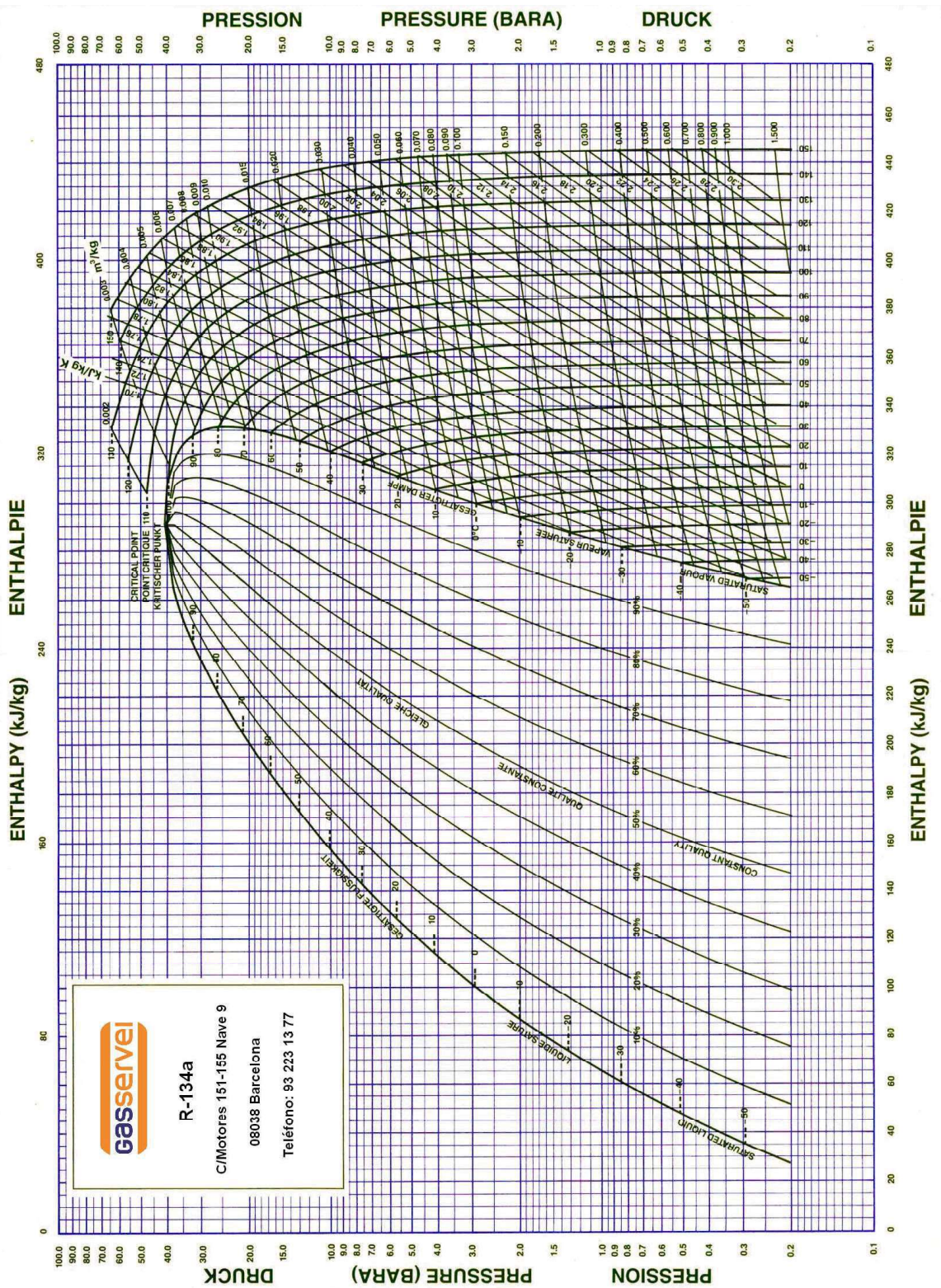
Gráfico de presión / Temperatura



TEMP. (°C)	PRESION ABSOLUTA (bar)		DENSIDAD (Kg/m ³)		ENTALPIA (kJ/Kg)		ENTROPIA (kJ/Kg.K)	
	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO
-40	0.51	0.51	1413.94	2.76	149.45	375.65	0.8008	1.7710
-35	0.66	0.66	1399.95	3.50	155.53	378.93	0.8266	1.7646
-30	0.84	0.84	1385.72	4.39	161.67	382.20	0.8521	1.7590
-25	1.06	1.06	1371.24	5.45	167.88	385.45	0.8773	1.7540
-20	1.32	1.32	1356.46	6.71	174.16	388.69	0.9023	1.7497
-15	1.63	1.63	1341.36	8.19	180.51	391.90	0.9270	1.7458
-10	2.00	2.00	1325.92	9.92	186.93	395.07	0.9515	1.7425
-5	2.42	2.42	1310.10	11.92	193.43	398.20	0.9759	1.7395
0	2.92	2.92	1293.86	14.23	200.00	401.28	1.0000	1.7369
5	3.49	3.49	1277.17	16.89	206.65	404.30	1.0240	1.7346
10	4.14	4.14	1259.99	19.93	213.38	407.25	1.0478	1.7325
15	4.88	4.88	1242.27	23.40	220.20	410.13	1.0714	1.7306
20	5.71	5.71	1223.96	27.34	227.11	412.92	1.0950	1.7288
25	6.65	6.65	1205.00	31.81	234.11	415.62	1.1184	1.7272
30	7.70	7.70	1185.33	36.88	241.21	418.20	1.1417	1.7256
35	8.88	8.88	1164.89	42.61	248.42	420.67	1.1650	1.7240
40	10.18	10.18	1143.58	49.08	255.74	423.01	1.1882	1.7223
45	11.62	11.62	1121.32	56.40	263.19	425.20	1.2114	1.7206
50	13.20	13.20	1197.98	64.66	270.77	427.23	1.2346	1.7187



Diagrama de Mollier



AREA

Call us! **0808 234 00 78**



**Compressor semi-hermetic piston
Frascold V 15 59Y**
Frascold

Data sheet

Voltage	380/415 V 50/60 hz 3 ph
Horse power	15 CV
Displacement m ³	58.48 m ³
Cooling capacity at Refrigeration conditions, R404A	36.71 kW
Cooling capacity at Low conditions, R404A	12.23 kW
Cooling capacity at Low conditions, R22	10.55 kW
Cooling capacity at conditions, R134a	26.44 kW
Refrigerant	R404A, R22, R134a
Suction pipe	1 5/8 "
Discharge pipe	1 1/8 "
Weight	184 Kg
Start-up intensity (rotor blocked)	74,8 A
Maximum service intensity	31.1 A
Type of oil	FRASCOLD POE 68
Text	380/420-3-50 (440/480-3-60) DOL/PWS Equipado con bomba de aceite y presostato diferencial de aceite electronico Equipado con sensor de temperatura descarga
Accessories	Crankcase heater 150W 0044001200 Control 50% capacity SZ-CC2 / 0 Start downloaded SZ-230 300mm cylinder head US2Ventilador 0044001800
Temperature	Low
Technologies	Fixed speed
Heat pump	No
Lubrication mode	Bomba de aceite
Motor protection	PTC 130

Winding ratio	50 / 50 %
Maximum permitted overpressure	20.5 / 30 bar
Type of motor cooling	Por gas de aspiración
Type of terminal housing protection	IP54
Motor protection type	EC11
Speed	1450 rpm

^ [View less information](#)

Documentation

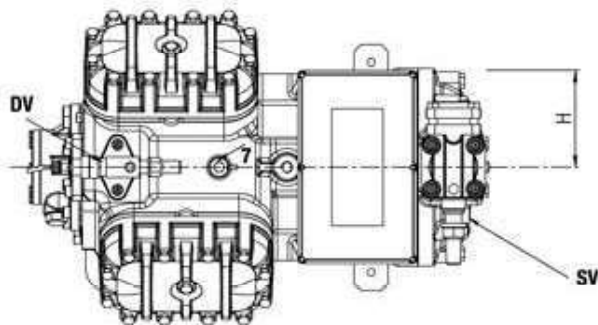
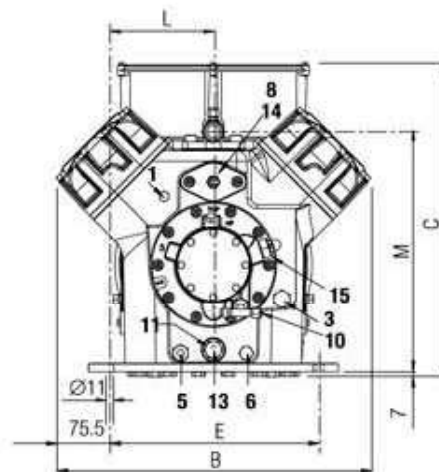
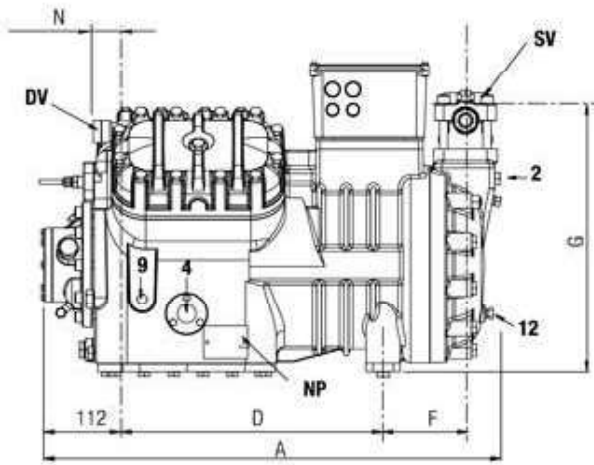
[Dibujo-compresor-serie-V.jpg 101.52KB \(/files/Dibujo-compresor-serie-V.jpg\)](#)

50 Hz

Dimensioni di ingombro

Dimensional drawing

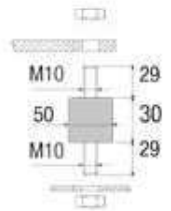
Mass Zeichnungen



Supporto antivibrante

Vibration absorber

Vibrationsabsorber



Serie Serie **V**
Série Reihe

Compressore Compressor Verdichter	Rubinetto aspirazione Suction valve Saugventil	Rubinetto compressione Discharge valve Druckventil	Lunghezza Length Länge	Larghezza Width Breite	Altezza Height Höhe	Interassi di fissaggio Base mounting Befestigungslöcher	Rubinetto aspirazione Suction valve Saugventil	Rubinetto compressione Discharge valve Druckventil
---	--	--	------------------------------	------------------------------	---------------------------	---	--	--

FCAT01-17

	∅ "	∅ mm	∅ "	∅ mm	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	G mm	H mm	L mm	M mm	N mm
V 15 59 Y	1 ¹¹ / ₁₆	42.0	1 ¹¹ / ₁₆	28.6	672	460	463	381	305	120	367	95	152	352	43
V 20 59 Y	1 ¹¹ / ₁₆	42.0	1 ¹¹ / ₁₆	28.6	672	460	463	381	305	120	367	95	152	352	43
V 15 71 Y	1 ¹¹ / ₁₆	42.0	1 ¹¹ / ₁₆	28.6	672	460	463	381	305	120	367	95	152	352	43
V 25 71 Y	2 ¹ / ₈	54.0	1 ¹¹ / ₁₆	35.0	703	460	463	381	305	133	389	130	152	355	48
V 20 84 Y	1 ¹¹ / ₁₆	42.0	1 ¹¹ / ₁₆	28.6	672	460	463	381	305	120	367	95	152	352	43
V 30 84 Y	2 ¹ / ₈	54.0	1 ¹¹ / ₁₆	35.0	703	460	463	381	305	133	389	130	152	355	48
V 25 93 Y	2 ¹ / ₈	54.0	1 ¹¹ / ₁₆	35.0	703	460	463	381	305	133	389	130	152	355	48
V 32 93 Y	2 ¹ / ₈	54.0	1 ¹¹ / ₁₆	35.0	743	460	463	381	305	158	389	130	152	355	48

1	tappo di alta pressione	high pressure plug	Stopfen Druckseite
2	tappo di bassa pressione	low pressure plug	Stopfen Saugseite
3	tappo di carico olio	oil charge plug	Stopfen Ölfüllung
4	spia livello olio	oil level sight glass	Ölschauglas
5	sede resistenza carter	crankcase heater seat	Pos. für Ölsumpfheizung
6	tappo scarico olio	oil drain plug	Stopfen Ölabblass
7	attacco per valvola iniezione liquido	liquid injection valve plug	Stopfen Flüssigkeitseinspritzung
8	attacco per sensore iniezione liquido	liquid injection sensor plug	Stopfen Sensor
9	attacco pressostato diff. olio (b.p.)	oil pressure switch connection (l.p.)	Öldruckschalter Niederdruckanschluss
10	attacco pressostato diff. olio (a.p.)	oil pressure switch connection (h.p.)	Öldruckschalter Hochdruckanschluss
11	filtro olio	oil filter	Ölfilter
12	tappo ritorno olio	oil return plug	Stopfen Ölrückführung
13	tappo magnetico	magnetic plug	Magnetstopfen
14	sensore massima temp. compressione	max. discharge temperature sensor	Druckgasfühler
15	attacco pressostato olio elettronico	electronic oil pressure switch connection	Elektronische Öldruckschalteranschluss
DV	rubinetto di compressione	discharge valve	Druckventil
NP	targhetta	name plate	Verdichtertypschild
SV	rubinetto di aspirazione	suction valve	Saugventil

33

Output tables

R134a**Compresor V 15 59Y [normal]**

Refrigerante R134a

Tensión 400/3/50/PWS

Sobrecalentamiento del evaporador 100,0 %

Subenfriamiento 0,0 K

Temperatura de evaporación	°C	12,5	10,0	5,0	0	-5,0	-10,0	-15,0	-20,0
----------------------------	----	------	------	-----	---	------	-------	-------	-------

Temperatura de condensación = 30,0°C

Capacidad frigorífica	W	54947	50179	41575	34128	27735	22297	17709	13872
Potencia absorbida	kW	8,57	8,50	8,23	7,79	7,23	6,57	5,85	5,11
COP		6,41	5,90	5,05	4,38	3,84	3,39	3,03	2,72

Temperatura de condensación = 40,0°C

Capacidad frigorífica	W	48975	44686	36954	30264	24515	19604	15431	11893
Potencia absorbida	kW	10,59	10,31	9,65	8,89	8,04	7,14	6,23	5,34
COP		4,62	4,33	3,83	3,41	3,05	2,74	2,48	2,23

Temperatura de condensación = 45,0°C

Capacidad frigorífica	W	45971	41973	34679	28319	22893	18748	14783	10895
-----------------------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Capacidad frigorífica	W	13771	11729	91827	28917	22879	18218	14289	10879
Potencia absorbida	kW	11,48	11,10	10,26	9,34	8,36	7,36	6,37	5,41
COP		4,01	3,78	3,37	3,03	2,74	2,48	2,24	2,01

Temperatura de condensación = 50,0°C

Capacidad frigorífica	W	42956	39149	32293	26365	21263	16885	13129	9894
Potencia absorbida	kW	12,28	11,81	10,81	9,73	8,63	7,53	6,46	5,46
COP		3,50	3,31	2,99	2,71	2,46	2,24	2,03	1,81

R404A**Compressor V 15 59Y [normal]**

Refrigerante R404A

Tensión 400/3/50/PWS

Sobrecalentamiento del evaporador 100,0 %

Subenfriamiento 0,0 K

Temperatura de evaporación	°C	-5,0	-10,0	-15,0	-20,0	-25,0	-30,0	-35,0	-40,0	-45,0
----------------------------	----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Temperatura de condensación = 30,0°C

Capacidad frigorífica	W	45830	37860	31040	25230	20293	16088	12478	9322	6482
Potencia absorbida	kW	12,54	11,85	10,99	10,00	8,93	7,83	6,74	5,72	4,81
COP		3,66	3,19	2,82	2,52	2,27	2,05	1,85	1,63	1,35

Temperatura de condensación = 40,0°C

Capacidad frigorífica	W	39416	32480	26565	21532	17241	13554	10332	7435	4725
Potencia absorbida	kW	14,55	13,47	12,25	10,95	9,61	8,27	6,99	5,82	4,80
COP		2,71	2,41	2,17	1,97	1,79	1,64	1,48	1,28	0,99

Temperatura de condensación = 45,0°C

Capacidad frigorífica	W	36185	29760	24291	19639	15666	12231	9196	6423	3771
Potencia absorbida	kW	15,46	14,19	12,80	11,35	9,87	8,42	7,05	5,81	4,74
COP		2,34	2,10	1,90	1,73	1,59	1,45	1,30	1,11	0,80

Temperatura de condensación = 50,0°C

Capacidad frigorífica	W	32917	26998	21971	17696	14035	10848	7997	5342	-
Potencia absorbida	kW	16,29	14,83	13,28	11,67	10,07	8,51	7,06	5,74	-
COP		2,02	1,82	1,65	1,52	1,39	1,27	1,13	0,93	-

COP		2,02	1,82	1,66	1,52	1,39	1,27	1,13	0,93	-
Enfriamiento por ventilador de culata										

AREA

Call us! 0808 234 00 78



Compressor semi-hermetic piston Frascold W 70 206Y

Frascold

Data sheet

Voltage	380/415 V 50/60 hz 3 ph
Horse power	70 CV
Displacement m ³	205.80 m ³
Cooling capacity at ARI conditions, R407C	179.52 kW
Cooling capacity at Refrigeration conditions, R407C	115.03 kW
Cooling capacity at Refrigeration conditions, R404A	126.91 kW
Cooling capacity at Refrigeration conditions, R22	128.25 kW
Cooling capacity at conditions, R134a	88.54 kW
Refrigerant	R407C, R404A, R22, R134a
Suction pipe	3 1/8 "
Discharge pipe	2 1/8 "
Weight	354 Kg
Start-up intensity (rotor blocked)	390,0 A
Maximum service intensity	116.8 A
Type of oil	FRASCOLD POE 68
Text	380/415 V 50/60 hz 3 ph DOL / DWS

TEXT	360/420-3-30 (440/460-3-60) DOL/PWS Equipado con bomba de aceite y presostato diferencial de aceite electronico Equipado con sensor de temperatura descarga
Accessories	Crankcase heater 150W 0044001200 Control 25% capacity SZ-CC2 / 0 Control 25%-50% capacity SZ-CC2 / 1 Start downloaded SZ-230 300mm cylinder head US2Ventilador 0044001800
Temperature	Medium/high
Technologies	Fixed speed
Heat pump	No
Lubrication mode	Bomba de aceite
Motor protection	PTC 130
Winding ratio	50 / 50 %
Maximum permitted overpressure	20.5 / 30 bar
Type of motor cooling	Por gas de aspiración
Type of terminal housing protection	IP54
Motor protection type	EC11
Speed	1450 rpm

▼ [View more information](#)

Documentation

[Dibujo-compresor-serie-W.jpg 109.70KB \(/files/Dibujo-compresor-serie-W.jpg\)](#)

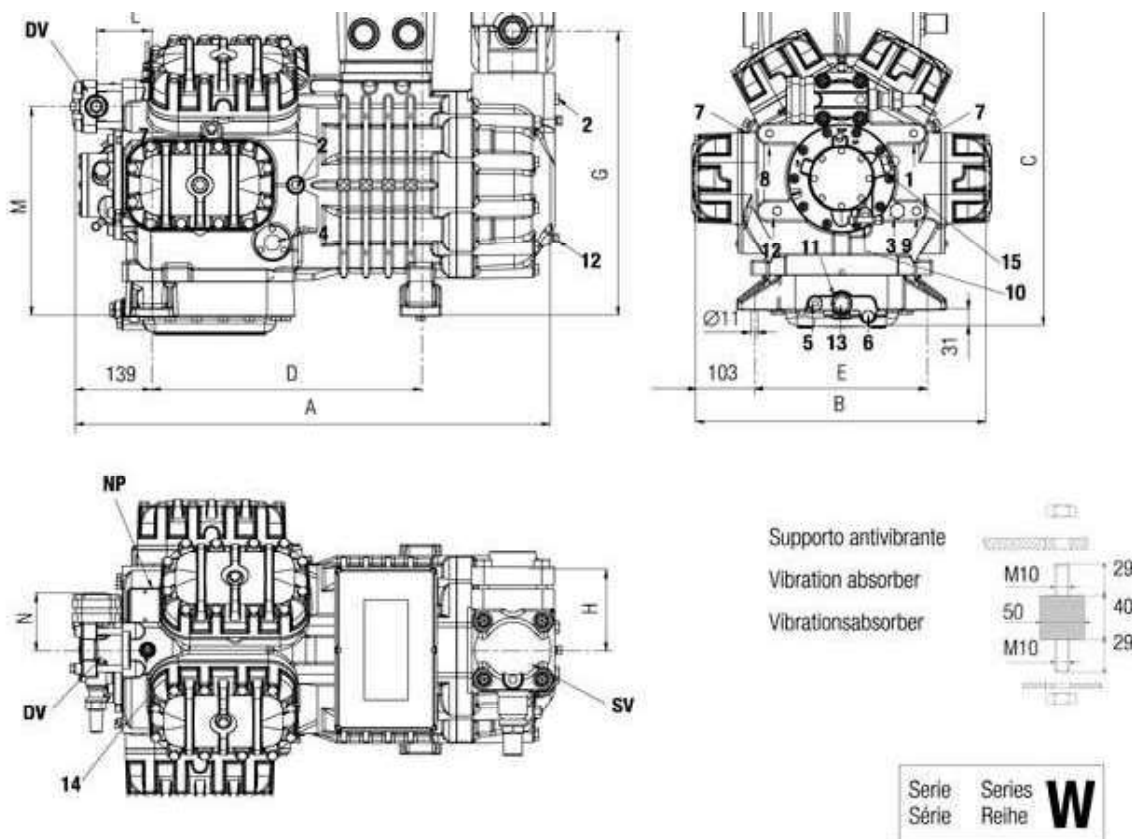
50 Hz

Dimensioni di ingombro

Dimensional drawing

Mass Zeichnungen





FCA101-17

Compressore Compressor Verdichter	Rubinetto aspirazione Suction valve Saugventil		Rubinetto compressione Discharge valve Druckventil		Lunghezza Length Länge		Larghezza Width Breite		Altezza Height Höhe		Interassi di fissaggio Base mounting Befestigungslöcher		Rubinetto aspirazione Suction valve Saugventil		Rubinetto compressione Discharge valve Druckventil	
	Ø"	Ø mm	Ø"	Ø mm	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	G mm	H mm	L mm	M mm	N mm	
W 40 142 Y	2 3/4"	67.0	1 1/4"	42.0	838	511	588	458	305	158	486	160	95	358	95	
W 40 168 Y	2 3/4"	67.0	1 1/4"	42.0	838	511	588	458	305	158	486	160	95	358	95	
W 50 168 Y	3 1/4"	79.4	1 1/4"	42.0	838	511	588	458	305	158	486	160	95	358	95	
W 50 187 Y	3 1/4"	79.4	1 1/4"	42.0	838	511	588	458	305	158	486	160	95	358	95	
W 60 187 Y	3 1/4"	79.4	1 1/4"	42.0	838	511	588	458	305	158	486	160	95	358	95	
W 60 206 Y	3 1/4"	79.4	2 1/4"	54.0	838	511	588	458	305	158	486	160	95	358	162	
W 70 206 Y	3 1/4"	79.4	2 1/4"	54.0	864	511	588	458	305	190	486	160	95	358	162	
W 70 228 Y	3 1/4"	79.4	2 1/4"	54.0	864	519	588	458	305	190	486	160	95	358	162	
W 75 228 Y	3 1/4"	79.4	2 1/4"	54.0	864	519	588	458	305	190	486	160	95	358	162	
W 75 240 Y	3 1/4"	79.4	2 1/4"	54.0	864	519	588	458	305	190	486	160	95	358	162	
W 80 240 Y	3 1/4"	79.4	2 1/4"	54.0	864	519	588	458	305	190	486	160	95	358	162	

1	tappo di alta pressione	high pressure plug	Stopfen Druckseite
2	tappo di bassa pressione	low pressure plug	Stopfen Saugseite
3	tappo di carico olio	oil charge plug	Stopfen Ötfüllung
4	spia livello olio	oil level sight glass	Ölschauglas
5	sede resistenza carter	crankcase heater seat	Pos. für Ölumpfeizung
6	tappo scarico olio	oil drain plug	Stopfen Ölablass
7	attacco per valvola iniezione liquido	liquid injection valve plug	Stopfen Flüssigkeitseinspritzung
8	attacco per sensore iniezione liquido	liquid injection sensor plug	Stopfen Sensor
9	attacco pressostato diff. olio (b.p.)	oil pressure switch connection (l.p.)	Öldruckschalter Niederdruckanschluss
10	attacco pressostato diff. olio (a.p.)	oil pressure switch connection (h.p.)	Öldruckschalter Hochdruckanschluss
11	filtro olio	oil filter	ÖlfILTER
12	tappo ritorno olio	oil return plug	Stopfen Ölrückführung
13	tappo magnetico	magnetic plug	Magnetstopfen
14	sensore massima temp. compressione	max. discharge temperature sensor	Druckgastühler
15	attacco pressostato olio elettronico	electronic oil pressure switch connection	Elektronische Öldruckschalteranschluss
DV	rubinetto di compressione	discharge valve	Druckventil
NP	targhetta	name plate	Verdichtertypschild
SV	rubinetto di aspirazione	suction valve	Saugventil

Output tables

R134a

Compressor W 70 206Y [normal]

Refrigerante R134a

Tensión 400/3/50/PWS

Sobrecalentamiento del evaporador 100,0 %

Subenfriamiento 0,0 K

Temperatura de evaporación	°C	12,5	10,0	5,0	0	-5,0	-10,0	-15,0	-20,0
----------------------------	----	------	------	-----	---	------	-------	-------	-------

Temperatura de condensación = 50,0°C

Capacidad frigorífica	W	147748	134204	109735	88540	70358	54928	41989	31279
Potencia absorbida	kW	38,07	36,98	34,49	31,68	28,65	25,49	22,30	19,17
COP		3,88	3,63	3,18	2,79	2,46	2,15	1,88	1,63

Temperatura de condensación = 60,0°C

Capacidad frigorífica	W	125142	113426	92355	74214	58741	45676	34757	25724
Potencia absorbida	kW	42,44	40,88	37,54	33,98	30,30	26,60	22,98	19,53
COP		2,95	2,77	2,46	2,18	1,94	1,72	1,51	1,32

Temperatura de condensación = 70,0°C

Capacidad frigorífica	W	102877	93004	75362	60305	47572	36902	28034	-
Potencia absorbida	kW	45,92	43,94	39,84	35,63	31,42	27,29	23,34	-
COP		2,24	2,12	1,89	1,69	1,51	1,35	1,20	-

Temperatura de condensación = 80,0°C

Capacidad frigorífica	W	81083	73070	58886	46943	36980	28735	-	-
Potencia absorbida	kW	48,55	46,20	41,46	36,72	32,07	27,61	-	-
COP		1,67	1,58	1,42	1,28	1,15	1,04	-	-

Enfriamiento por ventilador de culata

R404A

Compresor W 70 206Y [normal]

Refrigerante R404A

Tensión 400/3/50/PWS

Sobrecalentamiento del evaporador 100,0 %

Subenfriamiento 0,0 K

Temperatura de	°C	7,5	5,0	0	-5,0	-10,0	-15,0	-20,0	-25,0	-30,0
----------------	----	-----	-----	---	------	-------	-------	-------	-------	-------

evaporacion										
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Temperatura de condensación = 30,0°C

Capacidad frigorífica	W	257866	236813	198184	164184	134635	109214	87499	68990	53129
Potencia absorbida	kW	42,49	42,40	41,61	40,10	37,99	35,40	32,43	29,19	25,80
COP		6,07	5,59	4,76	4,09	3,54	3,09	2,70	2,36	2,06

Temperatura de condensación = 40,0°C

Capacidad frigorífica	W	220252	202147	168843	139459	113884	91863	73044	56996	43235
Potencia absorbida	kW	51,91	51,02	48,73	45,86	42,53	38,83	34,89	30,81	26,72
COP		4,24	3,96	3,46	3,04	2,68	2,37	2,09	1,85	1,62

Temperatura de condensación = 45,0°C

Capacidad frigorífica	W	201234	184646	154081	127070	103536	83262	65929	51146	38466
Potencia absorbida	kW	56,13	54,86	51,86	48,35	44,43	40,22	35,83	31,38	26,97
COP		3,59	3,37	2,97	2,63	2,33	2,07	1,84	1,63	1,43

Temperatura de condensación = 50,0°C

Capacidad frigorífica	W	181985	166958	139208	114633	93193	74708	58898	45411	33838
Potencia absorbida	kW	60,03	58,40	54,71	50,58	46,11	41,41	36,60	31,79	27,08
COP		3,03	2,86	2,54	2,27	2,02	1,80	1,61	1,43	1,25

R407C**Compresor W 70 206Y [normal]**

Refrigerante R407C

Tensión 400/3/50/PWS

Sobrecalentamiento del evaporador 100,0 %

Subenfriamiento 0,0 K

Temperatura de evaporación	°C	12,5	10,0	5,0	0	-5,0	-10,0	-15,0	-20,0	-25,0
----------------------------	----	------	------	-----	---	------	-------	-------	-------	-------

Temperatura de condensación = 30,0°C

Capacidad frigorífica	W	284859	260295	215559	176540	142910	114204	89858	69238	51653
Potencia absorbida	kW	36,26	36,56	36,48	35,58	33,98	31,80	29,15	26,15	22,91
COP		7,86	7,12	5,91	4,96	4,21	3,59	3,08	2,65	2,25

Temperatura de condensación = 40,0°C

Capacidad frigorífica	W	250477	228633	188810	154046	124066	98464	76738	58313	42564
Potencia absorbida	kW	46,55	45,99	44,30	41,92	38,99	35,60	31,89	27,96	23,92
COP		5,38	4,97	4,26	3,67	3,18	2,77	2,41	2,09	1,78

Temperatura de condensación = 45,0°C

Capacidad frigorífica	W	233559	213084	175732	143103	114954	90909	70496	53172	38345
Potencia absorbida	kW	51,24	50,27	47,81	44,74	41,17	37,23	33,01	28,65	24,26
COP		4,56	4,24	3,68	3,20	2,79	2,44	2,14	1,86	1,58

Temperatura de condensación = 50,0°C

Capacidad frigorífica	W	216828	197733	162870	132392	106084	83602	64508	48292	34393
Potencia absorbida	kW	55,66	54,30	51,09	47,34	43,17	38,68	34,00	29,24	24,51
COP		3,90	3,64	3,19	2,80	2,46	2,16	1,90	1,65	1,40

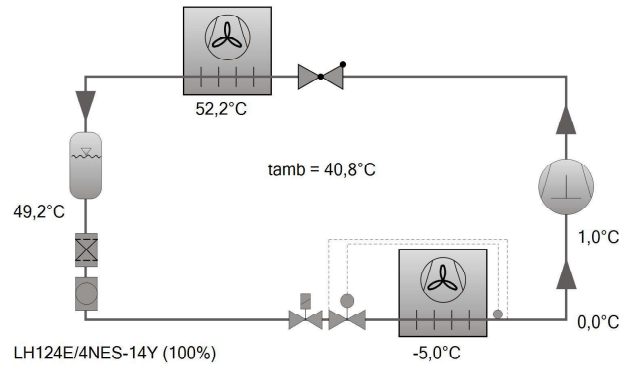
Enfriamiento por ventilador de culata



Compressor Selection: Condensing Units

Input Values

Unit type	LH124E/4NES-14Y
Series	Standard
Refrigerant	R134a
Reference temperature	Dew point temp.
Evaporating SST	-5,00 °C
Ambient temp.	40,8 °C
Suction gas temperature	1,00 °C
Useful superheat	5,00 K
Operating mode	Auto
Power supply	400V-3-50Hz
Capacity Control	100%



Result

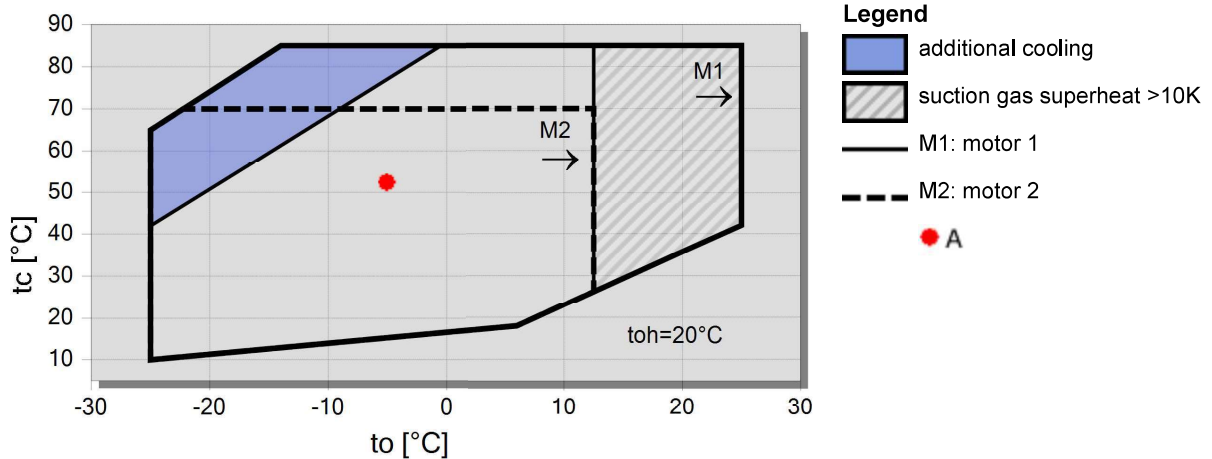
Unit type	LH124E/4NES-14Y-40P
Capacity steps	100%
Cooling capacity	18,44 kW
Evaporator capacity	18,32 kW
Power input *	8,30 kW
Current (400V)	13,79 A
Voltage range	380-420V
Mass flow	512 kg/h
Condensing SDT	52,2 °C
Liquid subcooling	3,00 K
Operating mode	Standard

Tentative Data.

*Power input including fan power absorption

Since 1st of July 2016 the ecodesign requirements of EU Regulation 2015/1095 apply to condensing units

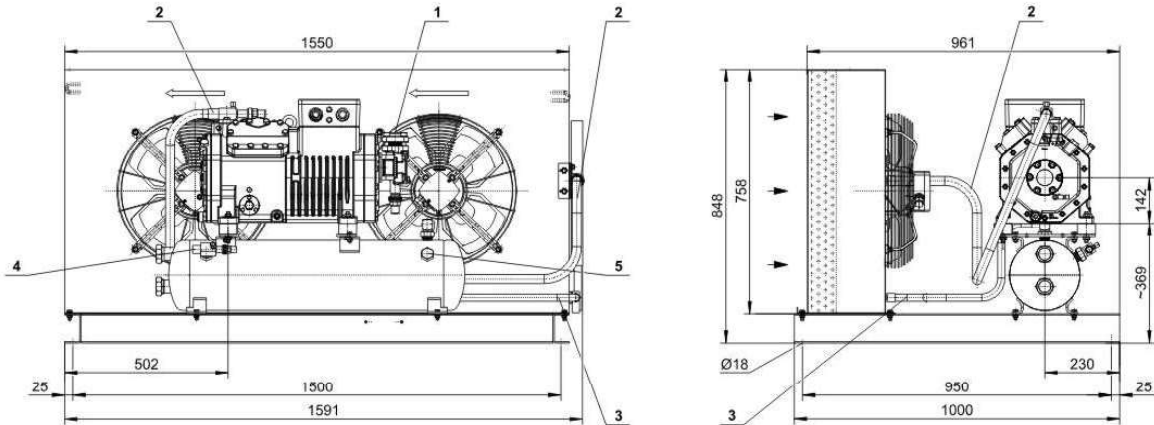
Application Limits





Technical Data: LH124E/4NES-14Y

Dimensions and Connections



Technical Data

Technical Data

Weight	307 kg
Total width	1591 mm
Total depth	1000 mm
Total height	848 mm
Connection suction line	35 mm - 1 3/8"
Connection liquid line	22 mm - 7/8"
Fans: Number	2xEC
Voltage (more on request)	230V-1-50Hz (Standard)
Current / Power consumption of each fan	1,8 A / 330 W
Air flow condenser 50Hz	9800 m ³ /h
Voltage (more on request)	230V-1-60Hz (Standard)
Current / Power consumption of each fan	1,8 A / 330 W
Air flow condenser 60Hz	9800 m ³ /h
Coil Volume	2,6 dm ³
Receiver type (Standard)	F302H
Max. refrigerant charge 90% at 20°C	
R22	32,7 kg
R134a	33,1 kg
R407C	31,3 kg
R404A/R507A	28,8 kg
R407A	
R407F	

Extent of delivery (Standard)

Discharge line	Standard
Protective charge	Standard

Available Options

Oil separator	Option
Check valve	Option
High & low pressure switch	Option
Dressed unit	Option
Weather protective housing	Option
Fans: elect. Speed control	Option

Sound measurement

Data of compressors: see compressor program



Condensing Units

Motor 1 = e.g. LH..E/4TES-12 with 12 "HP", primary for air-conditioning (e.g. R22,R407C) and medium temperature application (e.g. R134a, R407F, R407A, R404A, R507A, R22) and air-conditioning with R134a at high ambient temperatures.

Motor 2 = e.g. LH..E/4TES-9 with 8 "HP", for medium and low temperature application (e.g. R134a, R407F, R407A, R404A, R507A, R22) and air-conditioning with R134a.

For more information concerning the application range use the "limits" button.

Operation modes for LH..E/4VES-7 to LH../6HE-28 with R22

CIC = liquid injection with low temperature application, suction gas cooled motor

Specifications for sound emission Ecostar

The data are based on 50 Hz operation with R404A.

Soundpressure: Data are valid for free field conditions according to EN13487 with a block-shaped reference area in a distance of 10m.

For further informations see technical information for sound data.

Legend of connection positions according to "Dimensions":

- 1 Suction valve
- 2 Discharge gas line
- 3 Condensate line
- 4 Refrigerant outlet
- 5 Pressure relief valve connection

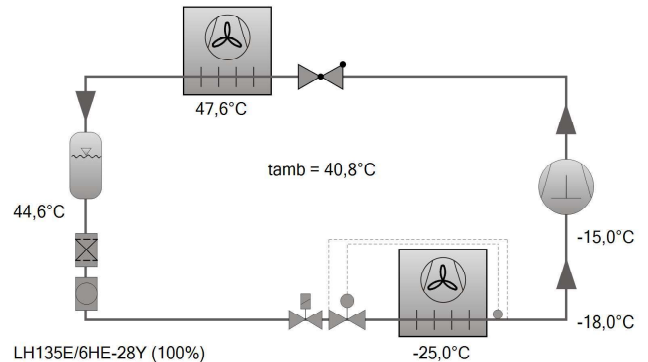
Dimensions can show tolerances according to EN ISO 13920-B.



Compressor Selection: Condensing Units

Input Values

Unit type	LH135E/6HE-28Y
Series	Standard
Refrigerant	R134a
Reference temperature	Dew point temp.
Evaporating SST	-25,00 °C
Ambient temp.	40,8 °C
Suction gas temperature	-15,00 °C
Useful superheat	7,00 K
Operating mode	Auto
Power supply	400V-3-50Hz
Capacity Control	100%



Result

Unit type	LH135E/6HE-28Y-40P
Capacity steps	100%
Cooling capacity	13,09 kW
Evaporator capacity	12,84 kW
Power input *	9,20 kW
Current (400V)	21,4 A
Voltage range	380-420V
Mass flow	371 kg/h
Condensing SDT	47,6 °C
Liquid subcooling	2,97 K
Operating mode	Standard



Tentative Data.

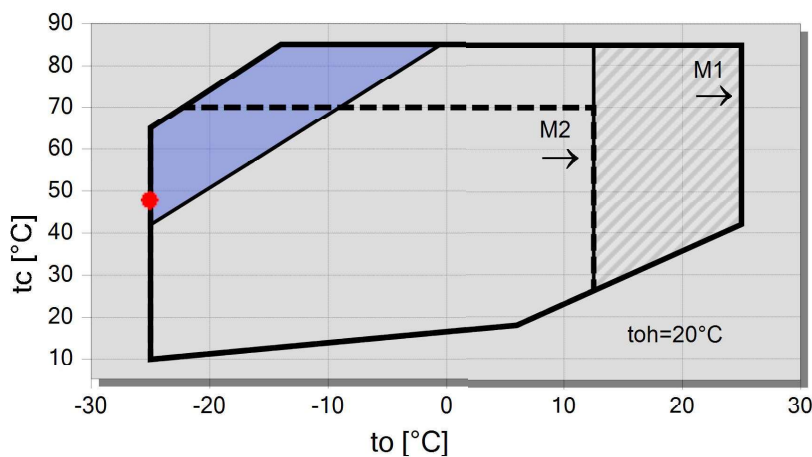
Condensing pressure regulation?! Sufficient ventilation must be observed! Limitations see Limits!

*Power input including fan power absorption

Performance data certified by ASERCOM (see T.Data/ Notes)

Since 1st of July 2016 the ecodesign requirements of EU Regulation 2015/1095 apply to condensing units

Application Limits



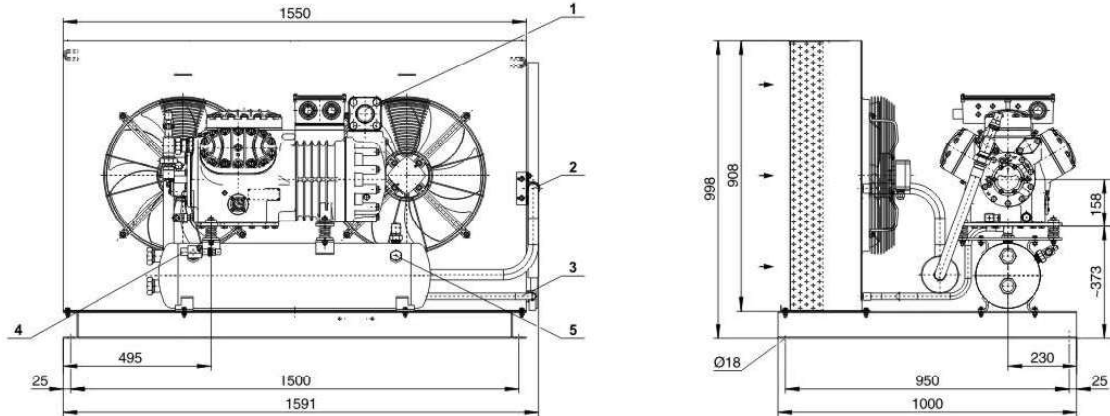
Legend

- additional cooling
- suction gas superheat >10K
- M1: motor 1
- M2: motor 2
- A



Technical Data: LH135E/6HE-28Y

Dimensions and Connections



Technical Data

Technical Data

Weight	405 kg
Total width	1591 mm
Total depth	1000 mm
Total height	998 mm
Connection suction line	54 mm - 2 1/8"
Connection liquid line	22 mm - 7/8"
Fans: Number	2xEC
Voltage (more on request)	230V-1-50Hz (Standard)
Current / Power consumption of each fan	1,7 A / 340 W
Air flow condenser 50Hz	10400 m³/h
Voltage (more on request)	230V-1-60Hz (Standard)
Current / Power consumption of each fan	1,7 A / 340 W
Air flow condenser 60Hz	10400 m³/h
Coil Volume	4,9 dm³
Receiver type (Standard)	F302H
Max. refrigerant charge 90% at 20°C	
R22	32,7 kg
R134a	33,1 kg
R407C	31,3 kg
R404A/R507A	28,8 kg
R407A	
R407F	

Extent of delivery (Standard)

Discharge line	Standard
Protective charge	Standard

Available Options

Oil separator	Option
Check valve	Option
High & low pressure switch	Option
Dressed unit	Option
Weather protective housing	Option

Sound measurement

Data of compressors: see compressor program



Condensing Units

Motor 1 = e.g. LH..E/4TES-12 with 12 "HP", primary for air-conditioning (e.g. R22,R407C) and medium temperature application (e.g. R134a, R407F, R407A, R404A, R507A, R22) and air-conditioning with R134a at high ambient temperatures.

Motor 2 = e.g. LH..E/4TES-9 with 8 "HP", for medium and low temperature application (e.g. R134a, R407F, R407A, R404A, R507A, R22) and air-conditioning with R134a.

For more information concerning the application range use the "limits" button.

Operation modes for LH..E/4VES-7 to LH../6HE-28 with R22

CIC = liquid injection with low temperature application, suction gas cooled motor

Specifications for sound emission Ecostar

The data are based on 50 Hz operation with R404A.

Soundpressure: Data are valid for free field conditions according to EN13487 with a block-shaped reference area in a distance of 10m.

For further informations see technical information for sound data.

Legend of connection positions according to "Dimensions":

- 1 Suction valve
- 2 Discharge gas line
- 3 Condensate line
- 4 Refrigerant outlet
- 5 Pressure relief valve connection

Dimensions can show tolerances according to EN ISO 13920-B.

Modelos BHA

Los Modelos BH son evaporadores grandes ideales para aplicaciones de grandes capacidades para refrigeración ó congelación. Con su diseño del serpentín thermo-flex patentado con garantía de 5 años contra fugas en las cabeceras, estos evaporadores grandes proporcionan una operación confiable y eficiente. Dentro de sus características incluye un gabinete en aluminio pulido, motores a 850 RPM silenciosos y confiables, provisto con cable para la válvula solenoide de líquido de rápida instalación, válvula pivote en la succión para una medición más fácil de la presión de succión. También, seguros ó prisioneros sobre las cubiertas de acceso para facilidad en el servicio evitando la pérdida de tornillos y tuercas. Los modelos BH también cuentan con un tablero terminales estandarizado que facilita las conexiones eléctricas ó cableado en el campo.

Las opciones incluyen motores totalmente cerrados, collares para tiro de aire largo para aplicaciones industriales y de grandes cuartos fríos.

Con aprobaciones de UL de Estados Unidos y del Canadá.



Para mayor información consulte el boletín 430.1

Modelo	Kcal/hr	BTUH	m3/min	CFM	Ventilador		Información Motor		Dimensiones Netas						Conexiones Pulgadas			Peso Aprox.	
	5.55°C DT	10°F DT			Diámetro pulg.	No.	208-230/1/60	460/3/60	Largo		Ancho		Alto		Líquido	Succión	Drenaje	Embarque	
							FLA	FLA	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.				Lbs.	kg.
Modelos BHA 6 Aletas Por Pulgadas																			
BHA 520	13098	52000	254.7	9000	24	2	5.2	2.6	211.46	83.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 1/8 DEF	1 5/8 DEF	1 1/4 FPT*	437	198.22
BHA 630	15869	63000	254.7	9000	24	2	5.2	2.6	211.46	83.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 1/8 DEF	1 5/8 DEF	2 1/4 FPT*	473	214.55
BHA 750	18892	75000	356.6	12600	24	3	7.8	3.9	267.34	105.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 3/8 DEF	2 1/8 DEF	3 1/4 FPT*	570	258.55
BHA 850	21411	85000	356.6	12600	24	3	7.8	3.9	267.34	105.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 3/8 DEF	2 1/8 DEF	4 1/4 FPT*	604	273.97
BHA 930	23426	93000	475.4	16800	24	4	10.4	5.2	343.54	135.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 3/8 DEF	2 1/8 DEF	5 1/4 FPT*	746	338.39
BHA 1100	27708	110000	475.4	16800	24	4	10.4	5.2	343.54	135.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 3/8 DEF	2 1/8 DEF	6 1/4 FPT*	795	360.61
BHA 1170	29471	117000	585.8	20700	30	3	13.8	6.9	344.17	135.50	90.81	35.75	113.03	44.5	1 3/8 DEF	2 1/8 DEF	7 1/4 FPT*	846	383.75
BHA 1400	35264	140000	585.8	20700	30	3	13.8	6.9	344.17	135.50	90.81	35.75	113.03	44.5	1 5/8 DEF	2 1/8 DEF	8 1/4 FPT*	916	415.50
BHA 1610	40554	161000	687.7	24300	30	3	19.8	9.9	344.17	135.50	90.81	35.75	127.64	50.25	(2) 1 3/8 DEF	(2) 2 1/8 DEF	9 1/4 FPT*	1070	485.35
BHA 1900	47859	190000	751.4	26550	30	3	21.0	10.5	361.95	142.50	90.81	35.75	127.64	50.25	1 3/8 DEF	2 5/8 DEF	10 1/4 FPT*	1450	657.72
BHA 2200	55416	220000	860.3	30400	30	4	26.4	13.2	471.17	185.50	90.81	35.75	113.03	44.5	1 3/8 DEF	2 5/8 DEF	11 1/4 FPT*	1450	657.72
BHA 2440	61461	244000	1001.8	35400	30	4	28.0	14.0	471.17	185.50	90.81	35.75	127.64	50.25	1 5/8 DEF	2 5/8 DEF	11 1/4 FPT*	1835	832.36
Modelos BHA 8 Aletas Por Pulgadas																			
BHA 2160	54408	216000	734.4	25950	30	3	21.0	10.5	471.17	185.50	90.81	35.75	127.64	50.25	1 3/8 DEF	2 5/8 DEF	11 1/4 FPT*	1970	893.59
BHA 2500	62972	250000	837.7	29600	30	4	26.4	13.2	471.17	185.50	90.81	35.75	113.03	44.5	1 3/8 DEF	2 5/8 DEF	12 1/4 FPT*	1835	832.36
BHA 2780	70025	278000	979.2	34600	30	4	28.0	14.0	471.17	185.50	90.81	35.75	127.64	50.25	1 3/8 DEF	2 5/8 DEF	13 1/4 FPT*	1970	893.59

* Conexión roscada hembra

Capacidad a -3.9 °C (25 °F) Temperatura de Evaporación

Modelos BHE- BHL

Modelo	Kcal/hr	BTUH	m ³ /min	CFM	Ventilador		Información Motor			Resistencias			Dimensiones				Conexiones Pulgadas			Peso Aprox. Embarque		
	5.55°C DT	10°F DT			Dia. pulg.	No.	230/3/60 460/3/60		Watts	230/3/60 460/3/60		Largo		Ancho		Alto		Líquido DE	Succión DE	Drenaje RTH*	Lbs.	kg.
							FLA	FLA				cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.					
Modelos BHE 6 Aletas Por Pulgadas																						
BHE 450	11335	45000	254.7	9000	24	2	5.2	2.6	9900	27.5	13.9	211.46	83.25	66.68	26.25	94.62	37.25	11/8	1 5/8	11/4	439	199.13
BHE 550	13854	55000	254.7	9000	24	2	5.2	2.6	9900	27.5	13.9	211.46	83.25	66.68	26.25	94.62	37.25	11/8	1 5/8	11/4	476	215.91
BHE 640	16121	64000	356.6	12600	24	3	7.8	3.9	12900	35.8	18.1	267.34	105.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 3/8	2 1/8	11/4	607	275.34
BHE 740	18640	74000	356.6	12600	24	3	7.8	3.9	12900	35.8	18.1	267.34	105.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 3/8	2 1/8	11/4	634	287.58
BHE 810	20403	81000	475.4	16800	24	4	10.4	5.2	17050	47.8	24.3	343.54	135.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 3/8	2 1/8	11/4	769	348.82
BHE 950	23929	95000	475.4	16800	24	4	10.4	5.2	17050	47.8	24.3	343.54	135.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 3/8	2 1/8	11/4	780	353.81
BHE 1020	25693	102000	585.8	20700	30	3	13.8	6.9	21400	64.2	32.1	343.54	135.25	90.81	35.75	113.03	44.5	1 3/8	2 1/8	11/4	1126	510.75
BHE 1200	30227	120000	585.8	20700	30	3	13.8	6.9	21400	64.2	32.1	343.54	135.25	90.81	35.75	113.03	44.5	1 3/8	2 1/8	11/4	1186	537.97
BHE 1390	35013	139000	687.7	24300	30	3	19.8	9.9	21400	64.2	32.1	343.54	135.25	90.81	35.75	127.64	50.25	(2) 1 3/8	2 1/8	11/4	1350	612.36
BHE 1650	41562	165000	751.4	26550	30	3	21.0	10.5	37100	95.6	47.8	361.95	142.50	90.81	35.75	127.64	50.25	1 3/8	2 5/8	11/4	1499	679.95
BHE 2120	53401	212000	1001.8	35400	30	4	28.0	14.0	49600	128.4	70.0	471.17	185.50	90.81	35.75	127.64	50.25	1 5/8	2 5/8	11/4	2030	920.81
Modelos BHL 4 Aletas Por Pulgadas																						
BHL 400	10076	40000	266.0	9400	24	2	5.2	2.6	9900	27.5	13.9	211.46	83.25	66.68	26.25	94.62	37.25	11/8	1 5/8	11/4	447	202.76
BHL 480	12091	48000	266.0	9400	24	2	5.2	2.6	9900	27.5	13.9	211.46	83.25	66.68	26.25	94.62	37.25	11/8	1 5/8	11/4	482	218.64
BHL 560	14106	56000	373.6	13200	24	3	7.8	3.9	12900	35.8	18.1	267.34	105.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 3/8	2 1/8	11/4	584	264.90
BHL 650	16373	65000	373.6	13200	24	3	7.8	3.9	12900	35.8	18.1	267.34	105.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 3/8	2 1/8	11/4	615	278.96
BHL 710	17884	71000	498.1	17600	24	4	10.4	5.2	17050	47.8	24.3	343.54	135.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 3/8	2 1/8	11/4	778	352.90
BHL 840	21159	84000	498.1	17600	24	4	10.4	5.2	17050	47.8	24.3	343.54	135.25	66.68	26.25	94.62	37.25	1 3/8	2 1/8	11/4	791	358.80
BHL 890	22418	89000	611.3	21600	30	3	13.8	6.9	21400	64.2	32.1	343.54	135.25	90.81	35.75	113.03	44.5	1 3/8	2 1/8	11/4	1106	501.68
BHL 1050	26448	105000	611.3	21600	30	3	13.8	6.9	21400	64.2	32.1	343.54	135.25	90.81	35.75	113.03	44.5	1 5/8	2 1/8	11/4	1175	532.98
BHL 1220	30730	122000	713.2	25200	30	3	19.8	9.9	21400	64.2	32.1	343.54	135.25	90.81	35.75	127.64	50.25	(2) 1 3/8	(2) 2 1/8	11/4	1340	607.82
BHL 1440	36272	144000	781.1	27600	30	3	21.0	10.5	37100	95.6	47.8	361.95	142.50	90.81	35.75	127.64	50.25	1 3/8	2 5/8	11/4	1450	657.72
BHL 1860	46851	186000	1041.4	36800	30	4	28.0	14.0	49600	128.4	70.0	471.17	185.50	90.81	35.75	127.64	50.25	1 5/8	2 5/8	11/4	1970	893.59

* Conexión roscada hembra

Capacidad a -28.9 °C (20 °F) Temperatura de Evaporación

Factores de Corrección de capacidad para evaporadores con deshielo eléctrico y por gas caliente					
Temperatura de saturación de succión °F	+20	-10	-20	-30	-40
Temperatura de saturación de succión °C	-6.7	-23.3	28.9	-34.4	-40
Multiplicar la capacidad por	1.15	1.04	1.0	0.90	0.80

Coolselector2

Información del proyecto

Nombre del proyecto:	Diseño de cámaras de refrigeración y congelación
Comentarios:	
Creado por:	Carlos M. Verdugo Funes
Coolselector2 versión:	2.0.2. Base de datos: 15.16.1.8
Imprimido:	Miércoles, 14 de Junio de 2017
Preferencias utilizadas:	Todas las aplicaciones

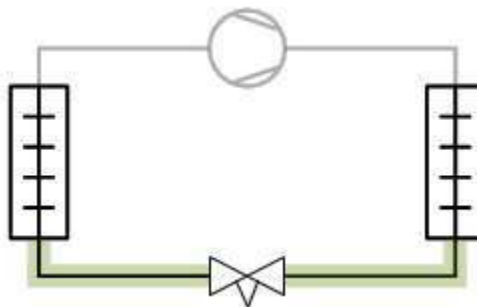
Válvula de expansión electrónica: Válvula de expansión eléctrica-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	90,00 kW
Flujo másico en la línea:	2231 kg/h	Capacidad de calefacción:	118,8 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Carga: 80 %. Caída de presión en el distribuidor: 0 bar*



Selección: AKVA 20-2



Tipo	AKVA 15-4	AKVA 20-1	AKVA 20-2	AKVA 20-3	AKVA 20-4
NS	25	32	32	32	40
Capacidad máx. [kW]	93,64	94,05	149,9	233,0	371,5
Capacidad mín. [kW]	9,364	9,405	14,99	23,30	37,15
Carga [%]	96	96	60	39	24

Coolselector2

DP [bar]	9,161	9,161	9,161	9,161	9,161
Velocidad, ent. [m/s]	0,84	0,50	0,50	0,50	0,37

Coolselector2

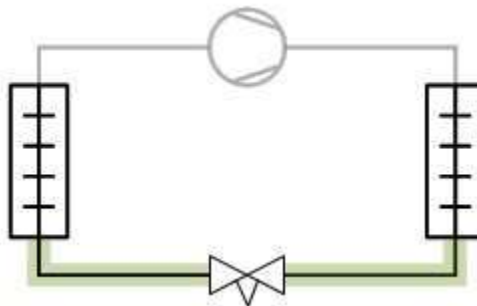
Válvula de expansión electrónica: Válvula de expansión eléctrica-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	120,0 kW
Flujo másico en la línea:	3462 kg/h	Capacidad de calefacción:	192,2 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Carga: 80 %. Caída de presión en el distribuidor: 0 bar*



Selección: AKVA 20-3



Tipo	AKVA 20-1	AKVA 20-2	AKVA 20-3	AKVA 20-4	AKVA 20-5
NS	32	32	32	40	50
Capacidad máx. [kW]	91,75	145,7	225,1	357,9	564,0
Capacidad mín. [kW]	9,175	14,57	22,51	35,79	56,40
Carga [%]	131	82	53	34	21
DP [bar]	12,11	12,11	12,11	12,11	12,11
Velocidad, ent. [m/s]	0,78	0,78	0,78	0,58	0,36

Recipientes de líquido verticales

Marcados CE timbre a 30 Kg/cm³ de 1,4 a 15 dm³

Potencias orientativas indicadas con R-404A, para otros refrigerantes aplicar factor de corrección: R-134a multiplicar la potencia indicada por 1,2, para R22 multiplicar por 1,35. Los volúmenes indicados se consideran totales, para uso no sobrepasar el 80% de llenado. Para una correcta selección y uso seguir con lo indicado en el reglamento de instalaciones frigoríficas.



Dimensiones mm		Visor de líquido	Toma control líquido	Conexiones		Válvula seguridad	Cap dm ³	Pot. Frigorífica (kW)		Modelo	Código	€
∅	Alto			Entrada Codo (S)	Salida Válvula (S)			Media T° -5 °C	Baja T° -25 °C			
90	200	-	-	1/4"	1/4"	-	1,4	0,6	0,3	C-25	341010	51,80
110	220	-	-	1/4"	1/4"	-	1,8	0,7	0,4	C-50	341014	56,90
120	300	-	-	3/8"	3/8"	1/4" NPT	3,0	1,1	0,7	C-100	341018	69,00
160	315	-	-	1/2"	Rotalock 3/8"	1/4" NPT	5,0	1,9	1,1	C-150	341020	89,90
160	420	-	-	5/8"	Rotalock 1/2"	1/4" NPT	7,2	3,3	1,9	C-300	341022	99,70
219	370	-	-	3/4"	Rotalock 5/8"	1/4" NPT	11,0	4,8	3,3	C-500	341023	125,00
219	490	-	-	3/4"	Rotalock 5/8"	1/4" NPT	15,0	8,5	4,8	C-750	341025	140,00
273	401	-	-	7/8"	Rotalock 5/8"	3/8" NPT	18,0	10	5,8	C-800	341026	307,00
273	512	-	-	Rotalock 7/8"	Rotalock 7/8"	3/8" NPT	24,0	14	8,8	C-1000	341027	394,00

Marcados CE timbre a 30 Kg/cm³ de 19 a 252 dm³ y a 32 Kg/cm² de 283 a 2264 dm³



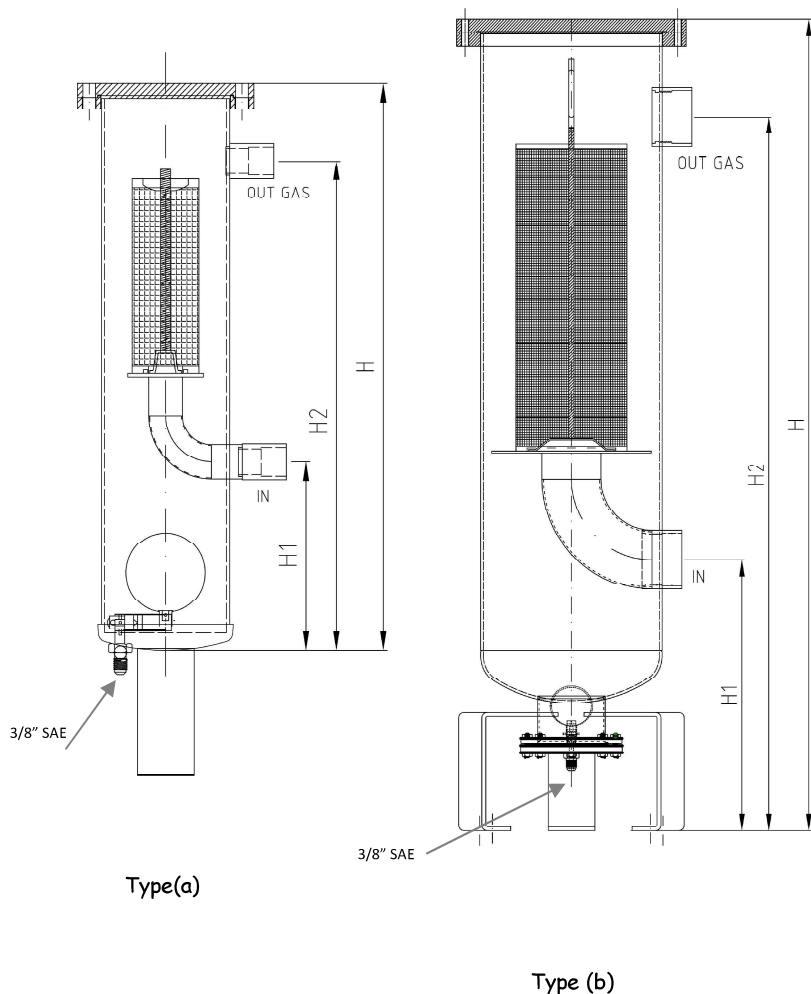
Consultar para montajes especiales con filtro, visor, llaves de servicio y otros elementos

Dimensiones mm		Visor de líquido	Toma control líquido	Conexiones		Válvula seguridad	Cap dm ³	Pot. Frigorífica (kW)		Modelo	Código	€
∅	Alto			Entrada (S)	Salida Válvula (S)			Media T° -5 °C	Baja T° -25 °C			
219	600	2	1/2" NPT	codo 3/4"	Rotalock 5/8"	3/8" NPT	19	11	7	RLV-20	341031	490,00
219	900	2	1/2" NPT	Rotalock 1 1/8"	Rotalock 3/4"	3/8" NPT	30	19	11	RLV-30	341033	583,00
273	682	3	1/2" NPT	Rotalock 1 1/8"	Rotalock 3/4"	3/8" NPT	31	19,6	11,3	RLV-31	341030	590,00
219	1050	3	1/2" NPT	Rotalock 1 1/8"	Rotalock 7/8"	3/8" NPT	38	27	16	RLV-40	341034	619,00
323	698	3	1/2" NPT	Rotalock 1 1/8"	Rotalock 7/8"	3/8" NPT	45	30,3	18	RLV-45	341035	673,00
273	1130	2	1/2" NPT	Rotalock 1 3/8"	Rotalock 1 1/8"	3/8" NPT	57	42	24	RLV-60	341036	799,00
323	890	3	1/2" NPT	Rotalock 1 3/8"	Rotalock 1 1/8"	3/8" NPT	57	42	24	RLV-60/1	341037	828,00
273	1500	3	1/2" NPT	Rotalock 1 5/8"	Rotalock 1 3/8"	3/8" NPT	77	57	35	RLV-80	341038	883,00
323	1092	3	1/2" NPT	Rotalock 1 5/8"	Rotalock 1 3/8"	3/8" NPT	77	57	35	RLV-80/1	341039	946,00
273	1690	2	1/2" NPT	Rotalock 1 5/8"	Rotalock 1 3/8"	1/2" NPT	90	66	38	RLV-90	341071	947,00
323	1680	2	1/2" NPT	Rotalock 2 1/8"	Rotalock 1 5/8"	2x1/2" NPT	120	100	60	RLV-120	341072	1.307,00
406	1100	3	1/2" NPT	Rotalock 2 1/8"	Rotalock 1 5/8"	2x1/2" NPT	120	100	60	RLV-120/1	341040	1.716,00
323	2090	2	1/2" NPT	Rotalock 2 1/8"	Rotalock 1 5/8"	2x1/2" NPT	150	120	70	RLV-150	341041	1.516,00
406	1400	3	1/2" NPT	Rotalock 2 1/8"	Rotalock 1 5/8"	2x1/2" NPT	150	120	70	RLV-150/1	341042	1.968,00
406	1800	3	1/2" NPT	Pletina 2 5/8"	Pletina 2 1/8"	2x1/2" NPT	206	160	100	RLV-200	341043	2.227,00
457	1428	3	1/2" NPT	Pletina 2 5/8"	Pletina 2 1/8"	2x1/2" NPT	206	160	100	RLV-200/1	341044	2.227,00
406	2200	3	1/2" NPT	Pletina 3 1/8"	Pletina 2 5/8"	2x1/2" NPT	252	210	120	RLV-250	341045	3.083,00
508	1420	3	1/2" NPT	Pletina 3 1/8"	Pletina 2 5/8"	2x1/2" NPT	252	210	120	RLV-250/1	341046	2.798,00
400	2310	3	1/2" NPT	Pletina 3 1/8"	Pletina 2 5/8"	2 V	283	240	140	RLV-300	341051	3.632,00
500	1925	3	1/2" NPT	Pletina 3 1/8"	Pletina 3 1/8"	2 V	379	320	190	RLV-400	341052	4.989,00
500	2435	3	1/2" NPT	Válvula 4"	Pletina 3 1/8"	2 V	473	400	240	RLV-500	341054	6.043,00
600	2500	3	1/2" NPT	Válvula 5"	Válvula 4"	2 V	700	580	340	RLV-700	341056	9.070,00
813	2035	3	1/2" NPT	Válvula 5"	Válvula 5"	2 V	962	810	470	RLV-1000	341059	11.117,00
813	2500	3	1/2" NPT	Válvula 6"	Válvula 5"	2 V	1270	1070	640	RLV-1300	341061	12.928,00
800	3500	3	1/2" NPT	Válvula 6"	Válvula 6"	2 V	1778	1520	890	RLV-1800	341064	15.172,00
900	3500	3	1/2" NPT	Válvula 6"	Válvula 6"	2 V	2264	1740	1190	RLV-2300	341068	18.246,00

Los recipientes RLV 300 a 2300 también incorporan una válvula de purga 3/8" y una toma de compensación de gas. Recipientes para NH₃ (sobre demanda). 2 V = Válvula de seguridad doble incluida.

Todos los recipientes incorporan una toma para válvula de seguridad. Los recipientes RLV-80 a 250 deben montar 2 válvulas de seguridad con válvula de 3 vías (ver sección D).

COALESCENT OIL SEPARATORS SEPARADORES DE ACEITE COALESCENTES



To difference of other oil separators, the efficiency of the Tecnac Coalescent Oil Separators, it does not depend on the speed. Therefore, oil separator TECNAC working (separating oil) to 99 % of efficiency when the load drop

All oil separator include replacement coalescent filter .

A diferencia de otros separadores de aceite, la eficacia de los separadores coalescentes Tecnac, no depende de la velocidad. Por consiguiente, el separador de aceite TECNAC continua funcionando (separando aceite) al 99% de eficacia cuando la carga disminuye. Todos los separadores se entregan con el filtro coalescente incorporado.

Filtro recambiable en todos los modelos

31 bar -10/120°C 10 bar -20/100°C				Type	Va (L)	Vt (L)	Dimensions Dimensiones (mm)				Capacity Capacidad Kw			
							D	H	H1	H2	R134a		R404A/507	
								-25°C	+5°C	-40°C	+5°C			
CAT. I	SAC-1	7/8"	89.001	a	1.5	3	102	450	150	388	13.7	23.3	11.9	36.1
CAT. I	SAC-2	1 1/8"	89.002	a	1.6	4	102	550	150	485	22.9	39.8	18.3	61.8
CAT. I	SAC-3	1 3/8"	89.003	a	1.6	4	102	550	150	485	35.1	58.2	29.3	90.3
CAT. II	SAC-4	1 5/8"	89.004	b	3.5	13	159	860	295	770	58.1	102.9	47.6	173.1
CAT. II	SAC-5	2 1/8"	89.005	b	3.5	13	159	860	295	765	85.6	140.9	65.9	218.7
CAT. I II	SAC-6	2 5/8"	89.006	b	17.2	50	273	1222	408	1075	92.3	191	77.6	296.7
CAT. III	SAC-7	3 1/8"	89.007	b	17.2	50	273	1222	408	1075	119.3	278.6	105	432.6

VALID FOR ALL THE REFRIGERANTS HFC: R22, R134a, R404A, R507,ETC

VÁLIDO PARA TODOS LOS REFRIGERANTES HFC: R22, R134a, R404A, R507,ETC

ALL THE MODELS ARE PAINTED IN BLACK

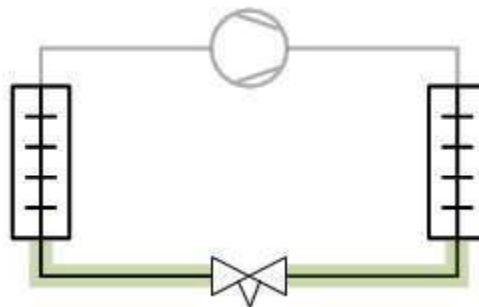
TODOS LOS MODELOS SON PINTADOS EN NEGRO

Coolselector2

Información del proyecto	
Nombre del proyecto:	Diseño de cámaras de refrigeración y congelación
Comentarios:	
Creado por:	Carlos M. Verdugo Funes
Coolselector2 versión:	2.0.2. Base de datos: 15.16.1.8
Imprimido:	Miércoles, 14 de Junio de 2017
Preferencias utilizadas:	Todas las aplicaciones

Válvula solenoide: Válvula solenoide-R

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	81,30 kW
Flujo másico en la línea:	2016 kg/h	Capacidad de calefacción:	107,3 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase</i>		
Criterios de selección:	<i>Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 40 (1 1/2")</i>		



Selección: AKV 20-4



Tipo	AKV 20-2	AKV 20-3	AKV 20-4	AKV 20-5
NS	32	32	40	50
Kv [m ³ /h]	1,6	2,5	4	6,3
DP_100 [bar]	0,200	0,200	0,200	0,200
DP_min [bar]	0,078	0,078	0,078	0,078

Coolselector2

Kv_calc [m ³ /h]	1,6	2,5	4	4,832
DP [bar]	1,380	0,565	0,221	0,151
DT_sat [K]	4,8	1,9	0,7	0,5
Grado de apertura [%]	100	100	100	67
Carga [%]	263	168	105	67
Carga parcial posible [%]	2	4	6	9
Velocidad, ent. [m/s]	0,45	0,45	0,33	0,21
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta	Parcialmente abierta

Coolselector2

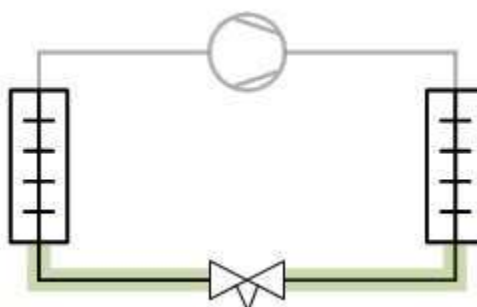
Válvula solenoide: Válvula solenoide-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	62,00 kW
Flujo másico en la línea:	1789 kg/h	Capacidad de calefacción:	99,29 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 40 (1 1/2")*



Selección: AKV 20-4



Tipo	AKV 20-2	AKV 20-3	AKV 20-4	AKV 20-5
NS	32	32	40	50
Kv [m ³ /h]	1,6	2,5	4	6,3
DP ₁₀₀ [bar]	0,200	0,200	0,200	0,200
DP _{min} [bar]	0,078	0,078	0,078	0,078
Kv _{calc} [m ³ /h]	1,6	2,5	3,875	4,449
DP [bar]	1,108	0,454	0,189	0,143
DT _{sat} [K]	3,5	1,4	0,6	0,4
Grado de apertura [%]	100	100	94	60
Carga [%]	235	151	94	60
Carga parcial posible [%]	3	4	7	10
Velocidad, ent. [m/s]	0,40	0,40	0,30	0,19
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Parcialmente abierta	Parcialmente abierta

Coolselector2

Información del proyecto	
Nombre del proyecto:	Diseño de cámaras de refrigeración y congelación
Comentarios:	
Creado por:	Carlos M. Verdugo Funes
Coolselector2 versión:	2.0.2. Base de datos: 15.16.1.8
Imprimido:	Miércoles, 14 de Junio de 2017
Preferencias utilizadas:	Todas las aplicaciones

Válvula de cierre: Corte aspiración recipiente-R

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	90,00 kW
Flujo másico en la línea:	2231 kg/h	Capacidad de calefacción:	118,8 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase</i>		
Criterios de selección:	<i>Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 25 (1")</i>		

Selección: BML 22



Tipo	BML 15	BML 18	BML 22
NS	16	18	22
Kv [m ³ /h]	2,2	2,9	2,9
DP [bar]	0,894	0,515	0,515
DT_sat [K]	3,1	1,7	1,7



Coolselector2

Velocidad, ent. [m/s]	4,05	3,04	1,90
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

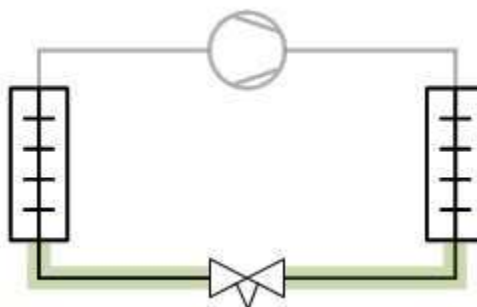
Válvula de cierre: Corte aspiración recipiente-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	120,0 kW
Flujo másico en la línea:	3462 kg/h	Capacidad de calefacción:	192,2 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase

Criterios de selección: Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 40 (1 1/2")



Selección: BML 22



Tipo	BML 15	BML 18	BML 22
NS	16	18	22
Kv [m ³ /h]	2,2	2,9	2,9
DP [bar]	2,195	1,263	1,263
DT_sat [K]	7,1	4,0	4,0
Velocidad, ent. [m/s]	6,41	4,82	3,00
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

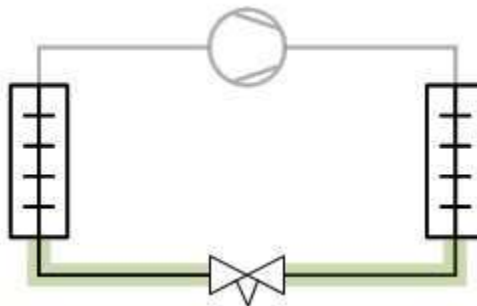
Válvula de cierre: Corte descarga recipiente-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	90,00 kW
Flujo másico en la línea:	2231 kg/h	Capacidad de calefacción:	118,8 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 20 (3/4")*



Selección: BML 22



Tipo	BML 15	BML 18	BML 22
NS	16	18	22
Kv [m ³ /h]	2,2	2,9	2,9
DP [bar]	0,894	0,515	0,515
DT_sat [K]	3,1	1,7	1,7
Velocidad, ent. [m/s]	4,05	3,04	1,90
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

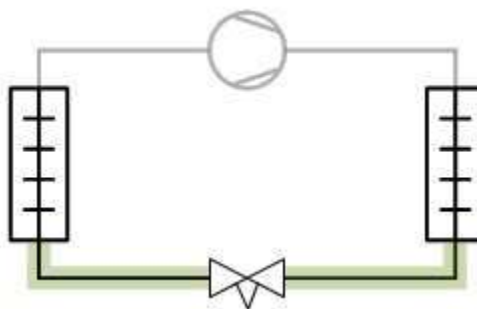
Válvula de cierre: Corte descarga recipiente-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	120,0 kW
Flujo másico en la línea:	3462 kg/h	Capacidad de calefacción:	192,2 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Velocidad: 1,00 m/s*



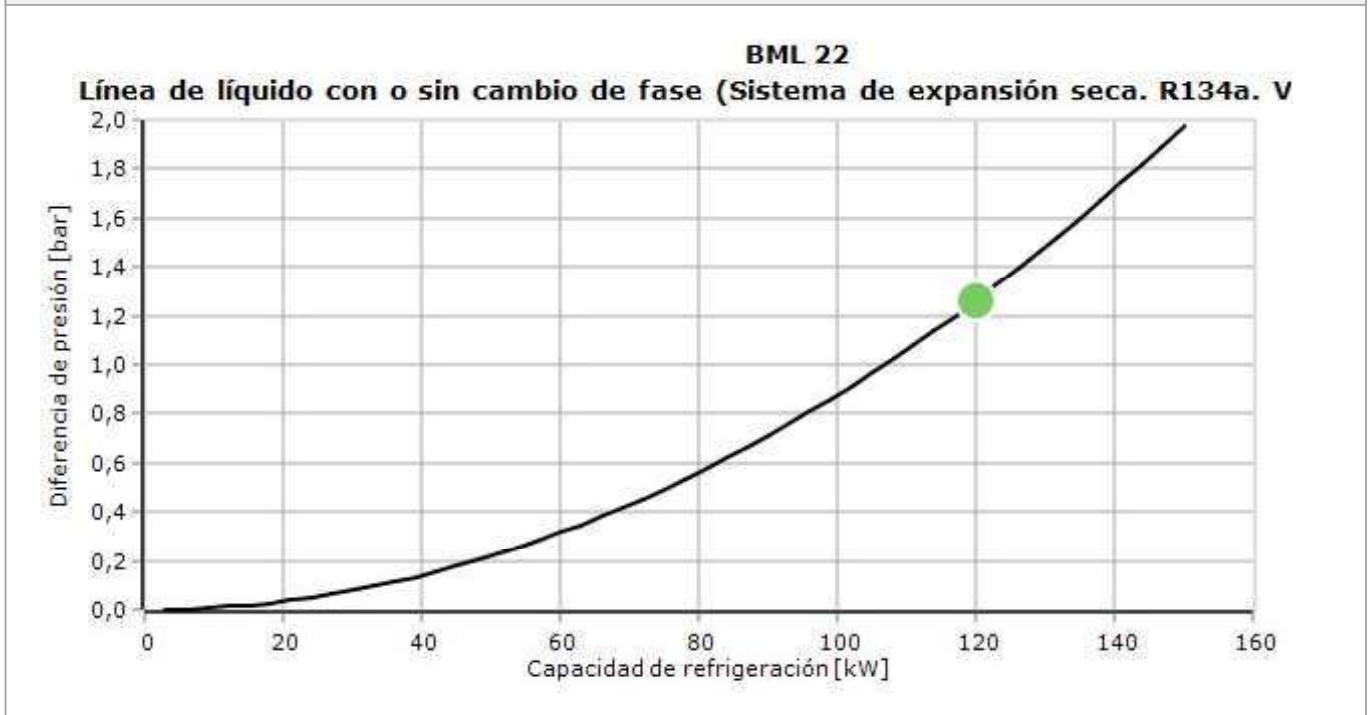
Selección: BML 22



Tipo	BML 15	BML 18	BML 22
NS	16	18	22
Kv [m ³ /h]	2,2	2,9	2,9
DP [bar]	2,195	1,263	1,263
DT_sat [K]	7,1	4,0	4,0
Velocidad, ent. [m/s]	6,41	4,82	3,00
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

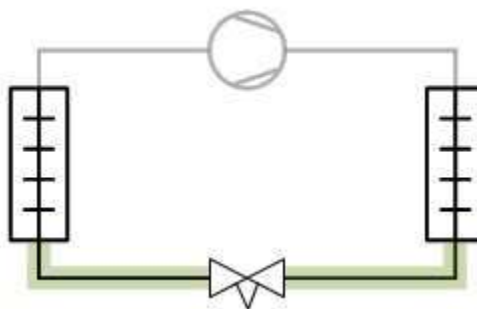
Válvula de cierre: Corte aspiración evaporadores-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	81,30 kW
Flujo másico en la línea:	2016 kg/h	Capacidad de calefacción:	107,3 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase

Criterios de selección: Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 40 (1 1/2")



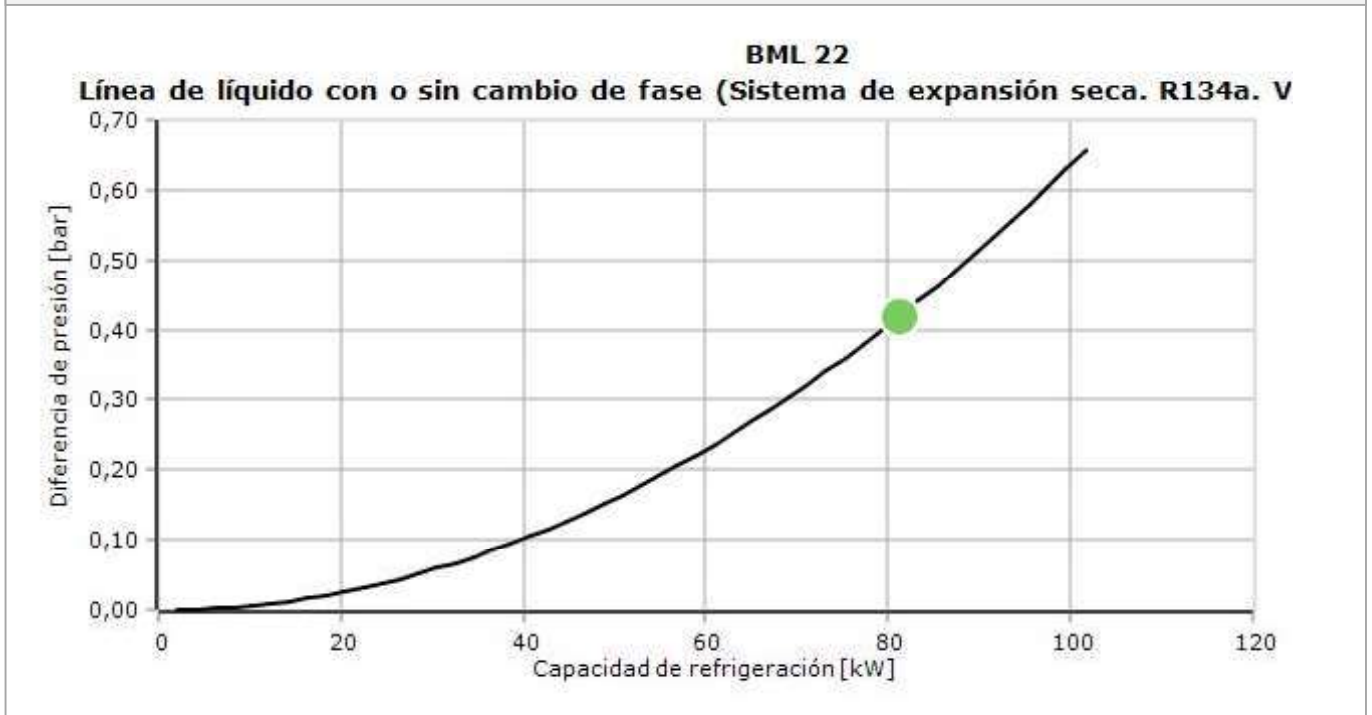
Selección: BML 22



Tipo	BML 15	BML 18	BML 22
NS	16	18	22
Kv [m ³ /h]	2,2	2,9	2,9
DP [bar]	0,730	0,420	0,420
DT_sat [K]	2,5	1,4	1,4
Velocidad, ent. [m/s]	3,66	2,75	1,72
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

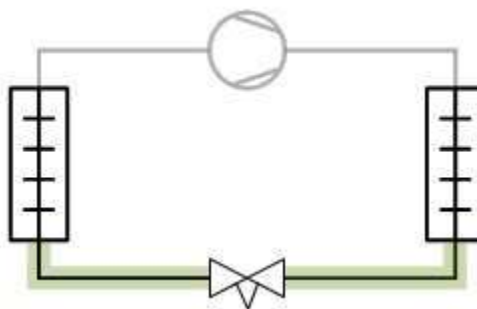
Válvula de cierre: Corte aspiración evaporadores-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	62,00 kW
Flujo másico en la línea:	1789 kg/h	Capacidad de calefacción:	99,29 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 40 (1 1/2")*



Selección: BML 22



Tipo	BML 15	BML 18	BML 22
NS	16	18	22
Kv [m ³ /h]	2,2	2,9	2,9
DP [bar]	0,586	0,337	0,337
DT_sat [K]	1,8	1,0	1,0
Velocidad, ent. [m/s]	3,31	2,49	1,55
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

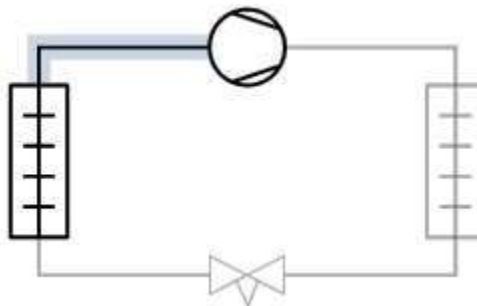
Válvula de cierre: Corte descarga evaporadores-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	81,00 kW
Flujo másico en la línea:	2008 kg/h	Capacidad de calefacción:	106,9 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de aspiración*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 65 (2 1/2")*



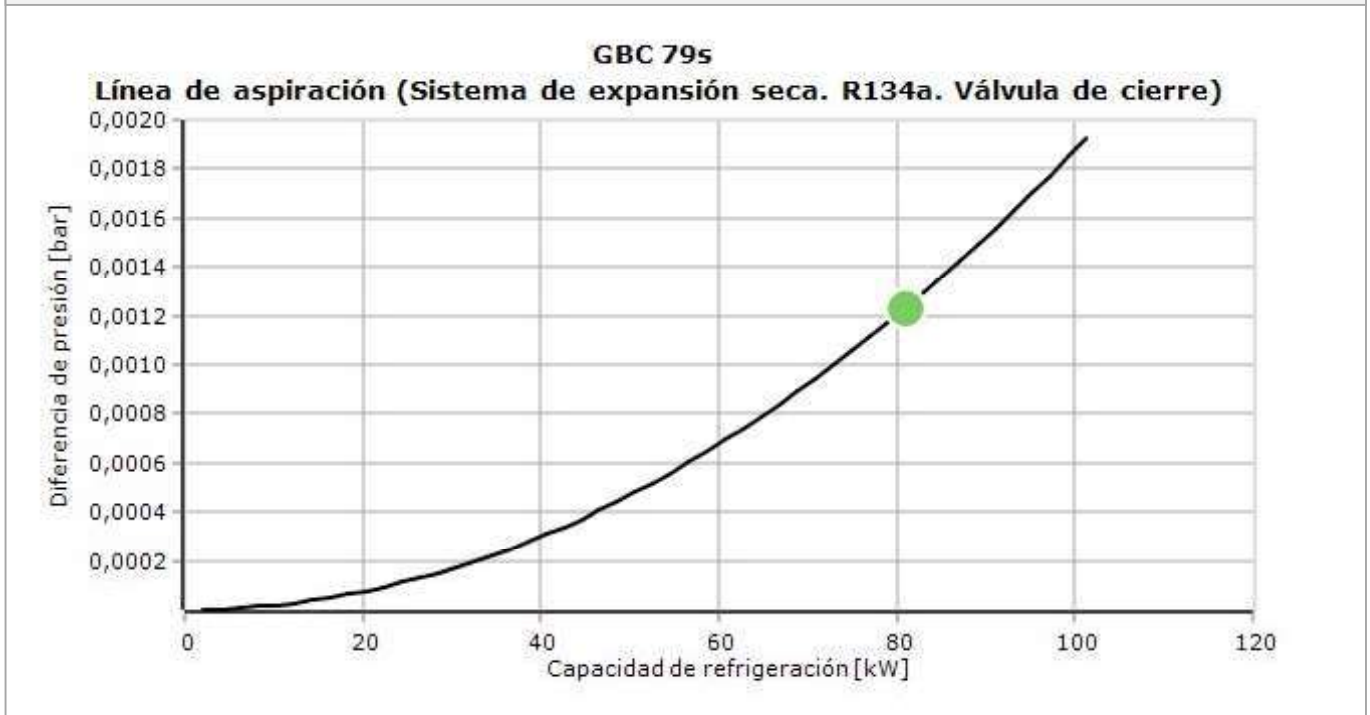
Selección: GBC 79s



Tipo	GBC 67s	Tipo	GBC 79s RP	GBC 79s
NS	67		79	79
Kv [m ³ /h]	367,4		171,9	528,9
DP [bar]	0,003		0,012	0,001
DT_sat [K]	0,0		0,1	0,0
Velocidad, ent. [m/s]	15,86		20,77	11,12
Estado de la válvula	Abierta		Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

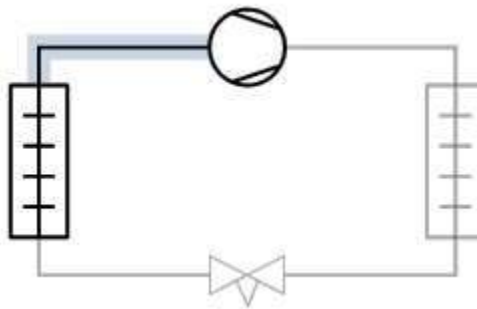
Válvula de cierre: Corte descarga evaporadores-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	62,00 kW
Flujo másico en la línea:	1789 kg/h	Capacidad de calefacción:	99,29 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de aspiración*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 65 (2 1/2")*



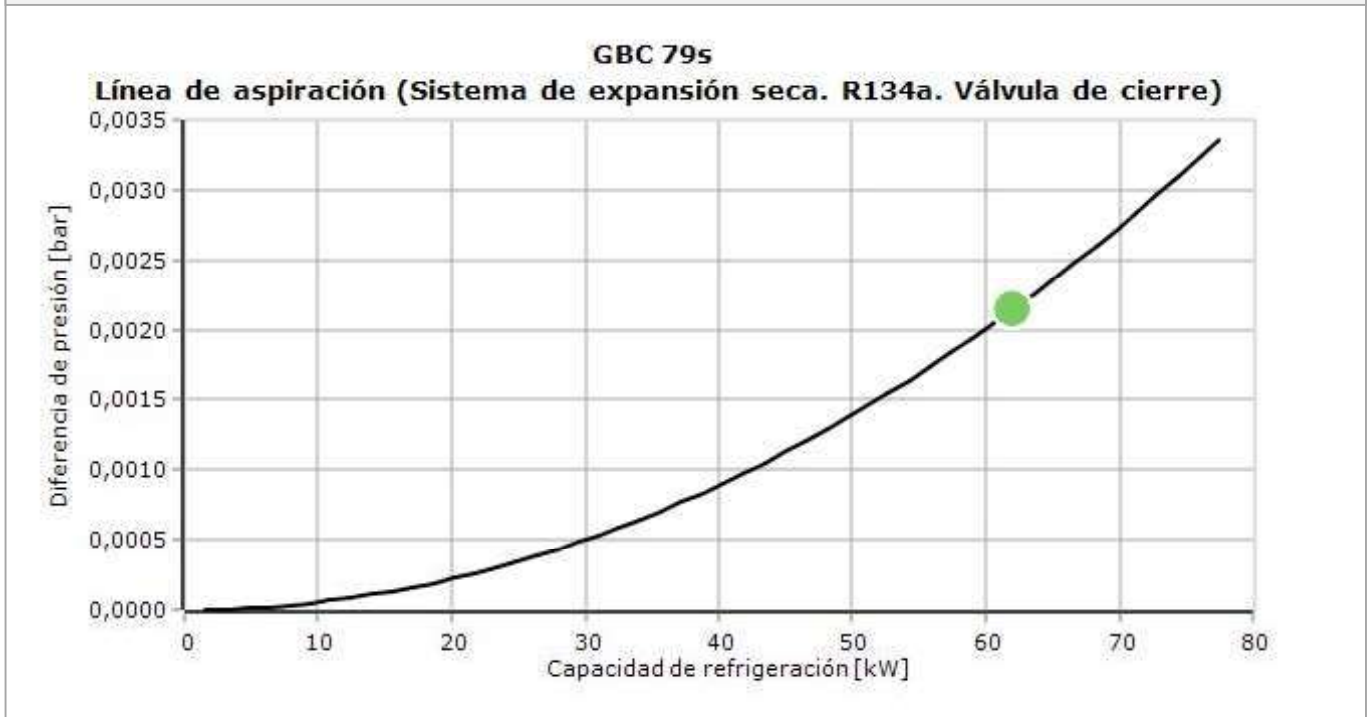
Selección: GBC 79s



Tipo	GBC 67s	GBC 79s RP	GBC 79s
NS	67	79	79
Kv [m ³ /h]	367,4	171,9	528,9
DP [bar]	0,004	0,021	0,002
DT_sat [K]	0,1	0,4	0,0
Velocidad, ent. [m/s]	30,95	40,54	21,70
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

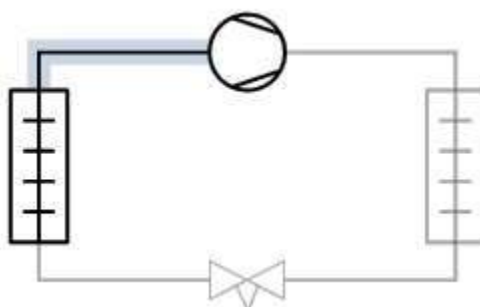
Válvula de cierre: Corte aspiración compresores-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	23,00 kW
Flujo másico en la línea:	570,3 kg/h	Capacidad de calefacción:	30,35 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de aspiración*

Criterios de selección: *Velocidad: 12,00 m/s*



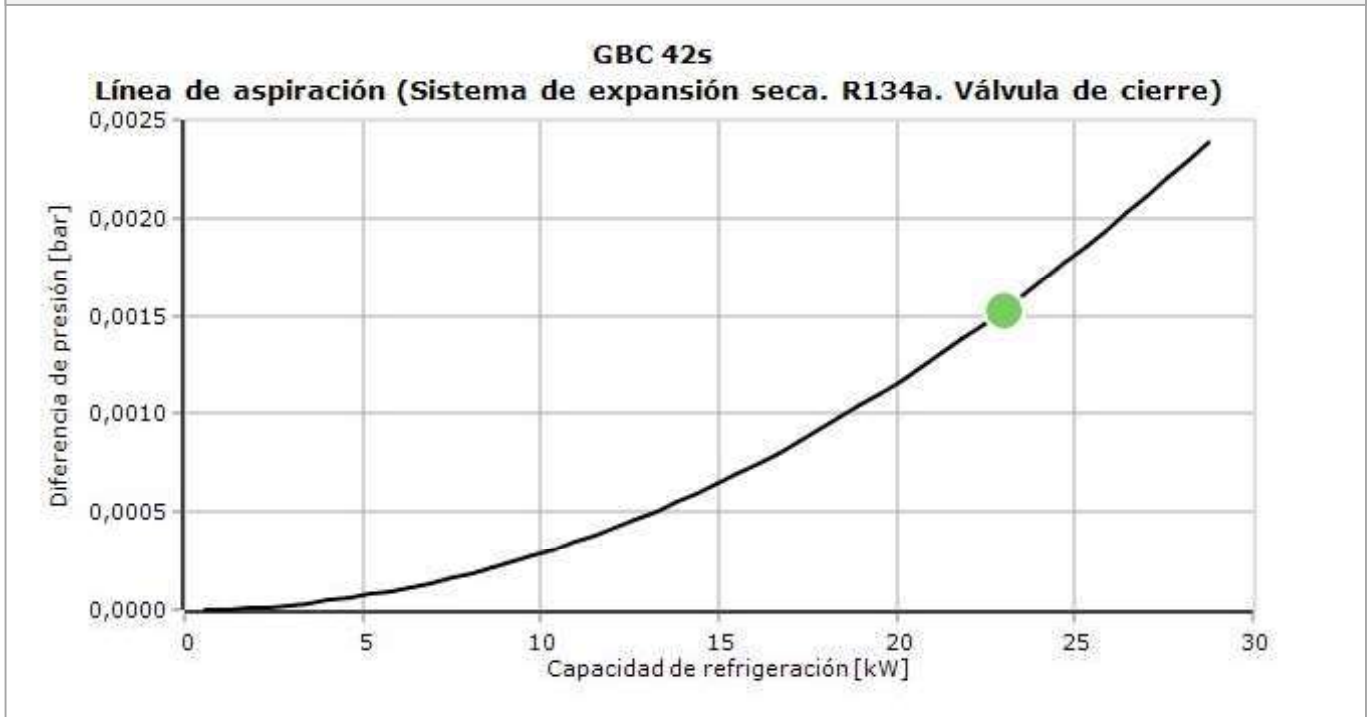
Selección: GBC 42s



Tipo	GBC 28s	GBC 35s	GBC 42s	GBC 54s	GBC 67s RP
NS	28	35	42	54	67
Kv [m ³ /h]	62,25	92,76	134,8	240,1	203,1
DP [bar]	0,007	0,003	0,002	0,000	0,001
DT_sat [K]	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Velocidad, ent. [m/s]	27,51	16,79	11,91	6,93	5,90
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

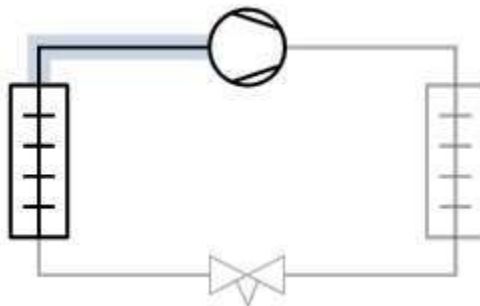
Válvula de cierre: Corte aspiración compresores-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	31,30 kW
Flujo másico en la línea:	903,1 kg/h	Capacidad de calefacción:	50,13 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de aspiración*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 80 (3")*



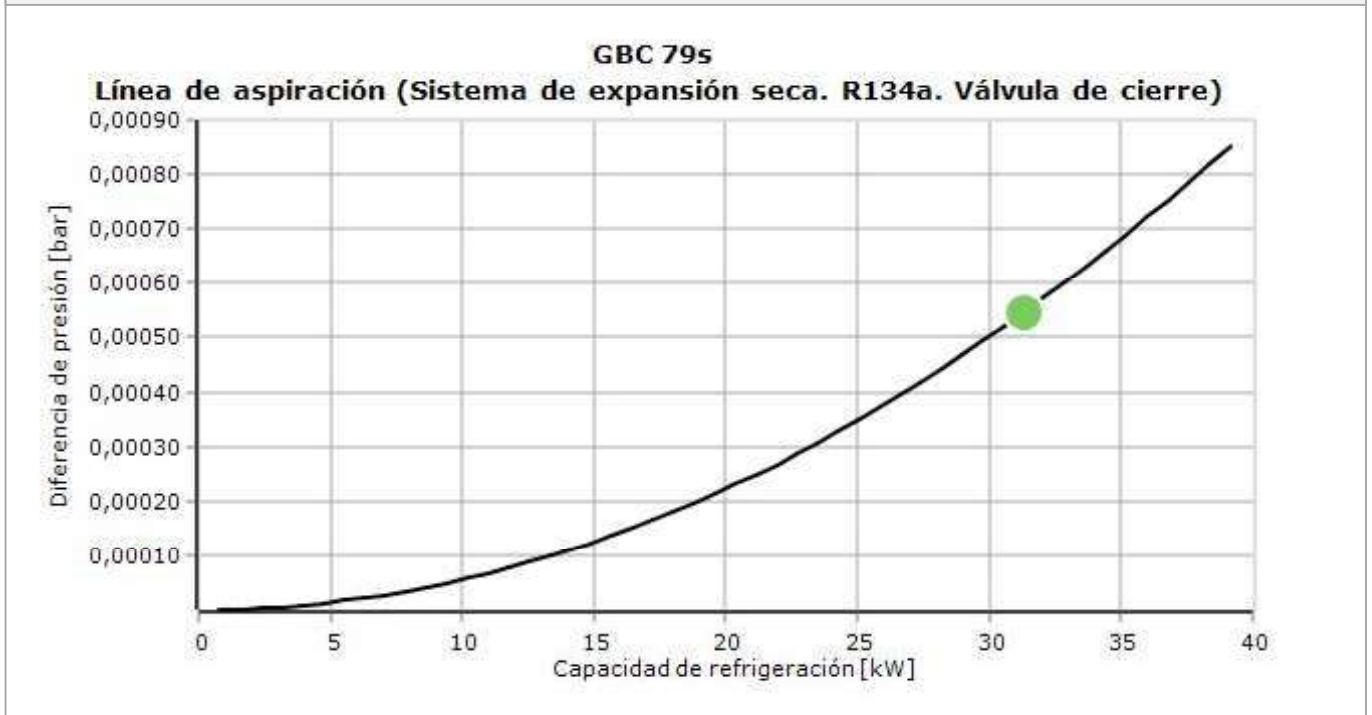
Selección: GBC 79s



Tipo	GBC 67s	Tipo	GBC 79s RP	GBC 79s
NS	67		79	79
Kv [m ³ /h]	367,4		171,9	528,9
DP [bar]	0,001		0,005	0,001
DT_sat [K]	0,0		0,1	0,0
Velocidad, ent. [m/s]	15,62		20,46	10,96
Estado de la válvula	Abierta		Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

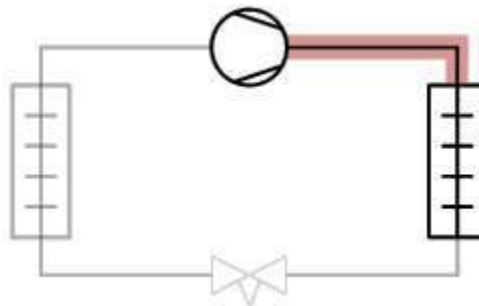
Válvula de cierre: Corte descarga compresores-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	23,00 kW
Flujo másico en la línea:	570,3 kg/h	Capacidad de calefacción:	30,35 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de descarga*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 40 (1 1/2")*



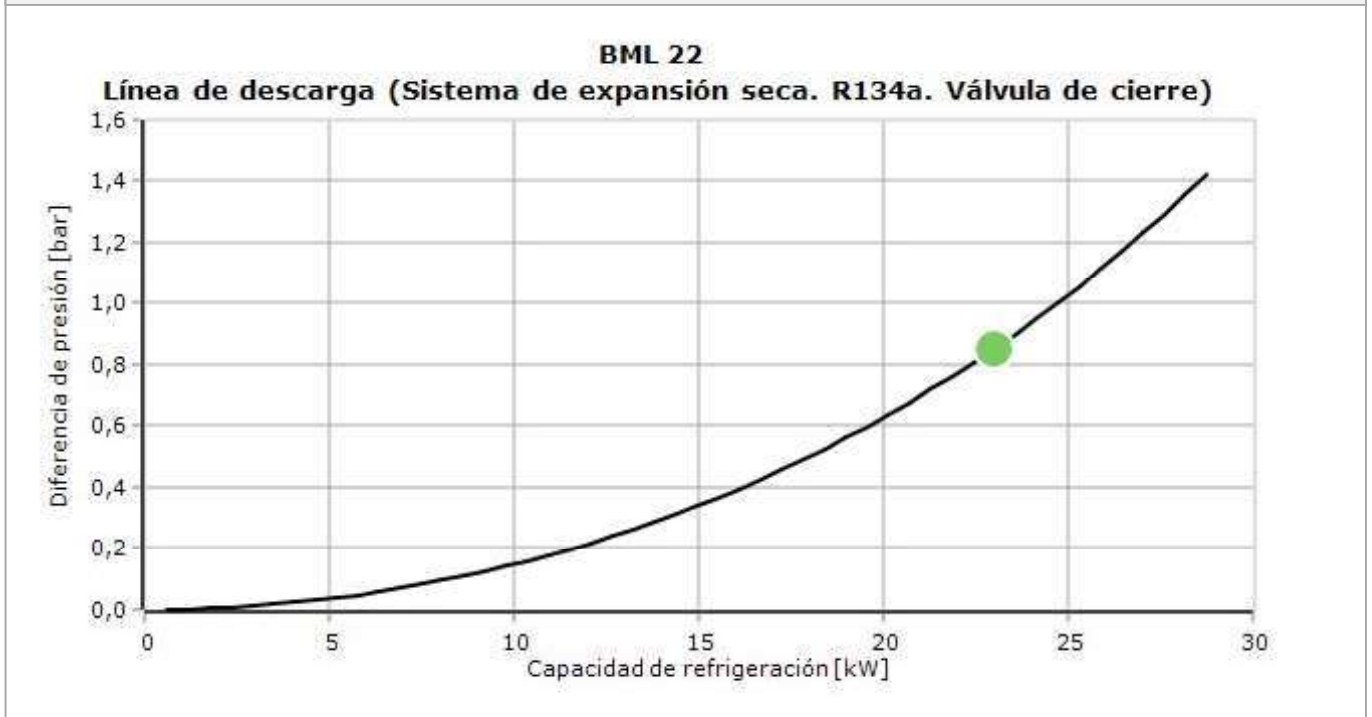
Selección: BML 22



Tipo	BML 15	BML 18	BML 22
NS	16	18	22
Kv [m ³ /h]	2,2	2,9	2,9
DP [bar]	1,624	0,853	0,853
DT_sat [K]	5,7	2,9	2,9
Velocidad, ent. [m/s]	23,86	17,92	11,17
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

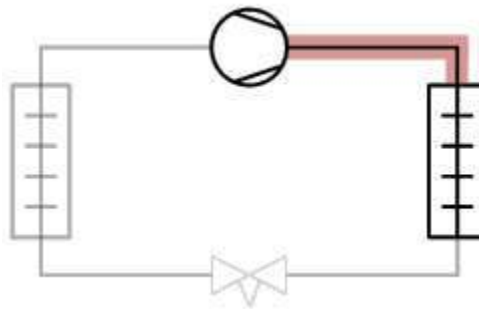
Válvula de cierre: Corte descarga compresores-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	31,30 kW
Flujo másico en la línea:	903,1 kg/h	Capacidad de calefacción:	50,13 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: Sistema de expansión seca. Línea de descarga

Criterios de selección: Velocidad: 15,00 m/s



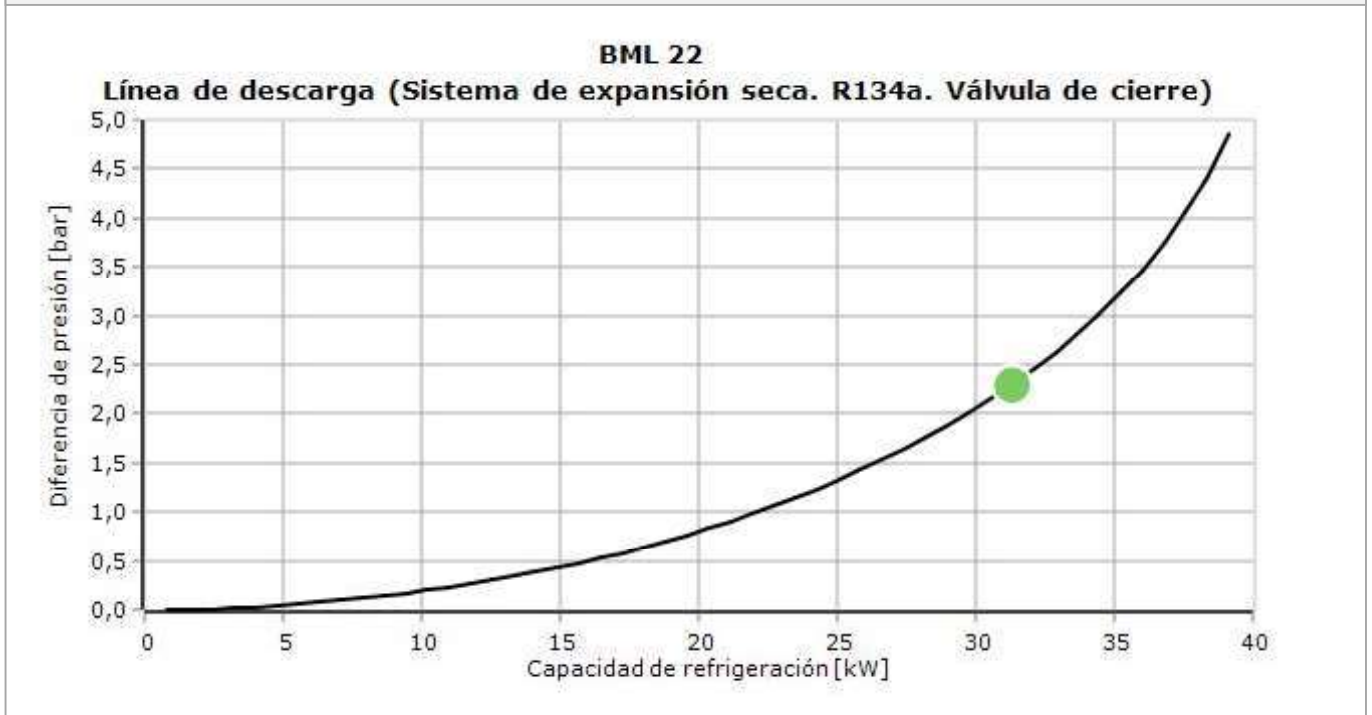
Selección: BML 22



Tipo	BML 15	BML 18	BML 22
NS	16	18	22
Kv [m ³ /h]	2,2	2,9	2,9
DP [bar]	6,846	2,298	2,298
DT_sat [K]	26,7	7,5	7,5
Velocidad, ent. [m/s]	35,27	26,49	16,51
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

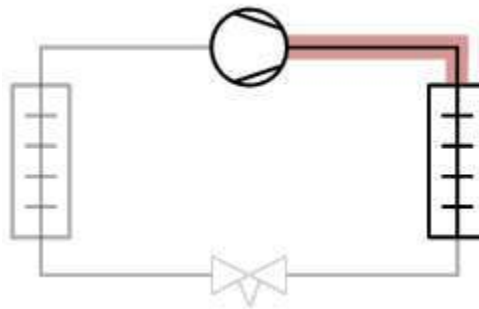
Válvula de cierre: Corte aspiración condensadores-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	20,00 kW
Flujo másico en la línea:	495,9 kg/h	Capacidad de calefacción:	26,39 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: Sistema de expansión seca. Línea de descarga

Criterios de selección: Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 32 (1 1/4")



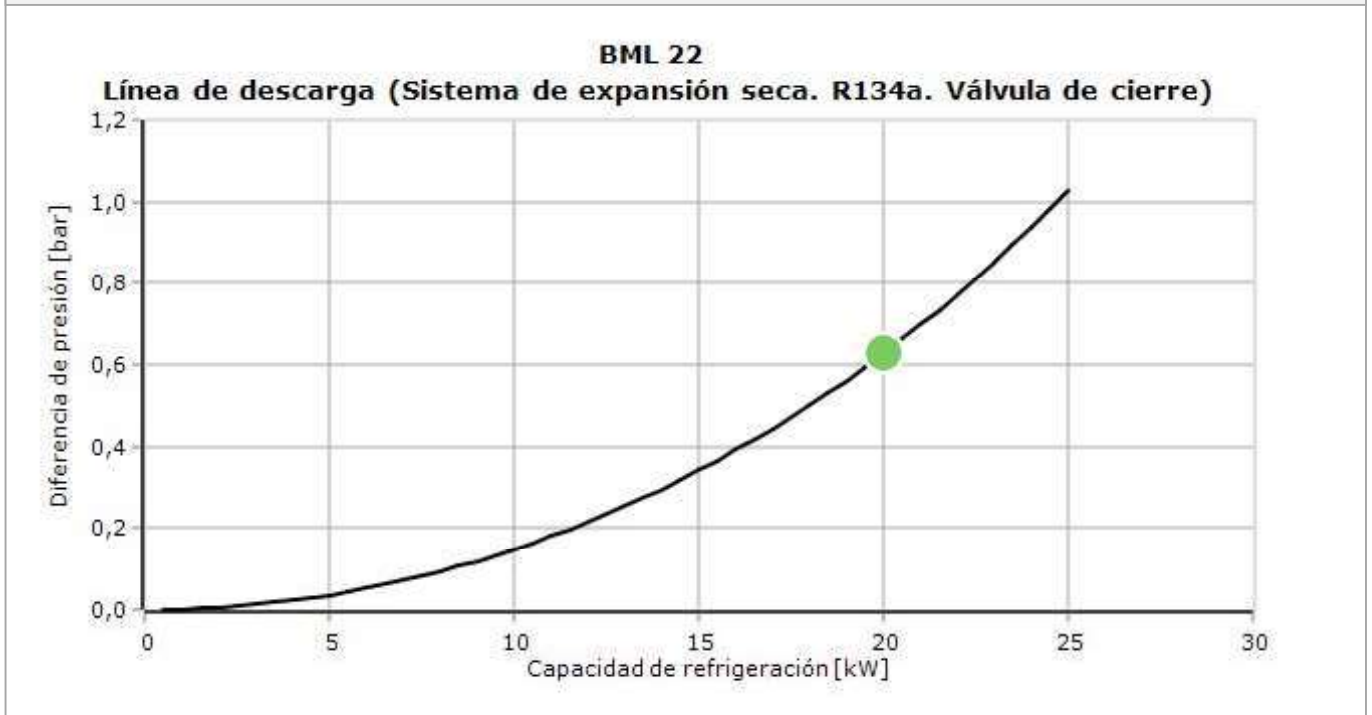
Selección: BML 22



Tipo	BML 15	BML 18	BML 22
NS	16	18	22
Kv [m ³ /h]	2,2	2,9	2,9
DP [bar]	1,162	0,628	0,628
DT_sat [K]	4,0	2,1	2,1
Velocidad, ent. [m/s]	20,75	15,59	9,71
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

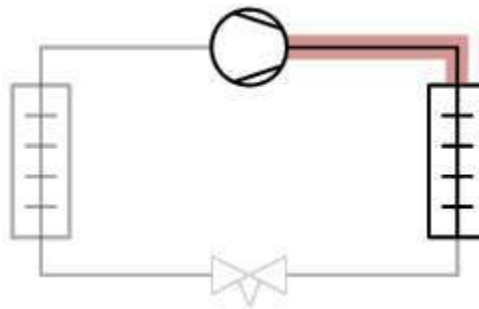
Válvula de cierre: Corte aspiración condensadores-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	20,40 kW
Flujo másico en la línea:	588,6 kg/h	Capacidad de calefacción:	32,67 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de descarga*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 50 (2")*



Selección: BML 22



Tipo	BML 15	BML 18	BML 22
NS	16	18	22
Kv [m ³ /h]	2,2	2,9	2,9
DP [bar]	1,568	0,837	0,837
DT_sat [K]	5,0	2,6	2,6
Velocidad, ent. [m/s]	22,99	17,27	10,76
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

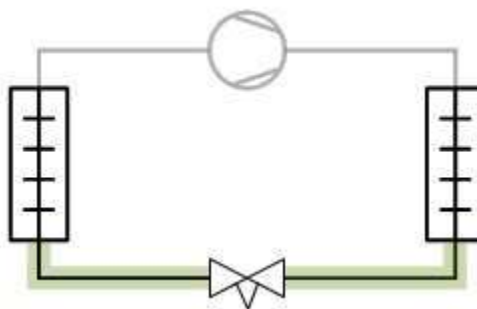
Válvula de cierre: Corte descarga compresores-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	20,00 kW
Flujo másico en la línea:	495,9 kg/h	Capacidad de calefacción:	26,39 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 20 (3/4")*



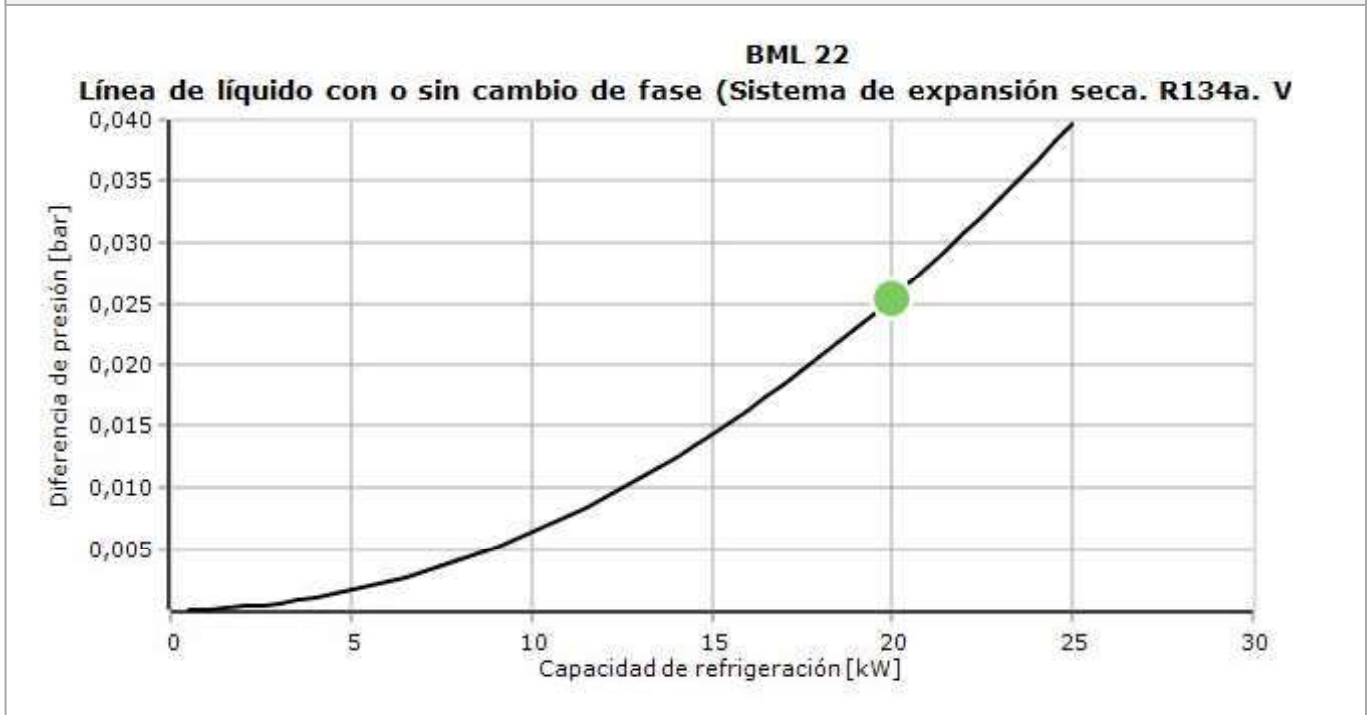
Selección: BML 22



Tipo	BML 15	BML 18	BML 22
NS	16	18	22
Kv [m ³ /h]	2,2	2,9	2,9
DP [bar]	0,044	0,025	0,025
DT_sat [K]	0,1	0,1	0,1
Velocidad, ent. [m/s]	0,90	0,68	0,42
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

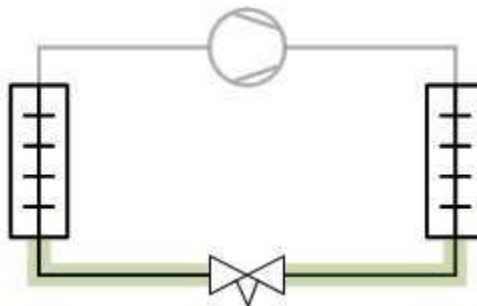
Válvula de cierre: Corte descarga condensadores-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	20,40 kW
Flujo másico en la línea:	588,6 kg/h	Capacidad de calefacción:	32,67 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 20 (3/4")*



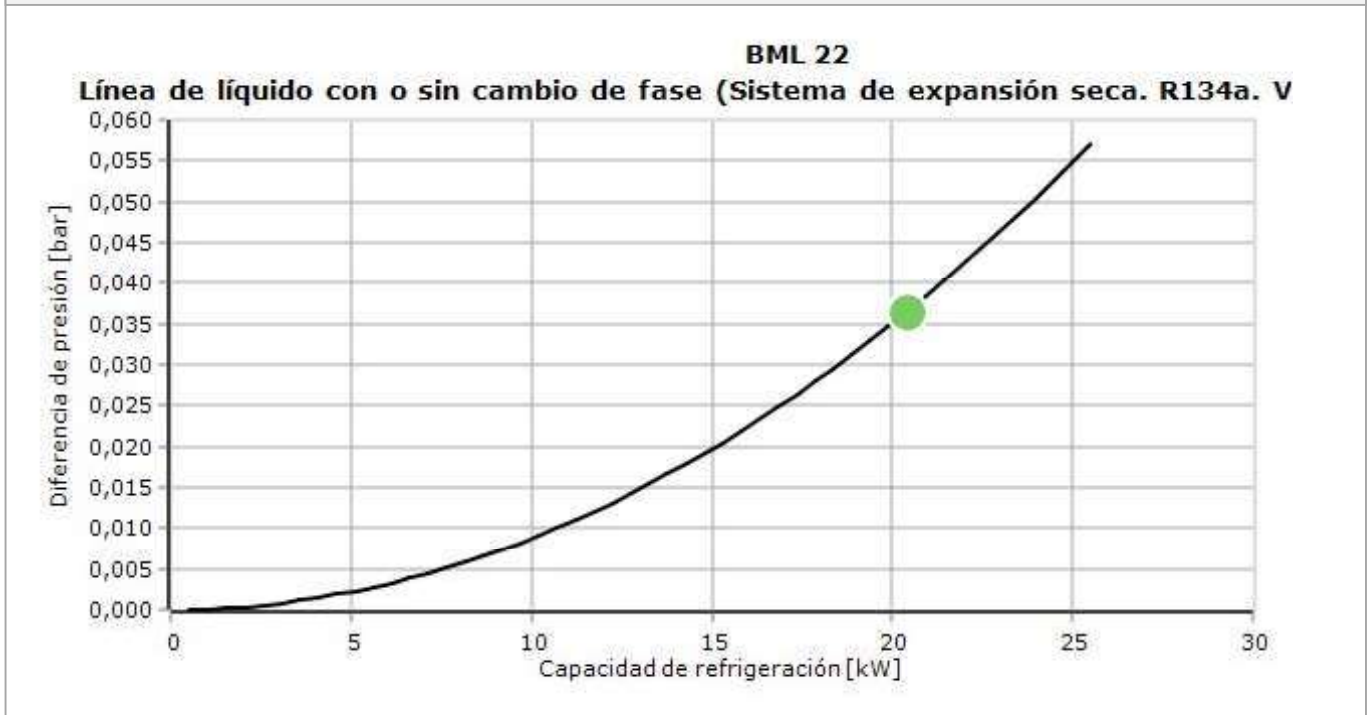
Selección: BML 22



Tipo	BML 15	BML 18	BML 22
NS	16	18	22
Kv [m ³ /h]	2,2	2,9	2,9
DP [bar]	0,063	0,036	0,036
DT_sat [K]	0,2	0,1	0,1
Velocidad, ent. [m/s]	1,09	0,82	0,51
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

Información del proyecto

Nombre del proyecto:	Diseño de cámaras de refrigeración y congelación
Comentarios:	
Creado por:	Carlos M. Verdugo Funes
Coolselector2 versión:	2.0.2. Base de datos: 15.16.1.8
Imprimido:	Miércoles, 14 de Junio de 2017
Preferencias utilizadas:	Todas las aplicaciones

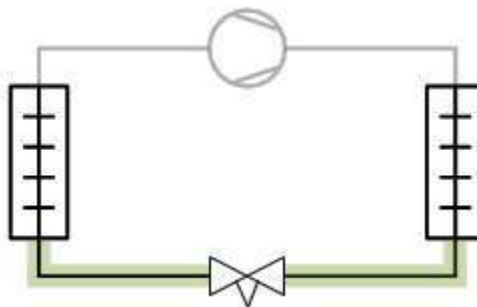
Filtro: Filtro-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	90,00 kW
Flujo másico en la línea:	2231 kg/h	Capacidad de calefacción:	118,8 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 20 (3/4")*



Selección: FIA 20-500 angle



Tipo	FIA 20-150 angle	FIA 20-250 angle	FIA 20-500 angle	FIA 25-100 angle	FIA 25-150 angle
NS	20	20	20	25	25
Kv [m ³ /h]	7,1	7,31	7,65	13,77	14
DP [bar]	0,086	0,081	0,074	0,023	0,022
DT_sat [K]	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1

Coolselector2

Velocidad, ent. [m/s]	1,38	1,38	1,38	0,84	0,84
-----------------------	------	------	------	------	------

Coolselector2

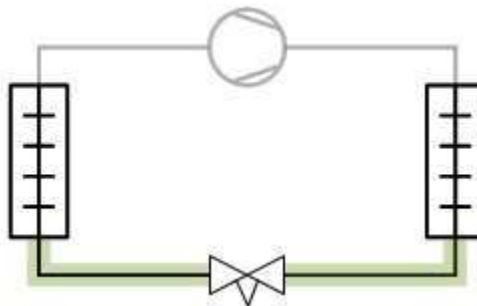
Filtro: Filtro-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	120,0 kW
Flujo másico en la línea:	3462 kg/h	Capacidad de calefacción:	192,2 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 40 (1 1/2")*



Selección: FIA 32-100 angle



Tipo	FIA 25-250 angle	FIA 25-500 angle	FIA 32-100 angle	FIA 32-150 angle	FIA 32-250 angle
NS	25	25	32	32	32
Kv [m ³ /h]	14,5	15,2	23	23,8	24,7
DP [bar]	0,051	0,046	0,020	0,019	0,017
DT_sat [K]	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Velocidad, ent. [m/s]	1,33	1,33	0,78	0,78	0,78

Coolselector2

Información del proyecto

Nombre del proyecto: Diseño de cámaras de refrigeración y congelación
 Comentarios:
 Creado por: Carlos M. Verdugo Funes
 Coolselector2 versión: 2.0.2. Base de datos: 15.16.1.8
 Imprimido: Miércoles, 14 de Junio de 2017
 Preferencias utilizadas: Todas las aplicaciones

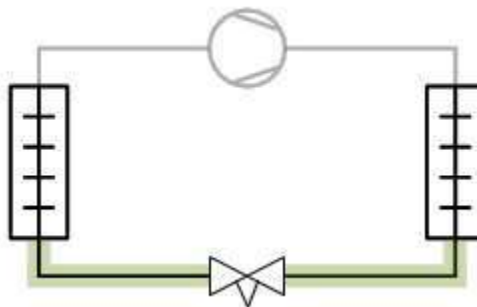
Visor de líquido: Visor de líquido-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	81,30 kW
Flujo másico en la línea:	1998 kg/h	Capacidad de calefacción:	105,8 kW
Temperatura de evaporación:	-3,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,623 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	66,1 °C		

Sistema y línea: Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase

Criterios de selección: Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 40 (1 1/2")



Selección: SGS 1 5/8"



Tipo	SGS 1 1/8"	SGS 1 3/8"	SGS 1 5/8"	SGS 2 1/8"	SGS 3 1/8"
NS	28,58	34,93	41,28	53,98	79,38
Kv [m ³ /h]	34	63	103	192	480
DP [bar]	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000
DT_sat [K]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Coolselector2

Velocidad, ent. [m/s]	0,91	0,59	0,41	0,24	0,11
-----------------------	------	------	------	------	------

Coolselector2

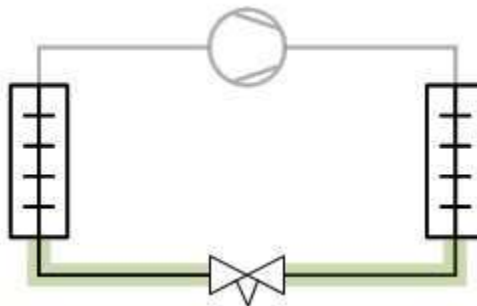
Visor de líquido: Visor de líquido-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	62,00 kW
Flujo másico en la línea:	1789 kg/h	Capacidad de calefacción:	99,29 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 40 (1 1/2")*



Selección: SGS 1 5/8"



Tipo	SGS 1 1/8"	SGS 1 3/8"	SGS 1 5/8"	SGS 2 1/8"	SGS 3 1/8"
NS	28,58	34,93	41,28	53,98	79,38
Kv [m ³ /h]	34	63	103	192	480
DP [bar]	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000
DT_sat [K]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Velocidad, ent. [m/s]	0,83	0,54	0,37	0,22	0,10

Coolselector2

Información del proyecto

Nombre del proyecto: Diseño de cámaras de refrigeración y congelación
 Comentarios:
 Creado por: Carlos M. Verdugo Funes
 Coolselector2 versión: 2.0.2. Base de datos: 15.16.1.8
 Imprimido: Miércoles, 14 de Junio de 2017
 Preferencias utilizadas: Todas las aplicaciones

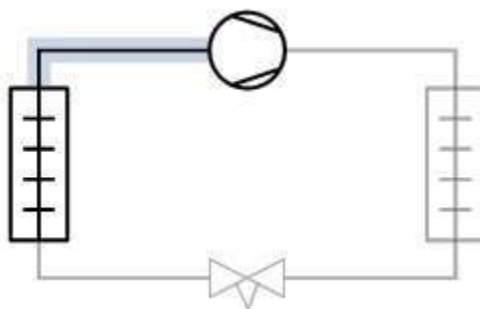
Tuberías: Tubería-Descarga evaporadores-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	90,00 kW
Flujo másico en la línea:	2231 kg/h	Capacidad de calefacción:	118,8 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de aspiración*

Criterios de selección: *Caída de presión: 0,050 bar. Longitud: 15,60 m*



Selección: Tubería de cobre ANSI 2 5/8

Tipo	ANSI 1 5/8	ANSI 2 1/8	ANSI 2 5/8	ANSI 3 1/8	ANSI 3 5/8
NS	41,28	53,98	66,68	79,38	92,08
DP [bar]	0,682	0,154	0,052	0,022	0,010
DT_sat [K]	8,4	1,7	0,6	0,2	0,1
DP [K/m]	0,537	0,110	0,037	0,015	0,007
Velocidad, ent. [m/s]	46,01	26,47	17,16	12,03	8,89
Velocidad, sal. [m/s]	64,77	28,34	17,55	12,14	8,93

Coolselector2

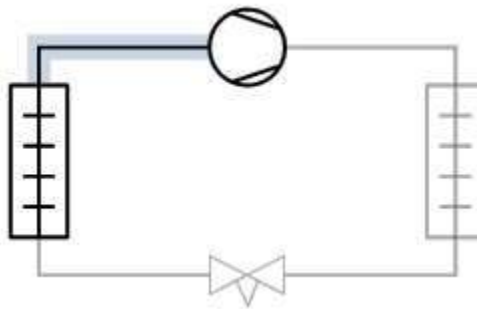
Tuberías: Tubería-Descarga evaporadores-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	120,0 kW
Flujo másico en la línea:	3462 kg/h	Capacidad de calefacción:	192,2 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de aspiración*

Criterios de selección: *Caída de presión: 0,190 bar. Longitud: 10,85 m*



Selección: Tubería de cobre ANSI 2 5/8

Tipo	ANSI 2 1/8	ANSI 2 5/8	ANSI 3 1/8	ANSI 3 5/8
NS	53,98	66,68	79,38	92,08
DP [bar]	0,777	0,193	0,076	0,036
DT_sat [K]	25,5	4,3	1,6	0,7
DP [K/m]	2,348	0,399	0,150	0,069
Velocidad, ent. [m/s]	89,99	58,34	40,89	30,23
Velocidad, sal. [m/s]	340,3	71,60	44,12	31,30

Coolselector2

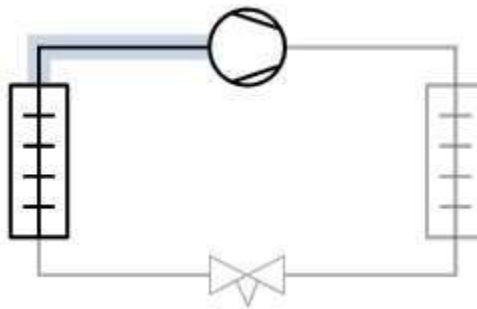
Tuberías: Tubería-Aspiración compresores-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	90,00 kW
Flujo másico en la línea:	2231 kg/h	Capacidad de calefacción:	118,8 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de aspiración*

Criterios de selección: *Caída de presión: 0,500 bar. Longitud: 16,11 m*



Selección: Tubería de cobre ANSI 1 5/8

Tipo	ANSI 1 5/8	ANSI 2 1/8	ANSI 2 5/8
NS	41,28	53,98	66,68
DP [bar]	0,709	0,160	0,054
DT_sat [K]	8,8	1,8	0,6
DP [K/m]	0,544	0,110	0,037
Velocidad, ent. [m/s]	46,01	26,47	17,16
Velocidad, sal. [m/s]	65,81	28,41	17,56

Coolselector2

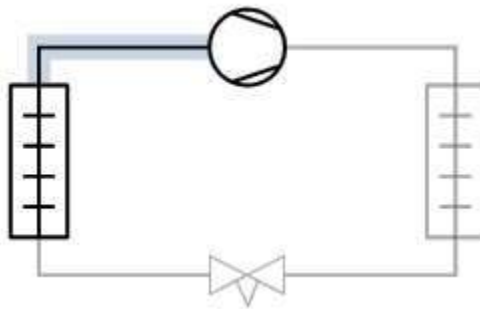
Tuberías: Tubería-Aspiración compresores-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	120,0 kW
Flujo másico en la línea:	3462 kg/h	Capacidad de calefacción:	192,2 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de aspiración*

Criterios de selección: *Caída de presión: 0,145 bar. Longitud: 20,18 m*



Selección: Tubería de cobre ANSI 3 1/8

Tipo	ANSI 2 5/8	ANSI 3 1/8	ANSI 3 5/8	ANSI 4 1/8
NS	66,68	79,38	92,08	104,77
DP [bar]	0,402	0,147	0,067	0,035
DT_sat [K]	10,0	3,2	1,4	0,7
DP [K/m]	0,495	0,160	0,071	0,036
Velocidad, ent. [m/s]	58,34	40,89	30,23	23,25
Velocidad, sal. [m/s]	94,69	47,59	32,32	24,06

Coolselector2

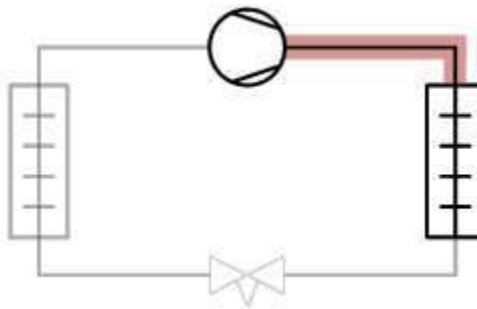
Tuberías: Tubería-Descarga compresores-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	90,00 kW
Flujo másico en la línea:	2231 kg/h	Capacidad de calefacción:	118,8 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de descarga*

Criterios de selección: *Caída de temperatura de saturación: 0,020 K/m. Longitud: 24,68 m*



Selección: Tubería de cobre ANSI 1 5/8

Tipo	ANSI 1 1/8	ANSI 1 3/8	ANSI 1 5/8	ANSI 2 1/8	ANSI 2 5/8
NS	28,58	34,93	41,28	53,98	66,68
DP [bar]	1,656	0,547	0,227	0,057	0,020
DT_sat [K]	5,8	1,9	0,8	0,2	0,1
DP [K/m]	0,236	0,075	0,031	0,008	0,003
Velocidad, ent. [m/s]	23,27	15,29	10,79	6,21	4,03
Velocidad, sal. [m/s]	27,65	16,14	11,03	6,24	4,03

Coolselector2

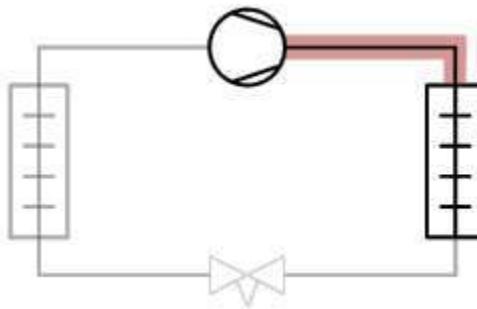
Tuberías: Tubería-Descarga compresores-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	120,0 kW
Flujo másico en la línea:	3462 kg/h	Capacidad de calefacción:	192,2 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de descarga*

Criterios de selección: *Caída de temperatura de saturación: 0,020 K/m. Longitud: 27,41 m*



Selección: Tubería de cobre ANSI K65 2 1/8

Tipo	ANSI K65 1 3/8	ANSI K65 1 5/8	ANSI K65 2 1/8
NS	34,93	41,28	53,98
DP [bar]	1,862	0,764	0,171
DT_sat [K]	6,0	2,4	0,5
DP [K/m]	0,217	0,086	0,019
Velocidad, ent. [m/s]	24,84	17,75	9,82
Velocidad, sal. [m/s]	29,43	18,98	9,97

Coolselector2

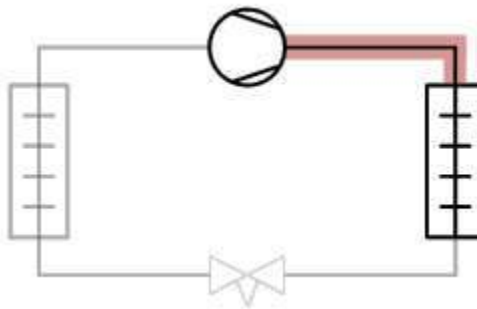
Tuberías: Tubería-Aspiración condensadores-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	90,00 kW
Flujo másico en la línea:	2231 kg/h	Capacidad de calefacción:	118,8 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de descarga*

Criterios de selección: *Caída de presión: 0,016 bar. Longitud: 0,72 m*



Selección: Tubería de cobre ANSI 1 3/8

Tipo	ANSI 7/8	ANSI 1 1/8	ANSI 1 3/8	ANSI 1 5/8	ANSI 2 1/8
NS	22,23	28,58	34,93	41,28	53,98
DP [bar]	0,172	0,045	0,016	0,007	0,002
DT_sat [K]	0,6	0,1	0,1	0,0	0,0
DP [K/m]	0,797	0,206	0,072	0,030	0,008
Velocidad, ent. [m/s]	39,65	23,27	15,29	10,79	6,21
Velocidad, sal. [m/s]	40,32	23,38	15,31	10,80	6,21

Coolselector2

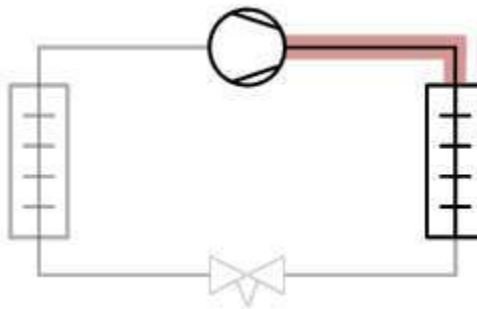
Tuberías: Tubería-Aspiración condensadores-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	120,0 kW
Flujo másico en la línea:	3462 kg/h	Capacidad de calefacción:	192,2 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de descarga*

Criterios de selección: *Caída de temperatura de saturación: 0,020 K/m. Longitud: 3,20 m*



Selección: Tubería de cobre ANSI 2 1/8

Tipo	ANSI 1 3/8	ANSI 1 5/8	ANSI 2 1/8	ANSI 2 5/8	ANSI 3 1/8
NS	34,93	41,28	53,98	66,68	79,38
DP [bar]	0,151	0,063	0,016	0,005	0,002
DT_sat [K]	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0
DP [K/m]	0,143	0,060	0,015	0,005	0,002
Velocidad, ent. [m/s]	22,14	15,63	8,99	5,83	4,08
Velocidad, sal. [m/s]	22,43	15,71	9,00	5,83	4,09

Coolselector2

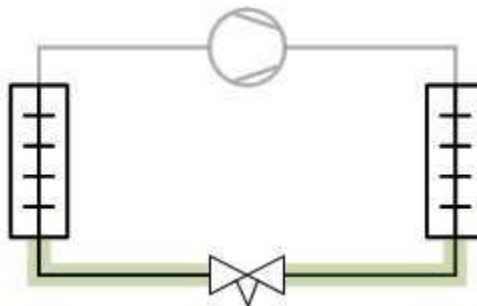
Tuberías: Tubería-Descarga condensadores-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	90,00 kW
Flujo másico en la línea:	2231 kg/h	Capacidad de calefacción:	118,8 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Caída de presión: 0,050 bar. Longitud: 0,72 m*

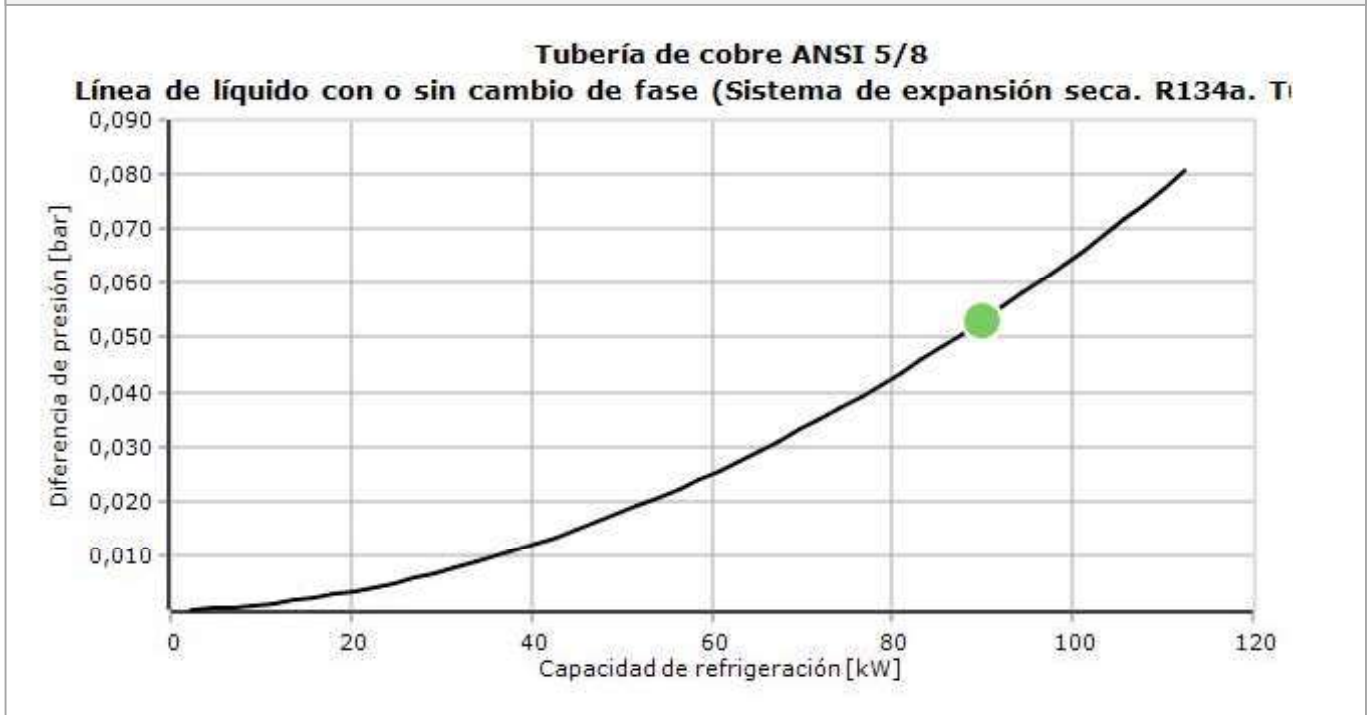


Selección: Tubería de cobre ANSI 5/8

Tipo	ANSI 3/8	ANSI 1/2	ANSI 5/8	ANSI 3/4	ANSI 7/8
NS	9,53	12,7	15,88	19,05	22,23
DP [bar]	0,952	0,176	0,053	0,020	0,010
DT_sat [K]	3,3	0,6	0,2	0,1	0,0
DP [K/m]	4,538	0,817	0,246	0,091	0,045
Velocidad, ent. [m/s]	10,97	5,59	3,45	2,30	1,72
Velocidad, sal. [m/s]	10,97	5,59	3,45	2,30	1,72

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

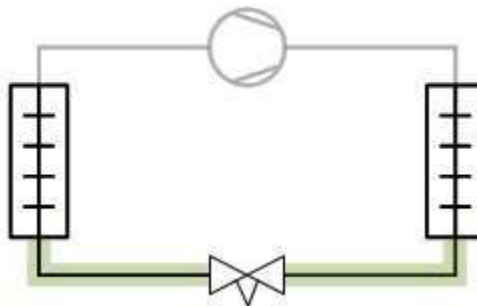
Tuberías: Tubería-Descarga condensadores-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	120,0 kW
Flujo másico en la línea:	3462 kg/h	Capacidad de calefacción:	192,2 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Caída de presión: 0,098 bar. Longitud: 3,20 m*



Selección: Tubería de cobre ANSI 7/8

Tipo	ANSI 5/8	ANSI 3/4	ANSI 7/8	ANSI 1 1/8	ANSI 1 3/8
NS	15,88	19,05	22,23	28,58	34,93
DP [bar]	0,544	0,199	0,098	0,027	0,010
DT_sat [K]	1,7	0,6	0,3	0,1	0,0
DP [K/m]	0,522	0,189	0,093	0,025	0,009
Velocidad, ent. [m/s]	5,45	3,63	2,72	1,60	1,05
Velocidad, sal. [m/s]	5,45	3,63	2,72	1,60	1,05

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

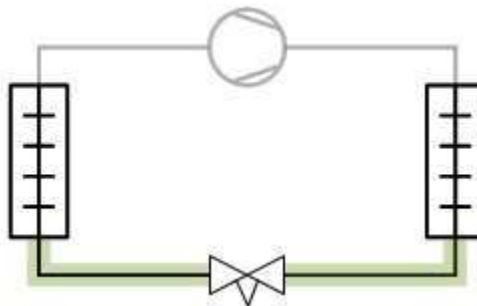
Tuberías: Tubería-Aspiración recipiente-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	90,00 kW
Flujo másico en la línea:	2231 kg/h	Capacidad de calefacción:	118,8 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Caída de temperatura de saturación: 0,020 K/m. Longitud: 22,68 m*

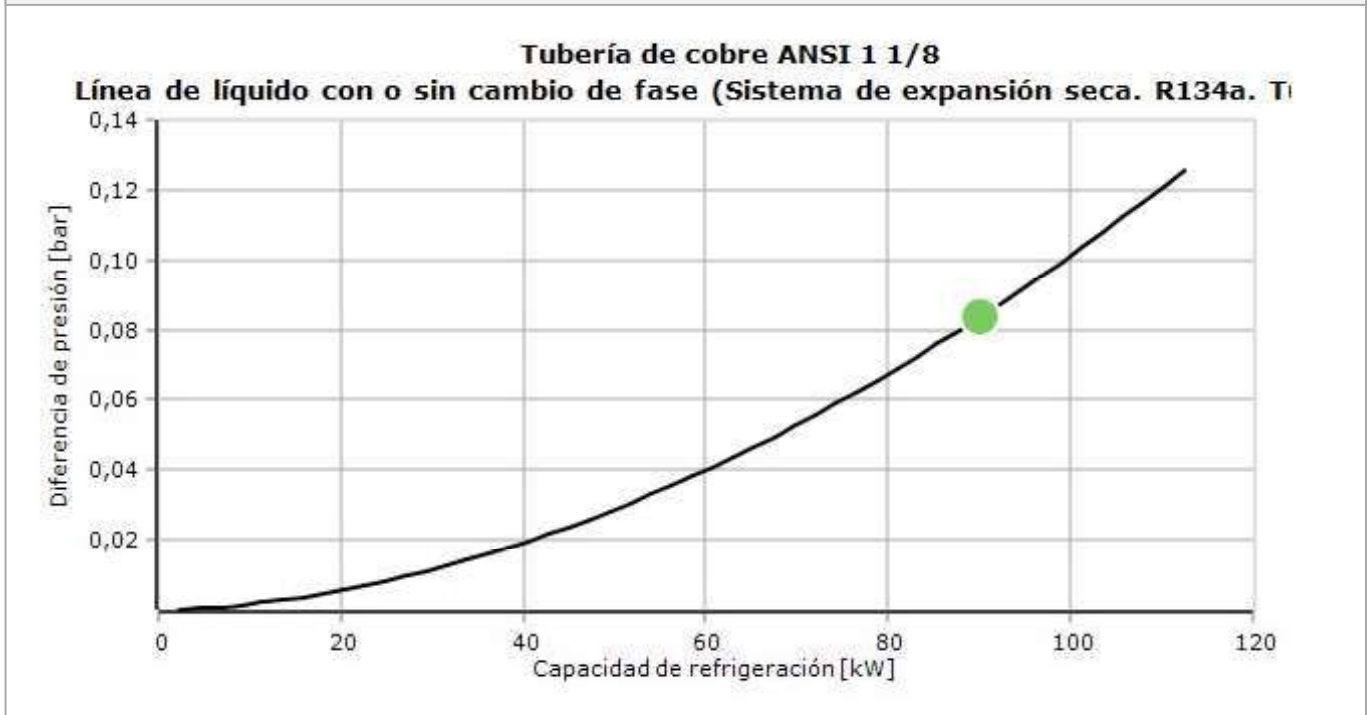


Selección: Tubería de cobre ANSI 1 1/8

Tipo	ANSI 3/4	ANSI 7/8	ANSI 1 1/8	ANSI 1 3/8	ANSI 1 5/8
NS	19,05	22,23	28,58	34,93	41,28
DP [bar]	0,618	0,305	0,084	0,030	0,013
DT_sat [K]	2,1	1,0	0,3	0,1	0,0
DP [K/m]	0,092	0,045	0,012	0,004	0,002
Velocidad, ent. [m/s]	2,30	1,72	1,01	0,66	0,47
Velocidad, sal. [m/s]	2,30	1,72	1,01	0,66	0,47

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

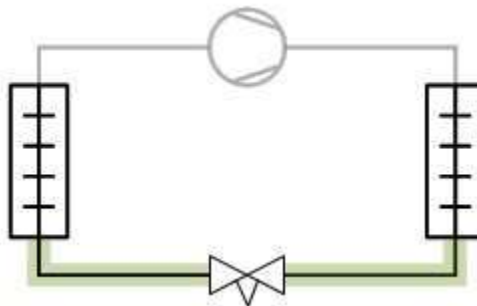
Tuberías: Tubería-Aspiración recipiente-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	120,0 kW
Flujo másico en la línea:	3462 kg/h	Capacidad de calefacción:	192,2 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Caída de presión: 0,008 bar. Longitud: 22,99 m*



Selección: Tubería de cobre ANSI 2 1/8

Tipo	ANSI 1 3/8	ANSI 1 5/8	ANSI 2 1/8	ANSI 2 5/8	ANSI 3 1/8
NS	34,93	41,28	53,98	66,68	79,38
DP [bar]	0,069	0,030	0,008	0,003	0,001
DT_sat [K]	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
DP [K/m]	0,009	0,004	0,001	0,000	0,000
Velocidad, ent. [m/s]	1,05	0,74	0,43	0,28	0,19
Velocidad, sal. [m/s]	1,05	0,74	0,43	0,28	0,19

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

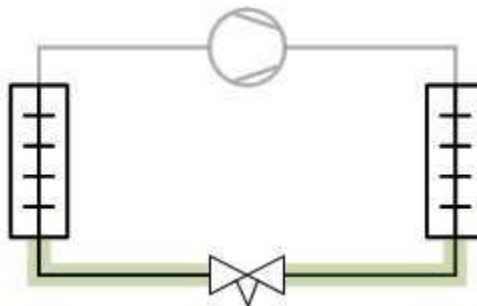
Tuberías: Tubería-Descarga recipiente-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	90,00 kW
Flujo másico en la línea:	2231 kg/h	Capacidad de calefacción:	118,8 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Caída de presión: 0,010 bar. Longitud: 0,35 m*

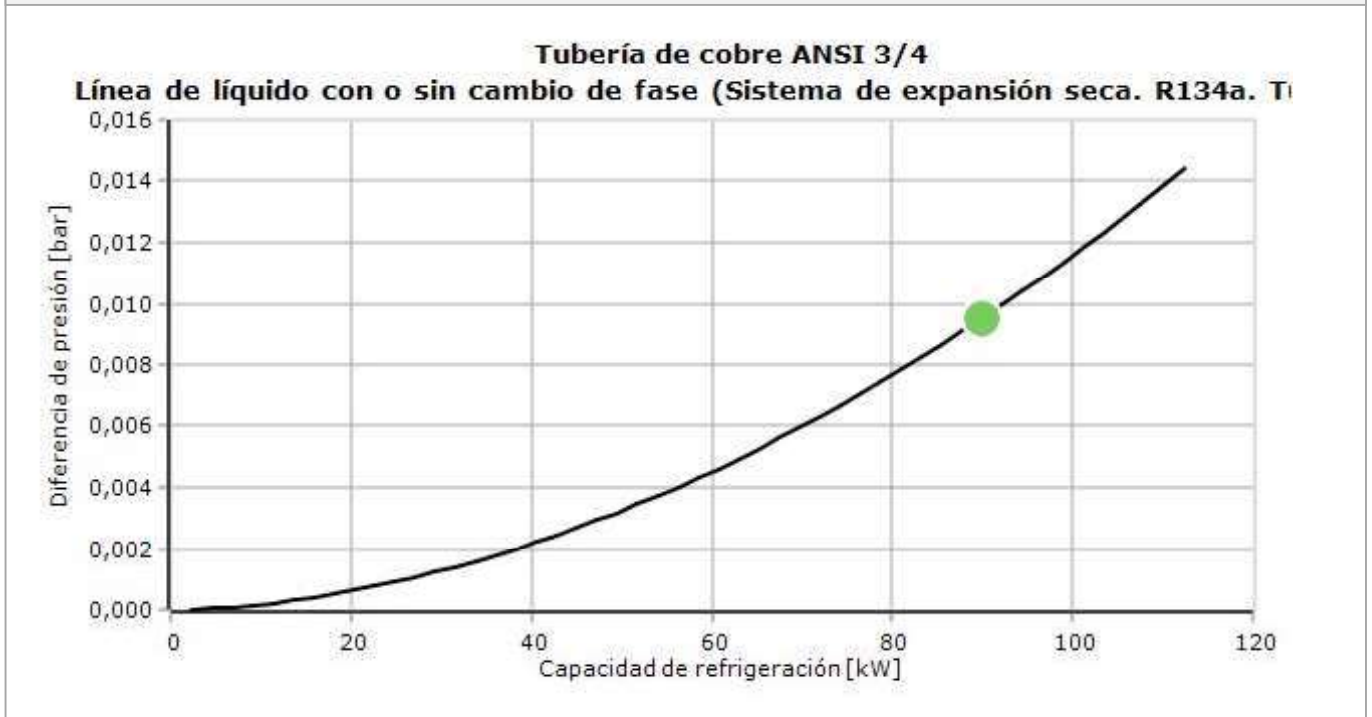


Selección: Tubería de cobre ANSI 3/4

Tipo	ANSI 1/2	ANSI 5/8	ANSI 3/4	ANSI 7/8	ANSI 1 1/8
NS	12,7	15,88	19,05	22,23	28,58
DP [bar]	0,085	0,026	0,010	0,005	0,001
DT_sat [K]	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
DP [K/m]	0,814	0,245	0,091	0,045	0,012
Velocidad, ent. [m/s]	5,59	3,45	2,30	1,72	1,01
Velocidad, sal. [m/s]	5,59	3,45	2,30	1,72	1,01

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

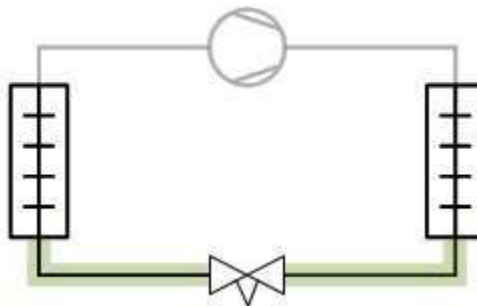
Tuberías: Tubería-Descarga recipiente-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	120,0 kW
Flujo másico en la línea:	3462 kg/h	Capacidad de calefacción:	192,2 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Caída de presión: 0 bar. Longitud: 0,35 m*

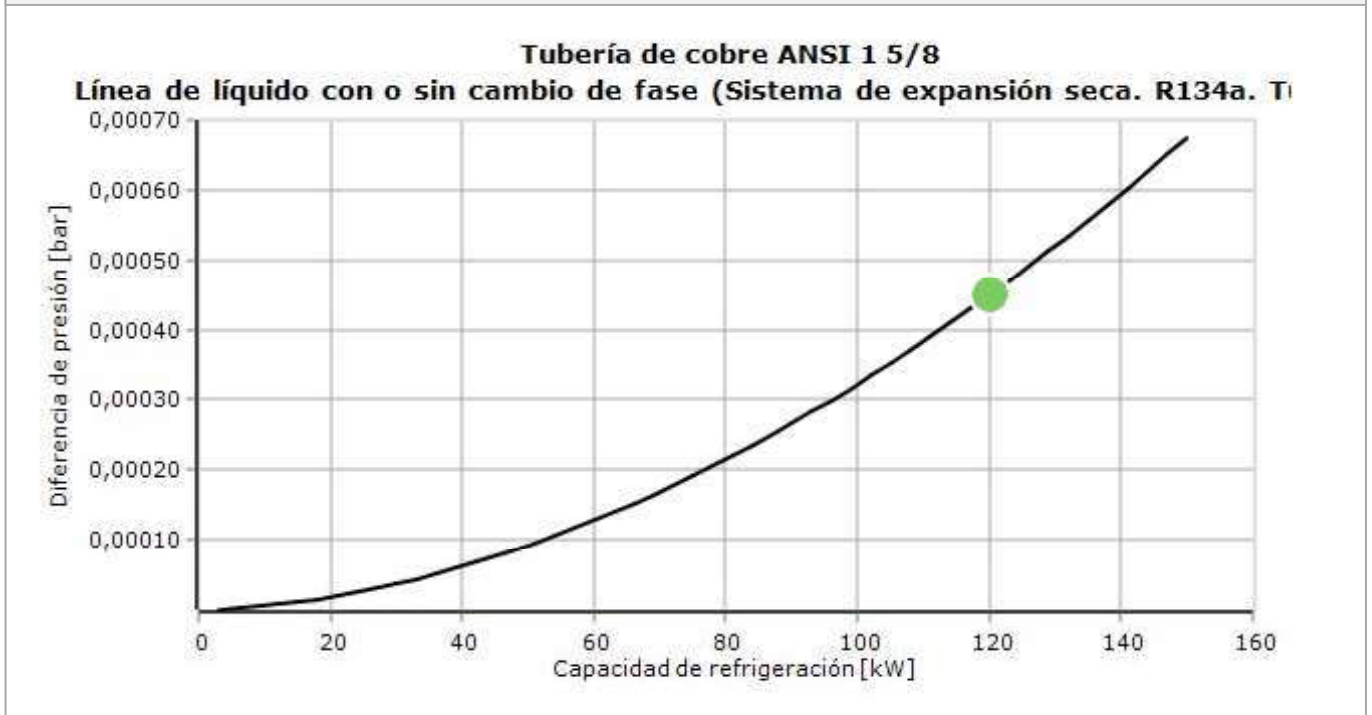


Selección: Tubería de cobre ANSI 1 5/8

Tipo	ANSI 1 1/8	ANSI 1 3/8	ANSI 1 5/8	ANSI 2 1/8	ANSI 2 5/8
NS	28,58	34,93	41,28	53,98	66,68
DP [bar]	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000
DT_sat [K]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DP [K/m]	0,025	0,009	0,004	0,001	0,000
Velocidad, ent. [m/s]	1,60	1,05	0,74	0,43	0,28
Velocidad, sal. [m/s]	1,60	1,05	0,74	0,43	0,28

Coolselector2

Curva de rendimiento



Coolselector2

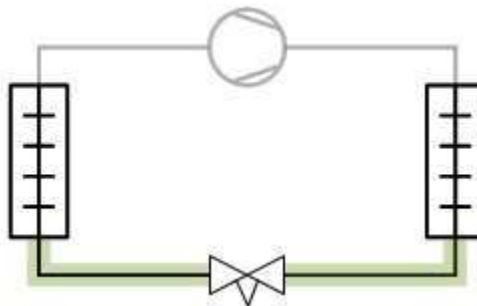
Tuberías: Tubería-Aspiración evaporadores-R

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	90,00 kW
Flujo másico en la línea:	2231 kg/h	Capacidad de calefacción:	118,8 kW
Temperatura de evaporación:	-5,0 °C	Temperatura de condensación:	45,0 °C
Presión de evaporación:	2,434 bar	Presión de condensación:	11,60 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Caída de presión: 0,010 bar. Longitud: 25,72 m*



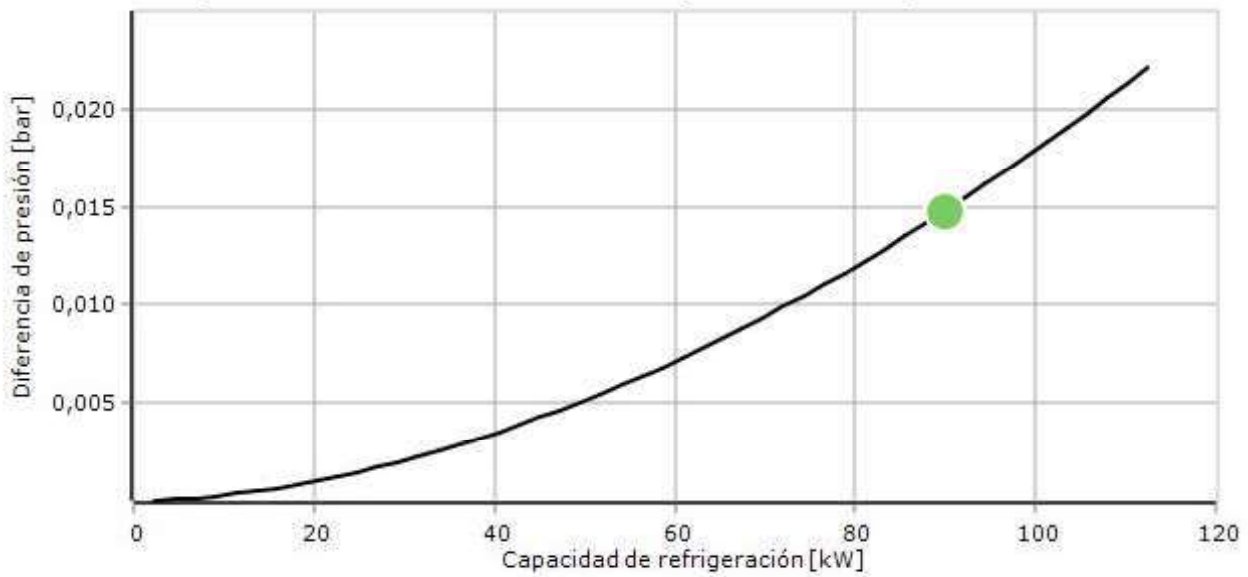
Selección: Tubería de cobre ANSI 1 5/8

Tipo	ANSI 1 1/8	ANSI 1 3/8	ANSI 1 5/8	ANSI 2 1/8	ANSI 2 5/8
NS	28,58	34,93	41,28	53,98	66,68
DP [bar]	0,095	0,034	0,015	0,004	0,001
DT_sat [K]	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
DP [K/m]	0,012	0,004	0,002	0,001	0,000
Velocidad, ent. [m/s]	1,01	0,66	0,47	0,27	0,17
Velocidad, sal. [m/s]	1,01	0,66	0,47	0,27	0,17

Coolselector2

Curva de rendimiento

Tubería de cobre ANSI 1 5/8
Línea de líquido con o sin cambio de fase (Sistema de expansión seca. R134a. T)



Coolselector2

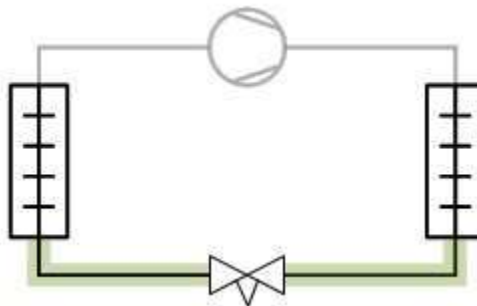
Tuberías: Tubería-Aspiración evaporadores-C

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R134a	Capacidad de refrigeración:	120,0 kW
Flujo másico en la línea:	3462 kg/h	Capacidad de calefacción:	192,2 kW
Temperatura de evaporación:	-25,0 °C	Temperatura de condensación:	50,0 °C
Presión de evaporación:	1,064 bar	Presión de condensación:	13,17 bar
Recalentamiento útil:	6,0 K	Subenfriamiento:	6,0 K
Recalentamiento adicional:	0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Temperatura de descarga:	83,4 °C		

Sistema y línea: *Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase*

Criterios de selección: *Caída de presión: 0,018 bar. Longitud: 13,64 m*

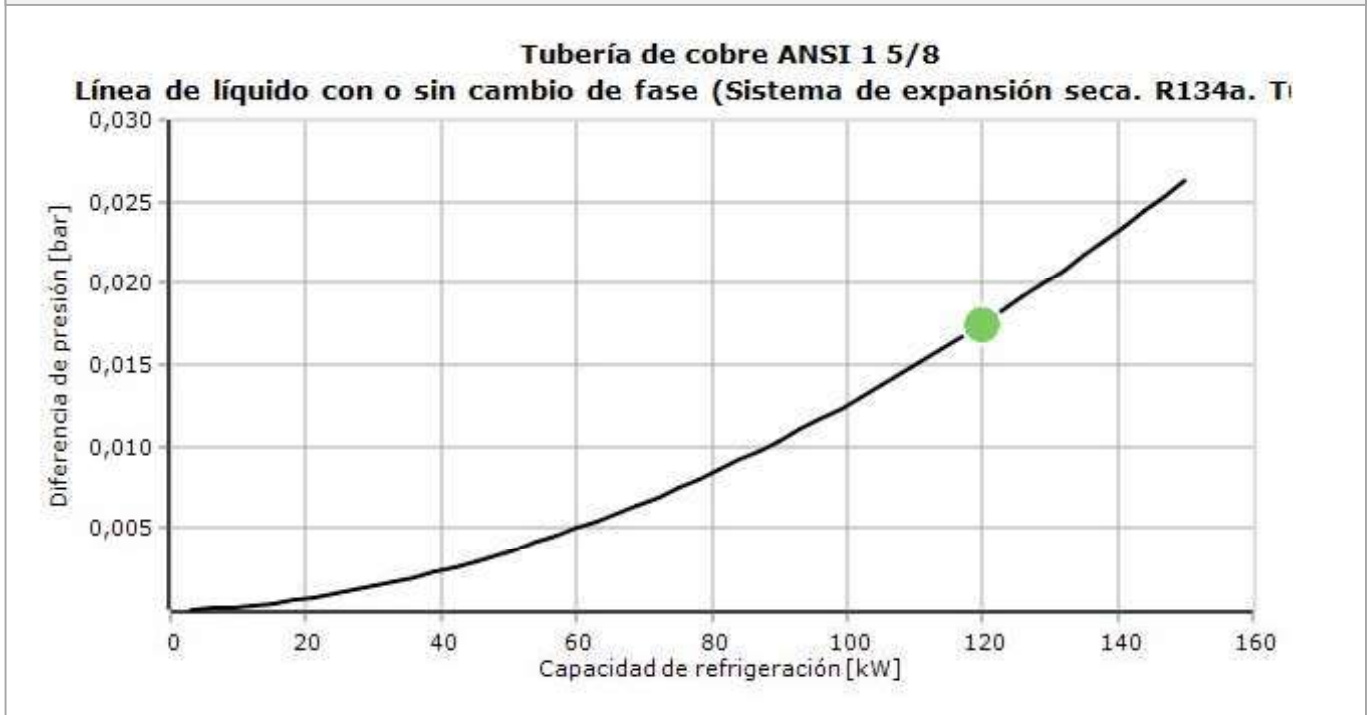


Selección: Tubería de cobre ANSI 1 5/8

Tipo	ANSI 1 1/8	ANSI 1 3/8	ANSI 1 5/8	ANSI 2 1/8	ANSI 2 5/8
NS	28,58	34,93	41,28	53,98	66,68
DP [bar]	0,113	0,041	0,018	0,005	0,002
DT_sat [K]	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0
DP [K/m]	0,025	0,009	0,004	0,001	0,000
Velocidad, ent. [m/s]	1,60	1,05	0,74	0,43	0,28
Velocidad, sal. [m/s]	1,60	1,05	0,74	0,43	0,28

Coolselector2

Curva de rendimiento





**Controlador de temperatura
para productos no envasados
EKC 368**

Introducción

Aplicaciones

El controlador y la válvula se utilizan donde se requieren altos requisitos de refrigeración para productos sin empaquetar, p.ej.:

- Delicatessen
- Cámaras de carne
- Cámaras para frutas y verduras
- Muebles frigoríficos
- Plantas de aire acondicionado

Sistema

Se utiliza una válvula KVS. La capacidad determina el tamaño de ésta. Cuando se para la refrigeración o se produce una caída de tensión, la válvula permanece abierta.

El sensor S_{air} se debe colocar en la corriente de aire frío a la salida del evaporador

Ventajas

- Se reduce el deterioro y el secado del producto debido a que la humedad del aire se mantiene lo más alta posible.
- La temperatura se mantiene con una precisión de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ o menor tras un fenómeno transitorio.
- Se puede controlar el transitorio con la función adaptativa, de manera que las oscilaciones de temperatura son mínimas.
- Sensor de desescarche, permite que el tiempo sea el mínimo posible.
- Regulación PID

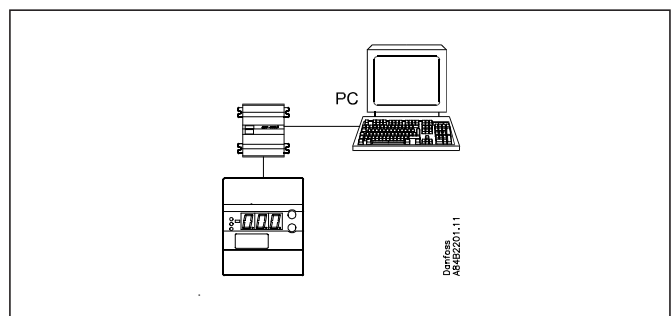
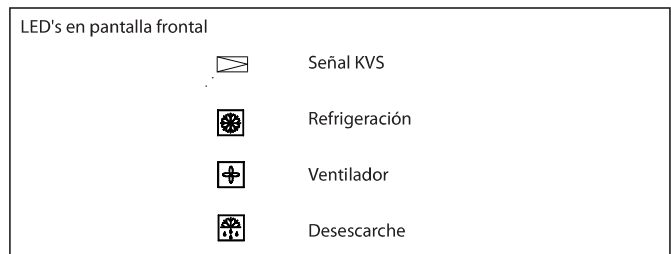
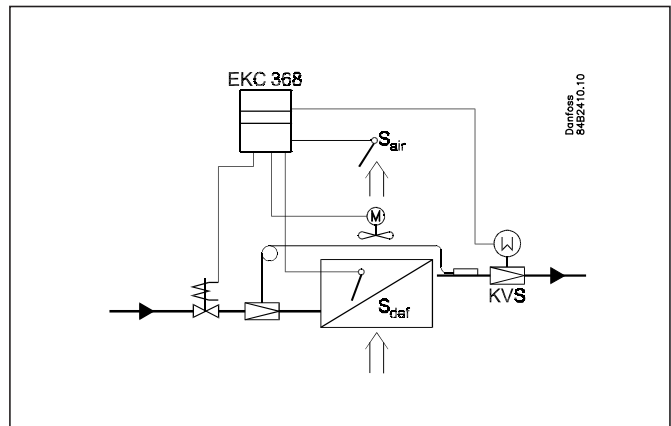
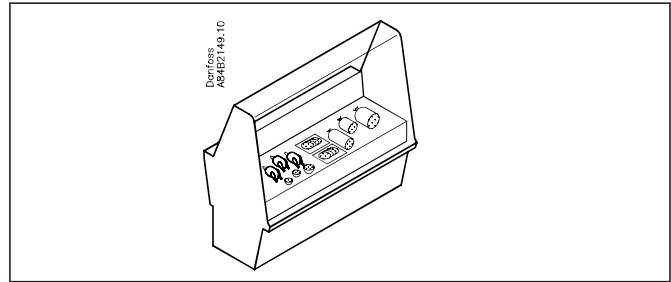
Funciones

- Control de temperatura modulante
- Función de desescarche: eléctrico, gas caliente o natural
- Alarma si se sobrepasan los límites de alarma ajustados.
- Relé de salida para función de desescarche, solenoide, ventilador y alarma
- Señal de entrada para poder desplazar la referencia de temperatura.

Opciones

- Operación con PC

El controlador se puede dotar con comunicación de datos, permitiendo así la conexión con otros productos de la gama ADAP-KOOL®. Por lo que se puede realizar la gestión, monitorización y almacenaje de datos desde un PC - bien "in situ" o bien desde una compañía de servicio.



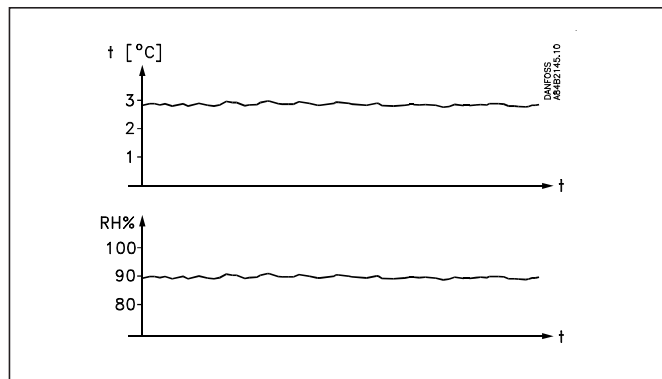
Funciones

Óptima precisión del control de temperatura

Con este sistema donde el controlador y la válvula han sido adaptados para una utilización óptima de la planta, los productos refrigerados pueden permanecer almacenados con oscilaciones de temperatura inferiores a $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

Alta humedad del aire

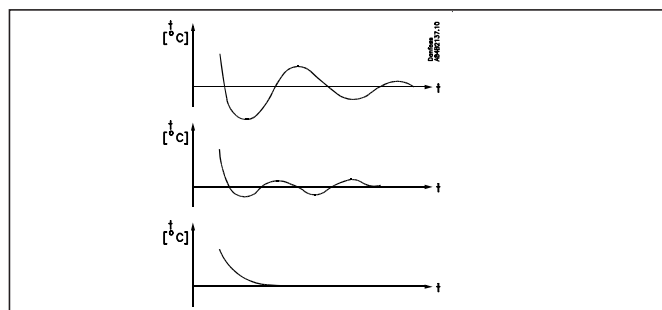
Como la temperatura de evaporación se adapta constantemente a la necesidades de refrigeración y además siempre será lo más alta posible y con oscilaciones de temperatura muy pequeñas, la humedad relativa de la cámara se mantendrá por lo tanto al máximo. Como consecuencia de ello el secado de los productos será mínimo.



La temperatura requerida se alcanza rápidamente

Gracias al control PID y la posibilidad de seleccionar entre tres fenómenos transitorios, el controlador se adapta a las características de control de temperatura óptimas para cada planta de refrigeración en particular.

- Enfriando lo más **rápido** posible
- Enfriando con oscilaciones **suaves** sobre la referencia
- Enfriando **sin** oscilaciones sobre la referencia



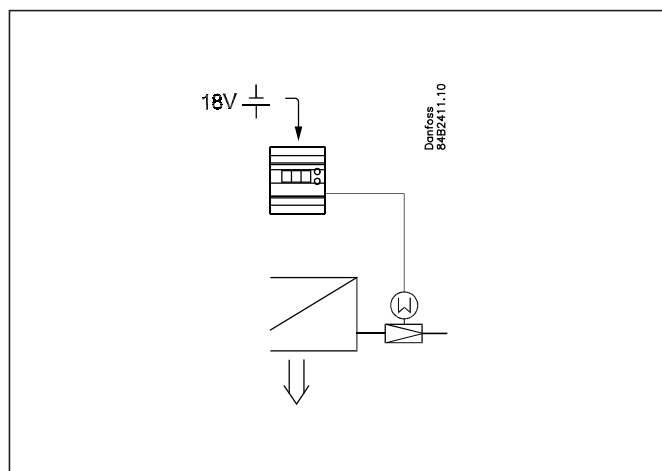
Válvula

La válvula es una válvula de presión de evaporación y está disponible en un amplio rango de capacidades.

Se monta en un motor de etapas, el cual recibe pulsos desde el controlador

El controlador se adapta a ésta válvula, por lo que los ajustes son muy sencillos y rápidos.

En caso de fallo de tensión el grado de apertura de la válvula se mantiene. Si la aplicación requiere que la válvula esté abierta, se puede conectar una batería al controlador.



Vista general de funciones

Función	Parámetro	Parámetro para operación con comunicación de datos
Pantalla		
Normalmente el valor de temperatura visualizado es la temperatura ambiente Sair.		u01 Air temp
La temperatura del sensor de desescarche se puede ver pulsando brevemente (1s) el botón inferior.		u09 Sdef temp.
Referencia		
Referencia La regulación esta basada en el valor ajustado, suponiendo que no haya influencias externas (o10). (Pulsar ambos botones a la vez, para fijar la referencia).	-	TempSetpoint
Unidad de temperatura Se selecciona si el controlador indica las temperaturas en °C ó °F. Si se selecciona la indicación °F, los ajustes de otras temperaturas también cambiarán a °F, bien en valores absolutos o bien en valores relativos.	r05	Temp unit °C=0, °F=1 (En AKM sólo se visualiza bar, independientemente del ajuste).
Contribución externa para la referencia Este ajuste determina la contribución máxima a añadir a la referencia cuando tengamos una señal de entrada máxima. (10 V).	r06	ExtRefOffset
Corrección de la señal de Sair (Posibilidad de compensación mediante cables del sensor largos).	r09	Adjust SAir
Corrección de la señal de Sdef (Posibilidad de compensación mediante cables del sensor largos).	r11	Adjust SDef
Arranque/Parada de refrigeración Con este ajuste se puede arrancar o parar la refrigeración. El arranque/parada también se puede activar con el interruptor ON/OFF externo. Véase también apéndice 1.	r12	Main switch
Alarma		
El controlador puede dar una alarma en diferentes situaciones. Cuando se produce una alarma todos los diodos (LED) parpadearán en el panel del controlador, y el relé de alarma se activará.		
Alarma para desviación de alta temperatura Ajuste de alarma para altas temperaturas Sair.. El valor se ajusta en Kelvin. La alarma se activa cuando la temperatura Sair supera la referencia actual más A01. La referencia actual (SP + r06) se puede ver en u02).	A01	Upper offset
Alarma para desviación de baja temperatura Ajuste de alarma para bajas temperaturas Sair.. El valor se ajusta en Kelvin. La alarma se activa cuando la temperatura Sair cae por debajo de la referencia menos A02.	A02	Lower offset
Retardo de alarma Si se supera uno de los dos valores anteriores, comenzará a contar una temporización. La alarma no se activará hasta que haya pasado el tiempo de retardo ajustado. El tiempo se ajusta en minutos.	A03	TempAlrmDel.
Alarma por baja batería Aquí se define si el controlador debe vigilar la tensión de la batería. Si la tensión es muy baja o ninguna, se producirá una alarma.	A34	Batt. alarm
		Con comunicación de datos se puede definir la importancia de las alarmas. Se ajusta en el menú "Destino de alarmas" menu.Véase también página 14.

Desescarche		Defrost
<p>Un desescarche se puede definir por tres caminos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - via comunicación de datos desde un programa de desescarche - via cortocircuito del sensor Sdef (señal de pulsos de 2 seg.) - montaje de reloj en tiempo real <p>El desescarche se para cuando la temperatura en el sensor de desescarche alcanza el valor fijado o cuando se agota el tiempo fijado.</p> <p>Las alarmas de temperatura no se activan durante el desescarche</p>		
<p>Método de desescarche Aquí se define si el desescarche es eléctrico o por gas caliente. Durante el desescarche el relé de desescarche se activa y el relé de enfriar se para. Si se utiliza desescarche ELÉCTRICO, la válvula permanece abierta durante el desescarche. Si es por GAS CALIENTE, la válvula estará cerrada durante el desescarche.</p>	d01	Defrost mode off = 0 El (Eléctrico) = 1 Gas = 2
<p>Temperatura de fin de desescarche Se fija una temperatura. Si no esta montado un sensor de desescarche, el desescarche finalizará por tiempo determinado. Véase el siguiente punto</p>	d02	Def. Stop Temp
<p>Máxima duración de desescarche Con este ajuste aseguramos que el desescarche finaliza aunque no haya parado por temperatura. Si no se ha montado un sensor Sdef, este ajuste será el tiempo de desescarche.</p>	d04	Max Def.time
<p>Tiempo de goteo Aqui se ajusta el tiempo añadido tras el desescarche hasta que la refrigeración comienza de nuevo. (El tiempo en el cual el agua gotea del evaporador).</p>	d06	DripOfftime
<p>Retardo de arranque del ventilador después del desescarche Ajuste del tiempo que transcurre desde el comienzo de la inyección despues del desescarche hasta que vuelve a arrancar los ventiladores. (El tiempo en el que el agua esta saliendo por el desagüe y parte se congela en el evaporador).</p>	d07	FanStartDel.
<p>Temperatura de arranque del ventilador El ventilador puede comenzar a funcionar un poco antes que el tiempo seleccionado en el parámetro anterior si el sensor Sdef registra un valor adecuado. Aqui se ajusta ese valor.</p>	d08	FanStartTemp
<p>Funcionamiento del ventilador durante el desescarche Aqui se ajusta si el ventilador debe funcionar durante el desescarche</p>	d09	FanDuringDef
<p>Retraso de alarma de temperatura tras el desescarche Durante e inmediatamente después de un desescarche la temperatura es "demasiado alta". El alarma de alta temperatura se puede suprimir después del desescarche. Aqui se ajusta el tiempo de supresión de alarma. El tiempo cuenta desde el comienzo de la refrigeración.</p>	d11	Pulldown del
<p>Si desea hacer un desescarche extra, puilsar el botón inferior durante siete segundos. Si se mantiene pulsado siete segundos durante un desescarche, éste se parará. El tiempo de goteo y el retraso del ventilador se completarán.</p>		Def. start Aquí puede iniciar un desescarche manual
<p>Si desea visualizar la temperatura en el sensor de desescarche, pulsar el botón inferior (1s).</p>		u09 Sdef temp.

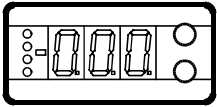
Parámetros de control		
Tipo de actuador Aquí se define el actuador instalado en el sistema: 1: KVS 15 - 22 2: KVS 38 - 35 3: KVS 42 - 54 4. Definido por el usuario (sólo se puede modificar los datos del motor vía el software AKM de Danfoss) Sólo pueden ajustarse si el EKC está parado (r12 = off).	n03	Valve type
P: Factor de amplificación Kp Si se reduce el valor Kp la regulación comienza a ser más lenta.	n04	Kp factor
I: Tiempo de integración Tn Ajustando el valor máximo a (600s), se puede cancelar este parámetro. Si se ajusta a 600s, el parámetro n07 deberá ajustarse en "0". (Si se aumenta el valor Tn la regulación comienza a ser más lenta).	n05	Tn sec.
D: Tiempo diferencial Td Este parámetro se puede anular ajustando al valor mínimo de (0).	n06	Td sec.
Transitorio Se utiliza esta función cuando se requiere un régimen transito rápido o cuando no deben existir oscilaciones: 0: Enfriamiento lo más rápido posible 1: Enfriamiento con menos oscilaciones 2: Enfriamiento sin oscilaciones	n07	Ctrl. mode
Arranque tras un desescarche por gas caliente La válvula KVS debe abrir antes que la válvula solenoide. Aquí se ajusta el tiempo que necesita la válvula para abrir. El tiempo comienza a contar cuando el tiempo de goteo ha finalizado	n08	Open time
Varios		
Señal de entrada Si se desea conectar a una señal que desplace la referencia del controlador, se debe definir la señal en este parámetro 0: Sin señal 1: 0 - 10 V 2: 2 - 10 V (0 ó 2 V no proporcionarán un desplazamiento. 10 V desplazarán la referencia por el valor fijado en el menú r06).	o10	AI type
Frecuencia Ajuste de la frecuencia	o12	50 / 60 Hz (50=0, 60=1)
Dirección Si se conecta el controlador a una red de comunicación, este deberá tener una dirección, y el gateway maestro deberá conocer esta dirección. Estos ajustes solo se pueden realizar cuando se haya instalado el módulo de comunicación de datos en el controlador y la instalación de la red de comunicación se haya completado. Esta instalación se menciona en el documento "RC.8A.C".		Una vez instalado el módulo de comunicación en el controlador, éste puede operar con otros controladores de la gama de controles de refrigeración ADAP-KOOL®.
La dirección se ajusta entre 1 y 60	o03	-
La dirección es enviada al gateway cuando el menú está en posición ON (El ajuste volverá automáticamente a la pos. OFF tras unos segundos.)	o04	-

Service		
Se puede visualizar algunos parámetros del controlador para el servicio de mantenimiento.		
Lectura de la temperatura del sensor Sair (valor calibrado)	u01	Air temp.
Lectura de la referencia de control (Punto de ajuste + contribución de señal externa)	u02	Air ref.
Lectura de la tensión externa	u07	AI Volt
Lectura de la temperatura del sensor Sdef (valor calibrado)	u09	Sdef temp.
Lectura del estado de entrada DI (entrada arranque/parada)	u10	DI status
Lectura de la duración del desescarche en marcha o del último desescarche realizado	u11	Defrost time
Lectura del grado de apertura de la válvula en %.	u23	KVS OD %
	--	Alarm relay Lee el estado del relé de alarma ON trabajo con alarma
	--	Cooling rel. Estado del relé de la válvula solenoide
	--	Fan relay Estado del relé del ventilador
	--	Def. relay Estado del relé de desescarche
Estado de funcionamiento		
El controlador pasa unos momentos en el cual simplemente está esperando el siguiente punto de regulación. Para mostrar estos momentos "sin actividad", se puede visualizar un estado de funcionamiento en el display. Pulsar el botón superior (1s). Si hay un código de estado, éste se visualizará en la pantalla. (Los códigos de estado tienen menos prioridad que los códigos de alarma. Es decir, que si hay un código de alarma no se podrá visualizar el código de estado). Los códigos de estado tienen los siguientes significados:		Ctrl state (0 = regulación)
S4: Secuencia de desescarche. Tiempo de goteo y espera hasta que este tiempo pase		4
S10: Corte de refrigeración por arranque/parada interno o externo.		10
S12: Corte de refrigeración por Sair (temp. ambiente en el sensor) demasiado baja		12
S13: Secuencia de desescarche. La válvula KVQ se está cerrando		13
S14: Secuencia de desescarche. Desescarche en marcha		14
S15: Secuencia de desescarche. Los ventiladores esperan a que su retardo pase		15

Operación

Display

Los valores se muestran con tres dígitos, y con un ajuste se puede determinar si las unidades se muestran en °C ó °F.



Indicadores luminosos (LED) en el panel frontal

Existen indicadores (LED's) en el frontal que se iluminarán cuando el relé correspondiente está activado.

Los tres LED's inferiores parpadearán, si existe un error en la regulación.

En este caso se puede visualizar el código en el display y anular la alarma pulsando brevemente el botón superior.

El controlador puede dar los siguientes mensajes		
E1	Mensaje de error	Errores en el controlador
E6		Cambiar batería en el temporizador. Ajustar el temporizador.
E7		Sair abierto
E8		Sair cortocircuitado
E12		Señal de entrada analógica fuera de su rango
A1	Mensaje de alarma	Alarma por temperatura alta
A2		Alarma por temperatura baja
A43		Comprobar tensión de alimentación para el motor de etapas
A44		Alarma por baja batería (no hay tensión o la tensión es muy baja)

Los pulsadores

Cuando se desea cambiar los ajustes, los dos pulsadores darán valores mayores o menores, dependiendo del botón que se pulse. Antes de cambiar un valor, deberá acceder primero al menú. Para acceder a éste, se pulsa el botón superior durante unos segundos - a continuación accederá a la columna con los códigos de parámetros. Una vez encontrado el código del parámetro que se desea modificar, pulsar los dos botones simultáneamente. Una vez modificado el valor, guardar el nuevo valor pulsando de nuevo los dos botones simultáneamente.

- Proporciona acceso al menú (o corta un alarma)
- Proporciona acceso a los cambios
- Guarda un cambio

Ejemplos de operaciones

Ajustar la temperatura de referencia

1. Pulsar los dos botones simultáneamente
2. Pulsar uno de los botones y seleccionar el nuevo valor
3. Pulsar ambos botones de nuevo para finalizar el ajuste

Ajuste de uno de los otros menús

1. Pulsar el botón superior hasta que aparezcan los parámetros
2. Pulsar uno de los botones hasta que aparezca el parámetro que se desea modificar.
3. Pulsar ambos botones simultáneamente hasta que aparezca el valor del parámetro.
4. Pulsar uno de los dos botones y seleccione el nuevo valor
5. Pulsar ambos botones de nuevo para finalizar el ajuste

Menú

SW = 1.6x

Función	Parámetro	Min.	Max.	Ajuste fabrica
Pantalla				
Visualiza la temperatura ambiente	-		°C	
Pulsar el botón inferior para visualizar la temperatura en el sensor de desescarche.	-		°C	
Referencia				
Ajustar la temperatura ambiente deseada	-	-70°C	160°C	10
Unidad de temperatura	r05	°C	°F	°C
Contribución externa a la referencia	r06	-50 K	50 K	0
Corrección en la señal de Sair	r09	-10,0 K	10,0 K	0
Corrección en la señal de Sdef	r11	-10,0 K	10,0 K	0
Arranque/Parada de refrigeración	r12	OFF	On	On
Alarma				
Desviación de alarma por alta	A01	0	50 K	5
Desviación de alarma por baja	A02	0	50 K	5
Retras del alarma	A03	0	180 min	30
Monitorización de la batería	A34	Off	On	Off
Desescarche				
Método de desescarche (ELECTRICO/GAS CALIENTE)	d01	Off	GAS	Off
Temperatura de fin de desescarche	d02	0	25°C	6
Duración máxima del desescarche	d04	0	180 min	45
Tiempo de goteo	d06	0	20 min	0
Retardo de arranque del ventilador	d07	0	20 min	0
Temperatura de arranque del ventilador	d08	-15°C	0°C	-5
Funcionamiento ventiladores durante desescarche	d09	no	yes	no
Retardo de alarma por temperatura después del desescarche	d11	0	199 min	90
Parámetros de regulación				
Tipos de actuador: 1=KVS15, 2=KVS28/35, 3=KVS42/54. 4= Definido por el usuario vía AKM / Sólo para Danfoss Sólo pueden ajustarse si el EKC está parado (r12 = off/0).	n03	1	4	1
P: Factor de amplificación Kp	n04	1	50	4
I: Tiempo de integración Tn (600 = off)	n05	60 s	600 s	120
D: Tiempo diferencial Td (0 = off)	n06	0 s	60 s	0
Tipo de transitorio 0: Enfriamiento rápido 1: Enfriamiento con menos oscilaciones 2: Enfriamiento sin oscilaciones	n07	0	2	1
Tiempo de arranque tras un desescarche por gas caliente	n08	0 min	20 min	1
Varios				
Dirección del controlador	o03*	1	60	0
ON/OFF (activador para comunicación)	o04*	-	-	Off
Definición de la señal de entrada analógica 0: sin señal 1: 0 - 10 V 2: 2 - 10 V	o10	0	2	0
Frecuencia	o12	50 Hz	60 Hz	50
Service				
Lectura de la temperatura del sensor Sair	u01		°C	
Lectura referencia de regulación	u02		°C	
Lectura de la señal de corriente externa	u07		V	
Lectura de la temperatura del sensor Sdef	u09		°C	
Lectura del estado de entrada - DI	u10		on/off	
Lectura de la duración del desescarche	u11		m	
Grado de apertura de la válvula	u23		%	

*) Este ajuste será posible solo si se ha instalado una tarjeta de comunicación en el controlador.

Ajustes de fábrica:

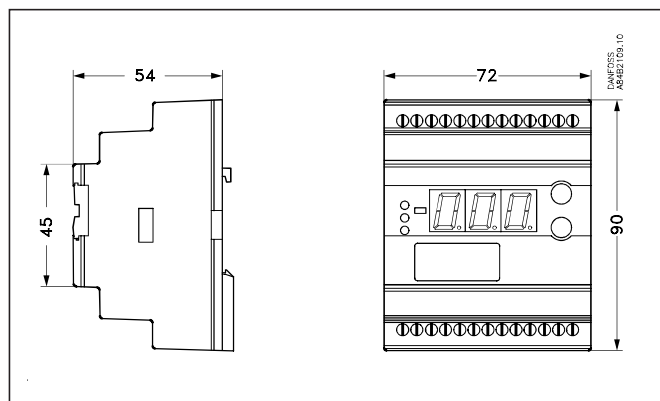
Si es necesario volver a los ajustes de fábrica, se puede hacer del siguiente modo: -

Quitar tensión al controlador

- Mantener ambos botones pulsados cuando se vuelve a conectar el controlador

Datos de técnicos

Alimentación	24 V c.a. +/-15% 50/60 Hz, 10 VA (la alimentación de tensión está galvánicamente separada de las señales de entrada y salida)	
Potencia	Controlador KVS-motor de etapas	5 VA 1,3 VA
Señal de entrada) Ri = 100 KΩ	Señal de tensión *	0-10 V ó 2-10 V
	Entrada digital desde función de contacto externo.	
	Cortocircuito (señal de pulsos) entre 18-20 comenzará un desescarche	
Sensor de entrada	2 uds. Pt 1000 ohm	
Relé de salida	3 uds. SPST	AC-1: 4 A (óhmico) AC-15: 3 A (inductivo)
Relé de alarma	1 uds. SPST	
Salida del motor de etapas	Por pulsos 100 mA	
Comunicación de datos	Conexión a un módulo de comunicación	
Temperatura ambiente	Durante operación	-10 - 55°C
	Durante transporte	-40 - 70°C
Protección	IP 20	
Peso	300 g	
Montaje	Rail DIN	
Pantalla	LED, 3-dígitos	
Terminales	Cable max. 2.5 mm ²	
Homologaciones	Directiva de baja tensión U.E. y estipulaciones EMC para marcado CE Prueba LVD según EN 60730-1 y EN 60730-29 Prueba EMC según EN50081-1 y EN 50082-2	



Pepidos

Tipo	Descripción	Código
EKC 368	Controlador de presión de evaporación	084B7079
EKA 172	Reloj en tiempo real	084B7069
EKA 174	Módulo de comunicación (accesorios), (Módulo RS 485) con separación galvánica separation	084B7124
AKA 211	Filtró , 4 x 10 mH	084B2238

Con batería de emergencia:

Requisitos de la batería:

18 V c.c. min. 100 mAh

Sensor de temp. Pt 1000 ohm: Ver catálogo RK0YG...

Válvulas..... Ver catálogo RK0YG...

Conexiones

Conexiones necesarias

Terminales:

25-26 Tensión de alimentación 24 V a.c.

18-19 Sensor Pt 1000 en la salida del evaporador

21-24 Suministro al motor de etapas

1-2 Interruptor para arranque/parada de regulación. Si no se conecta el interruptor, deberán cortocircuitarse los terminales 1 y 2.

5-6 Batería (la tensión abrirá la válvula KVS, si el suministro de tensión al controlador se cae)

Conexiones según la aplicación

Terminales:

12-13 Relé de alarma

Los contactos 12 y 13 están cerrados en situaciones de alarma y cuando el controlador está sin tensión

8-9 Relé para arranque/parada de desescarche

8-10 Relé para arranque/parada del ventilador

8-11 Relé para arranque/parada de refrigeración

16-17 Señal de tensión desde otro regulador (Ref.Ext.)

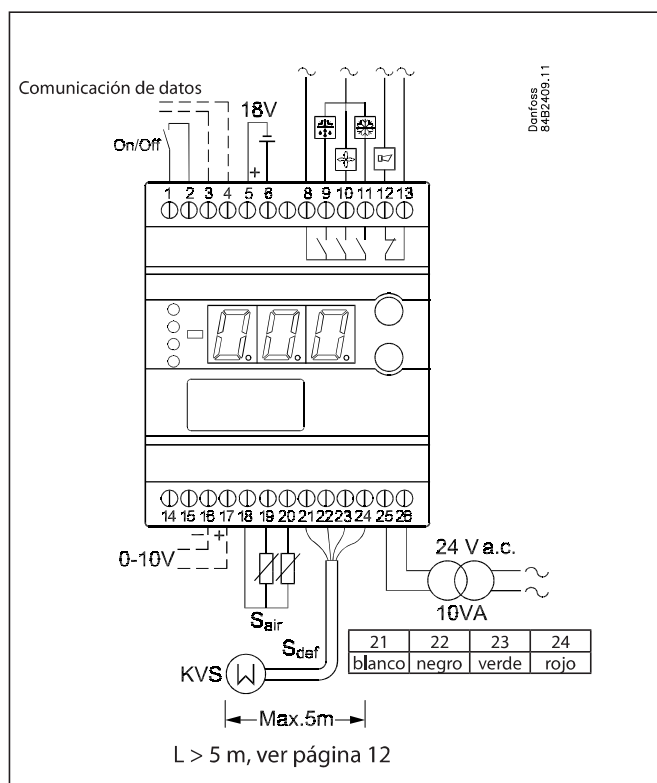
Si la señal de tensión se recibe desde un PLC o equipo similar, en caso de existir el módulo de datos de comunicación, debe estar separado galvánicamente

18-20 Sensor Pt 1000 para función de desescarche
Un cortocircuito durante dos segundos (señal de pulsos) iniciará un desescarche

3-4 Comunicación de datos

Montar solo si existe un módulo de comunicación.

Es muy importante que el cable de comunicación de datos se instale correctamente. Consultar documento No. RC8AC..



Arranque del controlador

Una vez realizadas las conexiones eléctricas al controlador, hay que seguir los siguientes pasos para iniciar la regulación:

1. Desconectar el interruptor ON/OFF externo, que arranca y para la regulación.
2. Seguir los pasos del menú en la página 8, para ajustar los distintos parámetros a los valores requeridos
3. Conectar el interruptor ON/OFF externo y comenzar la regulación.

4. Si el sistema tiene una válvula de expansión termostática, se debe ajustar un recalentamiento mínimo estable.

5. Seguir la temperatura ambiente de la pantalla.
(Utilizar el sistema de recogida de datos, si se desea seguir la evolución de la temperatura).

Si la temperatura fluctúa

Cuando el sistema de refrigeración se diseña para un funcionamiento equilibrado en la mayoría de los casos, los ajustes de fábrica del controlador nos dan una regulación estable y relativamente rápida del sistema.

Por otro lado si el sistema oscila, se deben registrar los periodos de oscilación y compararlos con el tiempo de integración T_n , y entonces hacer un acoplamiento con los ajustes en los parámetros que se indican.

Si el tiempo de oscilación es mayor que el tiempo de integración: ($T_p > T_n$, (T_n es por ejemplo 4 minutos))

1. Aumentar T_n a 1.2 veces T_p
2. Esperar hasta que el sistema esté equilibrado de nuevo
3. Si todavía hay fluctuaciones, reducir K_p , por ejemplo, en un 20%
4. Esperar hasta que el sistema esté equilibrado
5. Si todavía sigue oscilando, repetir los pasos 3 y 4

Si el tiempo de oscilación es menor que el tiempo de integración:

($T_p < T_n$, (T_n es por ejemplo 4 minutos))

1. Reducir K_p por ej. en un 20%
2. Esperar hasta que el sistema esté equilibrado
3. Si todavía sigue oscilando, repetir los pasos 1 y 2

Ajustes finos

Cuando la planta ha funcionado durante un tiempo, puede ser necesario para algunos sistemas optimizar algunos ajustes. A continuación se describe como ciertos ajustes influyen en la velocidad y la precisión de la regulación.

Método para fijar K_p , T_n y T_d

A continuación se describe el método (Ziegler-Nichols) para el ajuste de K_p , T_n y T_d .

1. El sistema deberá regular la temperatura según la referencia requerida con un capacidad determinada. Es importante que la válvula regule y que no este completamente abierta
2. Se ajusta el controlador para trabajar como un controlador P. (T_d se fija a 0, T_n en posición OFF (600s), y Q-Ctrl.mode (n07) se ajusta a 0).
3. La estabilidad del sistema se comprueba parando el sistema durante p.ej. un minuto (utilizando el ajuste arranque/parada o el interruptor). Se vuelve a arrancar y se comprueba como es la trayectoria de la temperatura. Si la trayectoria cae lentamente y al final cesa (peter out), aumentar K_p un poco y repetir la operación arranque/parada. Continuar con esto hasta que se obtenga una trayectoria de oscilar (does not peter out).
4. K_p es en este caso la amplificación crítica ($K_{p\text{critica}}$) y el tiempo de trayectoria con oscilaciones continuas es el tiempo crítico de trayectoria (T_{critica}).
5. Basándose en estos valores, la regulación de los parámetros se calcula y después se ajusta:
 - Si se requiere regulación PID:

$$K_p < 0.6 \times K_{p\text{critica}}$$

$$T_n > 0.5 \times T_{\text{critica}}$$

$$T_d < 0.12 \times T_{\text{critica}}$$
 - Si se requiere regulación PI

$$K_p < 0.45 \times K_{p\text{critica}}$$

$$T_n > 0.85 \times T_{\text{critica}}$$
6. Reajustar los valores para la modo Q-Ctrl (n07).

Comunicación de datos

Esta página describe algunas de las posibilidades con que se podrán contar cuando el controlador está dotado con comunicación de datos.

Si desea conocer más acerca del funcionamiento de los controladores con PC, puede solicitar información adicional.

Ejemplos

Cada controlador incorpora una tarjeta de comunicación.

A continuación se conectan los controladores a un cable de dos hilos.

Se pueden conectar hasta 60 controladores a un solo cable.

Este cable se conecta también al gateway tipo AKA 243.

Este gateway controlará la comunicación desde y hacia los controladores.

Recogerá los valores de temperaturas y recibirá alarmas. Si se produce una alarma, el relé de alarma se activará durante 2 minutos.

El gateway puede ahora conectarse a un modem.

Si se produce una alarma de uno de los controladores, el gateway realizará - via el modem - una llamada telefónica a la compañía de mantenimiento.

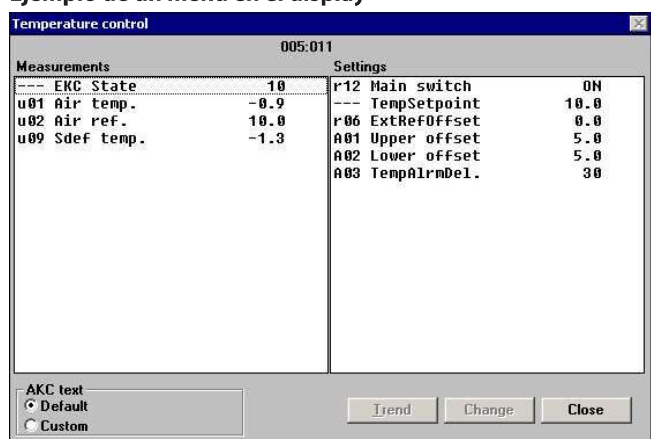
En la compañía de mantenimiento se instala un

modem, un gateway y un PC con el software AKM.

En este momento se podrá gestionar todos las funciones de los controladores desde los distintos menús del AKM.

El programa podrá, p.ej. cargar todos los valores de temperatura recogidos una vez al día.

Ejemplo de un menú en el display



- Las medidas se muestran en un lado y los ajustes en el otro.
- También se podrá visualizar el nombre de los parámetros de las funciones en las páginas 4-7.
- Con una simple selección de los valores mostrados, estos pueden visualizar en un diagrama de tendencias.
- Si desea comprobar medidas registradas anteriormente, estas se podrán visualizar en el registro de datos.

Alarmas

Si el controlador está conectado con un sistema de comunicación de datos, será posible definir el grado de importancia de las alarmas transmitidas. El grado de importancia se define con los estados: 1, 2, 3 ó 0. Cuando en algún momento se active una alarma, sucederá lo siguiente :

1 = Alarma

El mensaje de alarma se envía con el estado de alarma 1. Significa que el gateway maestro en el sistema tendrá su salida de relé de alarma activada durante dos minutos. Más tarde, cuando se haya desactivado el alarma, se volverá a enviar el mensaje de alarma, pero ahora con el estado de alarma 0.

2 = Mensaje

El mensaje de alarma se envía con el estado de alarma 2. Más tarde, cuando el "mensaje" transcurre, el texto del alarma se vuelve a enviar, pero ahora con el estado 0.

3 = Alarma

Como el estado "1", pero la salida de relé del gateway maestro no se activa.

0 = Información eliminada

El texto de la alarma se ha parado en el controlador. No se envía a ninguna parte.

Función de desescarche

Además de los mensajes de error facilitados por el controlador, la siguiente tabla permitirá identificar defectos y errores.

Problema	Defecto	Confirmación del defecto
Evaporador bloqueado con hielo. La función de desescarche funciona	Desescarche ajustado incorrectamente o colocación incorrecta de Sdef.	Comprobar ajuste / comprobar la localización del sensor
Evaporador bloqueado con hielo. La función de desescarche no funciona	Sensor S_{def} inactivo.	Comprobar el sensor
	Sensor Sdef cortocircuitado	Comprobar si la función que inicia el desescarche está bloqueada
	La resistencia de desescarche no se enciende.	Revisar la resistencia y el relé de desescarche
Periodo de desescarche demasiado largo.	Desescarche ajustado incorrectamente	Comprobar los ajustes por parada de temperatura
	Desescarche sigue funcionando, ignorando el ajuste de temperatura	Revisar la colocación de Sdef

Apéndice 1

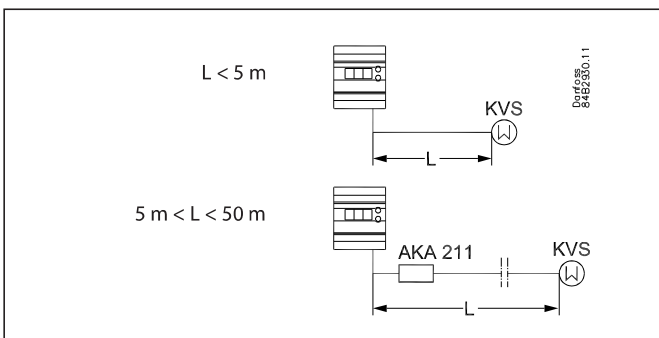
Interacción entre las funciones de arranque/parada internas y externas y las funciones activas.

Arranque/Parada interno	Off	Off	On	On
Arranque/Parada externo	Off	On	Off	On
Refrigeración	Off		On	
Relé del ventilador	Off		On	
Relé de la válvula de expansión	Off		On	
Relé de desescarche	On/off		On/off	
Monitorización de temperatura	No		Si	
Monitorización del sensor	Si		Si	

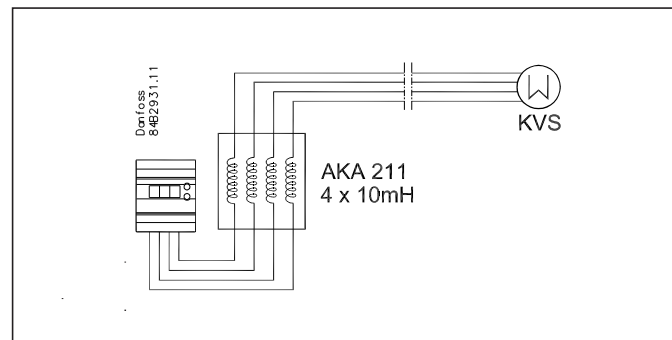
Si una función arranque/parada está en OFF durante un desescarche, el desescarche se llevará a cabo según planeado.

Conexión ETS

Si la distancia entre el EKC 368 y la válvula KVS es superior a 5m deberá montarse un filtro para obtener el funcionamiento correcto de las válvulas.



Conexiones



Data sheet

Thermostat

UT



The UT thermostat is a temperature-controlled electric switch with stainless steel (18/8) or copper capillary and sensor.

The temperature can be set easily and accurately using the large knob on the front of the thermostat. The temperature must be set to correspond to the required mean temperature.

Features

- The thermostat has a fixed differential
- The temperature must be set in accordance with the required mean temperature
- Electric connections are made by means of cable clamps and terminal screws
- AMP quick connectors may be used in connection with cabinet mounting
- UT is available for wall or panel mounting, and can be used for: cold rooms, beverage coolers, ice cream makers, milk coolers, refrigerated counters, air-conditioning plant, heat recovery systems

Approvals

- CE-marked in accordance with:
- LVD 2006/95/EC (EN 60730-1-2000)
 - EMC directive 2004/108/EC (EN 61000-6-3-2002; EN 61000-6-1-2002)

Data sheet | Thermostat, UT
Technical data

Function range: UT 72 (for universal purposes)	-30 – 30 °C
Function range: UT 73 (for frost protection)	0 – 40 °C
Ambient temperature	-30 – 55 °C
Reset	Automatic
Differential	Fixed, 2.3 K
Switch system	Changeover (SPDT) switch
Contact load	AC-1: 16A/250V; 10A/400V
	AC-3: 2,5A/250V; 1,5A/400V
Capillary tube	Copper or 18/8 steel
Sensor	Copper or 18/8 steel
UT for wall mounting	IP20 to EN 60529 / IEC 529
UT for building in	IP00 to EN 60529 / IEC 529

Ordering

Version	Type	Range	Differential	Reset	Max. sensor temperature	Capillary tube length	Qty.	Code no.	
		[°C]	[K]		[°C]	[m]		Copper	18/8
Wall mounting	UT 72	-30 – 30	2.3	aut.	60	1.5	1	060H1101	060H1106
	UT 72	-30 – 30	2.3	aut.	60	1.5	1	060H1103 ¹⁾	–
	UT 72	-30 – 30	2.3	aut.	60	1.5	20	060H1104	–
	UT 72	-30 – 30	2.3	aut.	60	3.0	1	060H1105	–
	UT 73	0 – 40	2.3	aut.	90	1.5	1	060H1102	–
Building in	UT 72	-30 – 30	2.3	aut.	60	1.5	48	060H1201	–
	UT 72	-30 – 30	2.3	aut.	60	3.0	48	060H1205	–
	UT 73	0 – 40	2.3	aut.	90	1.5	48	060H1202	–

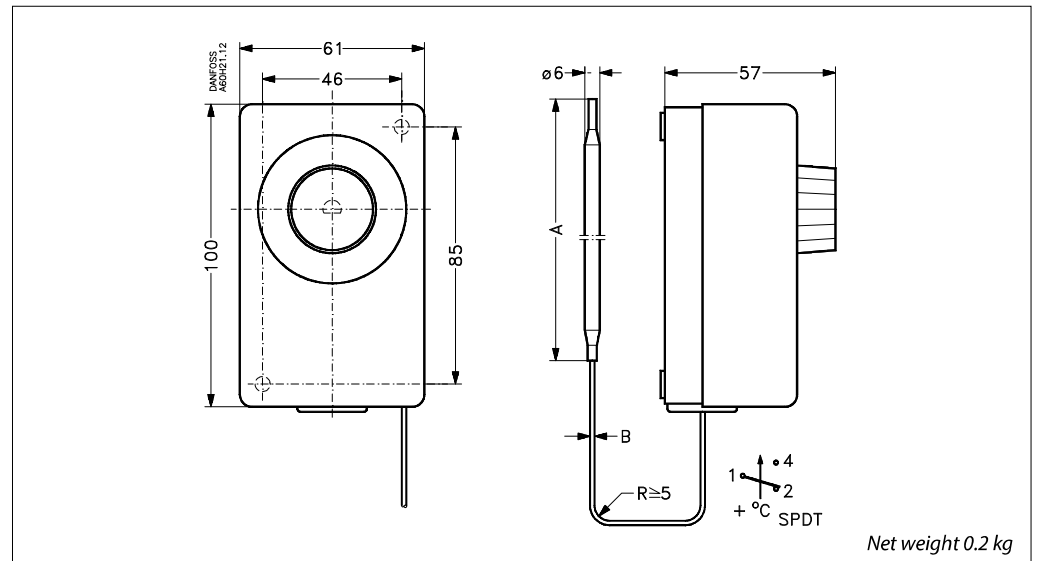
¹⁾ Incl. bulb clamps

Accessories

	Qty.	UT 72	UT 73
Setting knobs	48	060-1067	060-1096
Bulb clamp	36	060-1090	060-1090

Dimensions [mm] and weights [kg]

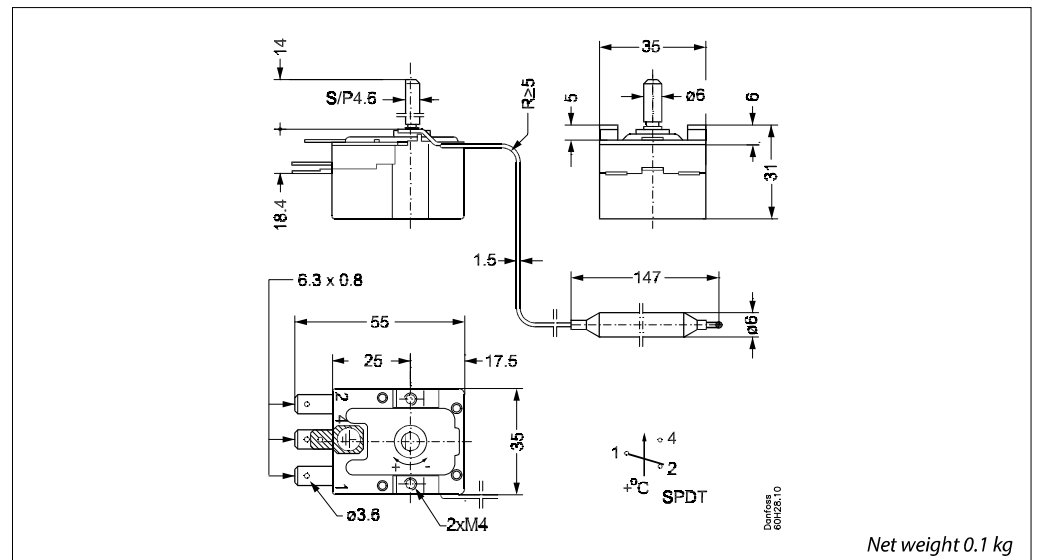
UT for wall mounting



Net weight 0.2 kg

Type	A		B	
	Copper	18/8	Copper	18/8
UT 72	max. 147	max. 132	1.5	0.9
UT 73	max. 168	-	1.5	-

UT for panel mounting



Net weight 0.1 kg

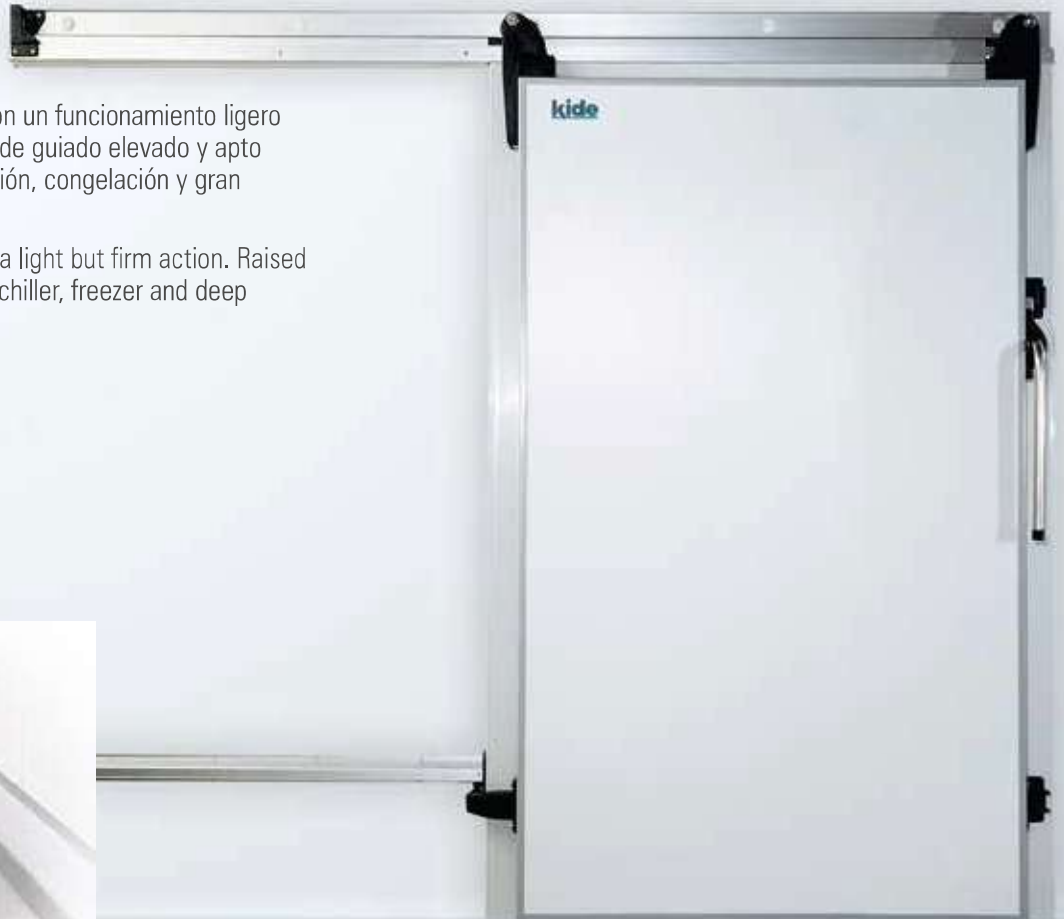
CORREDERA/SLIDING

Mod. QP

Uso comercial
Commercial use

Puerta corredera aislada con un funcionamiento ligero pero consistente. Sistema de guiado elevado y apto para cámaras de refrigeración, congelación y gran congelación.

Insulated sliding door with a light but firm action. Raised guide system. Suitable for chiller, freezer and deep freezer cold rooms.



SISTEMA DE GUIADO Y CIERRE

El sistema elevado del suelo, no depende del estado del mismo, por lo que evitamos los problemas derivados de ello. Además evita agujerear el suelo terminado.

LATERAL GUIDE AND CLOSING SYSTEM

The lateral guide system is raised and independent from the floor, thus we avoid any associated problem. No need to make holes in the finished floor.



CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS

◀ **SISTEMA DE REGULACIÓN / ADJUSTMENT SYSTEM**
Fácil y rápido para asegurar la estanqueidad de la puerta.
Easy and quick to ensure door sealing.

RAIL / TRACK
Descansa sobre el marco alargando la vida útil de la puerta.
It rests on the frame, making it a long-lasting door.



◀ **AUTOMÁTICA O MANUAL / AUTOMATIC OR MANUAL**

DIMENSIONES / DIMENSIONS
Max. 2000x3000

Panel frigorífico industrial Kide

El PANEL FRIGORÍFICO INDUSTRIAL KIDE garantiza máximo poder de aislamiento en todo tipo de cámaras industriales. Y es que puede ser fabricado con un largo de hasta 12 metros, lo que reduce al máximo el número de juntas de las paredes, y puede alcanzar hasta los 200 mm. de espesor, logrando un aislamiento total sea cual sea la magnitud de la cámara.

La unión hace la fuerza y, por tanto, el aislamiento

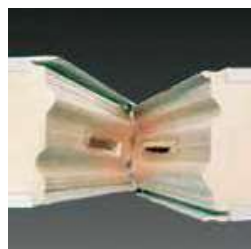
Para la unión entre paneles, KIDE ha desarrollado un sistema de doble machihembrado que confiere a la unión la rigidez necesaria para la correcta realización de las instalaciones.

Además, el panel puede llevar incorporado el sistema de sujeción mediante gancho, que refuerza el ajuste de un panel contra el otro, logrando una hermeticidad óptima.

Todo ello permite garantizar a nuestras cámaras máximo poder de aislamiento, traduciéndose en un considerable ahorro energético.



UN SISTEMA QUE ENGANCH A QUIEN LO PRUEBA



DOBLE JUNTA MACHIHembrADA KIDE: LA JUNTA PERFECTA PARA UN AISLAMIENTO TOTAL.





Fácil de montar y desmontar

A la hora de instalar una cámara, es fundamental que el montaje de los paneles, además de garantizar máximos resultados de aislamiento, sea lo más rápido y sencillo posible, permitiéndole ahorrar tiempo y, por lo tanto, dinero.

Conscientes de ello, las ventajas de nuestro sistema de sujeción con gancho también se traducen en una mayor rapidez y facilidad de montaje frente a los sistemas convencionales, ya que tan sólo basta girar la llave 3/4 de vuelta para que el ajuste entre los paneles sea perfecto. Además, en caso de tener que soltar los paneles, este sistema es tan fácil de soltar como de ajustar.

Fabricar en discontinuo aporta continuas ventajas

El hecho de que nuestros PANELES INDUSTRIALES se fabriquen en discontinuo también aporta una serie de importantes ventajas. Por un lado, ventajas en cuanto a flexibilidad productiva ya que nuestro sistema de fabricación nos permite adaptarnos mucho más fácilmente a las exigencias de nuestros clientes, tanto en plazos de entrega como en medidas, espesores y otros requerimientos específicos. Posibilitando además la reposición instantánea de cualquier panel en caso de que sufra deterioros durante la instalación.

Por otro lado, la fabricación en discontinuo nos permite suministrar al cliente el panel totalmente terminado, para minimizar los trabajos en obra. De esta forma el montaje es mucho más rápido y económico. Con la posibilidad de que los paneles lleven incorporados los ganchos de unión para facilitar al máximo dicho montaje.

Especificaciones técnicas

Los paneles aislantes prefabricados KIDE, tipo SANDWICH de poliuretano, están acreditados con el certificado de producto AENOR y marcado **CE** conforme a la norma UNE-EN 14509. Constan de:



/ AISLAMIENTO

Espuma rígida de poliuretano sin CFC ni HCFC
 Densidad 40 Kg/m³ (tolerancia +3 -0 Kg/m³)
 COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA media "U"

Espesor panel en mm.	60	75	100	120	150	180	200
U (W/m ² °C)	0,38	0,31	0,23	0,19	0,15	0,13	0,12
Peso panel Kg./m ² Revestido 2 caras chapa 0,5 mm.	11	12	13	14	15	17	18

/ REACCIÓN AL FUEGO

- Panel BS2d0 (según Euroclases UNE-EN 13501-1)
- Rango de trabajo: Entre -40°C y +75°C según espesor.

/ REVESTIMIENTO

STANDARD:

Chapa de acero ligeramente nervado, galvanizado y prelacado poliéster (25μ) con un film de protección pelable.

Color blanco. Calidad alimentaria.

BAJO PEDIDO:

Chapa de acero inoxidable.

Chapa de acero plastificado PVC alimentario de 120μ

Chapa de acero de otros espesores y acabados.

/ SISTEMA DE UNIÓN

Junta doble machihembrada y con cajetines insertados que realizan el ensamblaje de los paneles mediante un gancho excéntrico (de acero inoxidable AISI 430), el cual se hace girar con una llave cuadrada y engancha a un eje metálico. Los ganchos van insertados únicamente en el lado largo del panel.

Máxima estanqueidad debido a su específico diseño.

- AL AIRE: Clasificación "O" a 50 Pa (EN 12114)
- AL AGUA: Clasificación "A" a 1.200 Pa (EN 12865)

/ PANELES DE SUELO Y TECHO

Largo: Longitud máxima de 12.000 mm.

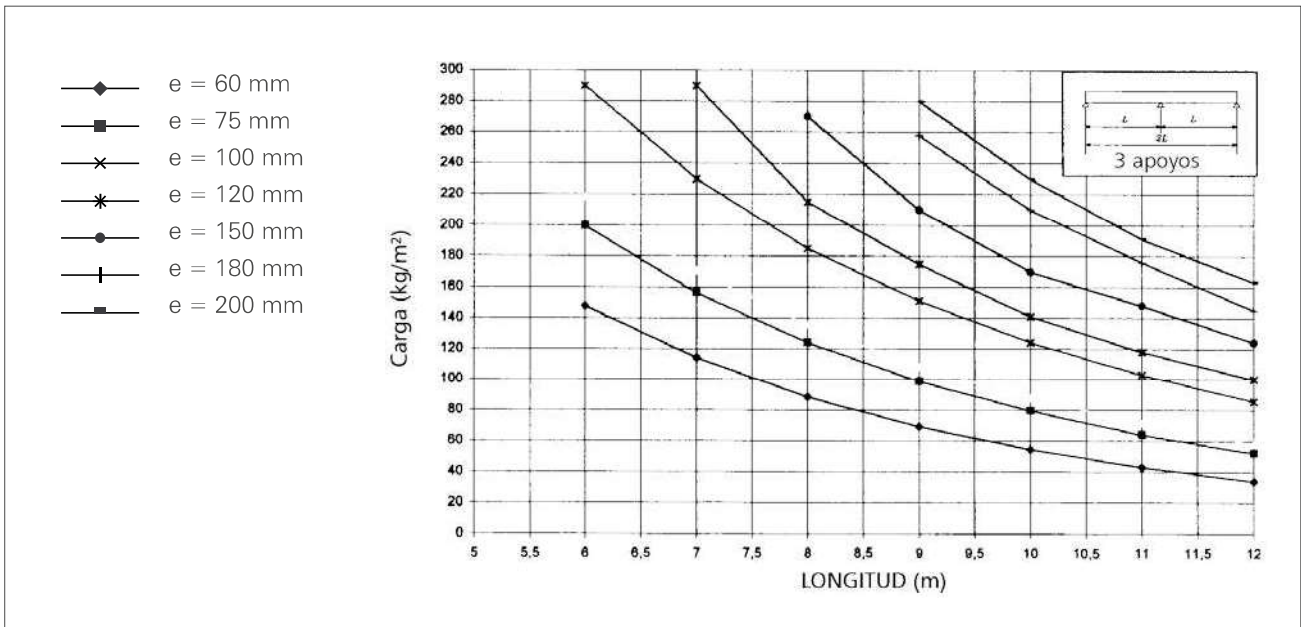
Ancho: 1.180 mm. útil. Ancho total 1.195 mm.

Espesor: 60, 75, 100, 120, 150, 180, 200 mm.

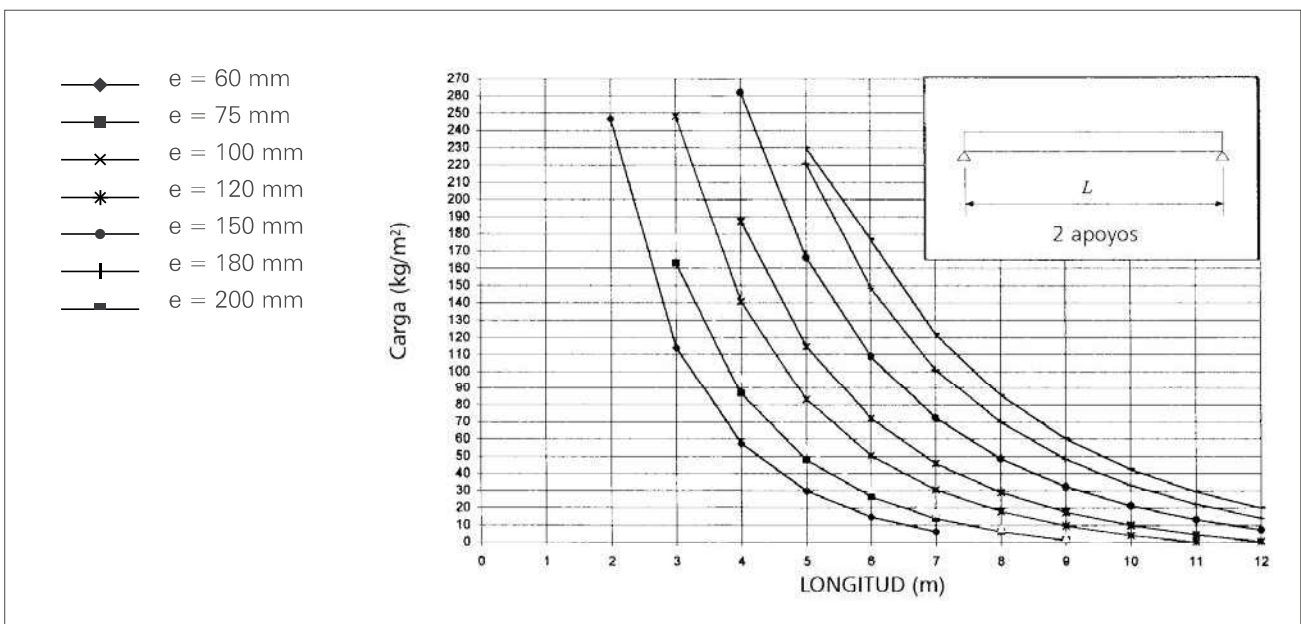
Tolerancias: Según norma UNE-EN 14509



Cargas admisibles para panel con tres apoyos y flecha de $L/200$, siendo L la distancia entre apoyos



Cargas admisibles para panel con dos apoyos y flecha de $L/200$, siendo L la distancia entre apoyos



Cargas admisibles para panel según el espesor, flecha $L/200$ y norma NBE 95. El coeficiente de seguridad es de 1,7. Por tanto y según la norma, las combinaciones de cargas NO deben ser mayoradas.

Rack de Paletización convencional

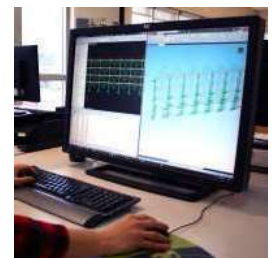


- Sistema idóneo para el almacenamiento de cargas paletizadas de múltiples referencias.
- Permite el acceso inmediato a todas las unidades de carga.
- Gran resistencia y estabilidad, se adapta a las necesidades de cada almacén.



Proyectos a medida

Ponemos a disposición nuestra oficina técnica para cubrir todas las necesidades de almacenaje de nuestros clientes. Diseño y cálculo de instalaciones con los más avanzados programas informáticos.



Seguridad y Protección



MALLA ANTICAIDA

Paneles de malla electrosoldada que actúan de cierre de seguridad para evitar posibles caídas o desprendimientos de mercancía sobre pasillos o zonas de tránsito.

DEFENSAS PARA ESCALAS Y PUNTALES



(Ver pág. 36)

Componentes

BASE PLEGADA



Acabado estándar Pregalvanizado

PUNTAL ER



Acabado estándar Azul 5019 Pregalvanizado

HORIZONTAL/DIAGONAL



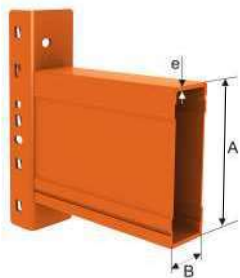
Acabado estándar Pregalvanizado

Fondo escalas (mm.) 800*-900-1000-1100*

*Fondos estándar.

Acabado de perfiles de escalas: Pregelvanizado.

LARGUERO EGN



CLAVIJA DE SEGURIDAD

Acabado estándar Pregelvanizado

CONECTOR DUO

Para largueros EGN

Acabado estándar Naranja 2004



Dimensiones* (A x B x e)	Conector
EGN 75x40x1,5	DUO
EGN 80x40x1,5	
EGN 85x40x1,5	
EGN 100x40x1,5	
EGN 100x50x1,5	
EGN 116x40x1,5	
EGN 120x40x1,5	
EGN 120x50x1,5	
EGN 135x40x1,5	
EGN 135x50x1,5	
EGN 140x50x1,5	
EGN 140x50x2	
EGN 145x50x1,8	
EGN 150x50x1,5	
EGN 150x50x2	
EGN 155x50x1,5	
EGN 160x50x1,5	
EGN 160x50x1,8	
EGN 165x50x1,8	

*Dimensiones expresadas en mm.



ACCESORIOS:
PORTA-PALETS
TRAVESAÑOS
DISTANCIADORES
PANELES METÁLICOS
ETC...