



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:



## **1. MEMORIA**

### **1.1. Objeto del proyecto**

### **1.2. Alcance**

### **1.3. Antecedentes**

### **1.4. Viabilidad legal del proyecto**

### **1.5. Ubicación y emplazamiento**

### **1.6. Materiales utilizados**

#### 1.6.1. Cerramientos

#### 1.6.2. Puertas frigoríficas

#### 1.6.3. Tubería

#### 1.6.4. Material eléctrico

### **1.7. Cálculos realizados**

#### 1.7.1. Cálculos para la cámara positiva de 320 m<sup>3</sup>

#### 1.7.2. Cálculos para cámara positiva de 490 m<sup>3</sup>

#### 1.7.3. Cálculos para cámara positiva de 494 m<sup>3</sup>

#### 1.7.4. Cálculos para cámara negativa de 533,60 m<sup>3</sup>

#### 1.7.5. Cálculo para SAS y pasillo de 1.362 m<sup>3</sup>

#### 1.7.6. Resumen de necesidades energéticas

### **1.8. Equipo industrial**

### **1.9. Instalaciones**

#### 1.9.1. Instalación hidráulica

#### 1.9.2. Instalación eléctrica

### **1.10. Regulación y control de la instalación frigorífica**



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

**1.11. Bibliografía y consultas realizadas**

**2. ANEXOS**

**2.1. Información catálogo central de compresores 3xFE-44Y**

**2.2. Información catálogo central de compresores 4xFE-28Y**

**2.3. Información catálogo central de compresores 2x4JE-15Y**

**2.4. Información catálogo condensador CBN-638**

**2.5. Información catálogo condensador CBN-274**

**2.6. Información catálogo condensador CBN-160**

**2.7. Información catálogo evaporador FRM-1780**

**2.8. Información catálogo evaporador FRM-2590**

**2.9. Información catálogo evaporador PIMN-72**

**3. PRESUPUESTO**

**3.1. Resumen del presupuesto**

**3.2. Presupuesto por descompuestos**

**3.3. Estudio del presupuesto**

**4. PLANOS**

**4.1. Distribución en planta de almacén frigorífico**

**4.2. Instalación de paneles de almacén frigorífico**

**4.3. Instalación de equipos de almacén frigorífico**

**4.4. Recorrido de instalación de tubería refrigerante**



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

**4.5. Dimensionado de tubería refrigerante**

**4.6. Planos de instalación eléctrica**

4.6.1. Cuadro eléctrico de cámaras 1, 2, 3 y 4

4.6.2. Cuadro eléctrico de cámaras 5, 6, 7 y 8

4.6.3. Cuadro eléctrico de central de cámaras de conservación

4.6.4. Cuadro eléctrico de cámaras 9, 10, 11 y 12

4.6.5. Cuadro eléctrico de central de cámaras de congelación

4.6.6. Cuadro eléctrico de central de SAS y pasillo

# 1. MEMORIA DEL PROYECTO



## RESUMEN

El proyecto expuesto a continuación trata del diseño e instalación de una instalación frigorífica, abarcando cuatro cámaras frigoríficas negativas (para productos congelados), ocho cámaras positivas (para conservación de alimentos), un pasillo y una zona de trabajo, conocido comúnmente como SAS.

Se parte como situación inicial, una nave industrial vacía contando únicamente con su estructura y cerramientos al exterior.

La nave se encuentra en Alger situado en Algeria, donde las restricciones por normativa son mínimas, pero aun así se han seguido las pautas correctas para la elaboración del proyecto.

El material principal de aislantes es el panel tipo sándwich realizado con poliuretano (PUR), variando el espesor en función de la finalidad de cada estancia frigorífica.

La instalación frigorífica común está compuesto por un evaporador, un condensador y un compresor. Los equipos se seleccionan en función de la potencia y si ésta es grande, los compresores se pueden unificar en una central de varios compresores.

Dicha instalación frigorífica requiere de una instalación eléctrica para la alimentación de los equipos y de una instalación hidráulica para el propio refrigerante utilizado.

En este proyecto se incluirá un presupuesto, planos y hojas de características de equipos seleccionados.

**Palabras Clave:** cámara frigorífica industrial conservación negativa congelación zona trabajo instalación eléctrica conducciones refrigerante estudio iluminación



## Tabla de contenido

Tabla de contenido de Tablas .....	3
Tabla de contenido de Ilustraciones .....	5
1. Memoria.....	1
1.1. Objeto del proyecto .....	1
1.2. Alcance .....	1
1.3. Antecedentes .....	1
1.4. Viabilidad legal del proyecto.....	3
1.5. Ubicación y emplazamiento .....	3
1.6. Materiales utilizados .....	4
1.6.1. Cerramientos.....	4
1.6.2. Puertas frigoríficas .....	6
1.6.3. Tubería .....	8
1.6.4. Material eléctrico .....	9
1.7. Cálculos realizados .....	9
1.7.1. Cálculos para la cámara positiva de 320 m3 .....	10
1.7.2. Cálculos para cámara positiva de 490 m3.....	19
1.7.3. Cálculos para cámara positiva de 494 m3.....	24
1.7.4. Cálculos para cámara negativa de 533,60 m3.....	29
1.7.5. Cálculo para SAS y pasillo de 1.362 m3.....	35
1.7.6. Resumen de necesidades energéticas .....	40
1.8. Equipo industrial .....	41
1.9. Instalaciones.....	51
1.9.1. Instalación hidráulica .....	51
1.9.2. Instalación eléctrica.....	73
1.10. Regulación y control de la instalación frigorífica .....	92
1.11. Bibliografía y consultas realizadas.....	93



## Tabla de contenido de Tablas

Tabla 1 Volúmenes de las estancias frigoríficas y características de aislamientos.....	6
Tabla 2 Resumen de puertas seleccionadas en instalación frigorífica.....	8
Tabla 3 Características en el emplazamiento.....	9
Tabla 4 características de almacenamiento del producto a refrigerar .....	10
Tabla 5 Dimensiones de las cámaras de conservación 1, 2 y 3.....	10
Tabla 6 Pérdidas de potencia en cerramientos para las cámaras 1, 2 y 3 .....	12
Tabla 7 Pérdidas de potencia en el suelo de las cámaras 1, 2 y 3.....	13
Tabla 8 Número de renovaciones diarias en relación con el volumen de las cámaras 1, 2 y 3..	14
Tabla 9 Calor del aire (kJ/m3) para aire exterior que penetra en la cámara fría para las cámaras 1, 2 y 3 .....	16
Tabla 10 Potencia calorífica aportada por las personas en las cámaras 1, 2 y 3 .....	17
Tabla 11 Dimensiones de las cámaras de conservación 5, 6, 7 y 8.....	19
Tabla 12 Pérdidas en cerramientos en las cámaras 5, 6, 7 y 8.....	21
Tabla 13 Pérdidas en suelo de las cámaras 5, 6, 7 y 8 .....	22
Tabla 14 Dimensiones de la cámara 4.....	24
Tabla 15 Pérdidas de potencia en cerramientos de la cámara 4 .....	26
Tabla 16 Pérdidas de potencia en suelo de la cámara 4 .....	27
Tabla 17 Dimensiones de las cámaras de congelación 9, 10, 11 y 12.....	29
Tabla 18 Pérdidas de potencia en cerramientos de las cámaras 9, 10, 11 y 12.....	32
Tabla 19 Pérdidas de potencia en el suelo de las cámaras 9, 10, 11 y 12.....	32
Tabla 20 Dimensiones del SAS y pasillo .....	35
Tabla 21 Potencia perdida a través de los cerramientos en el SAS y pasillo .....	37
Tabla 22 Potencia perdida a través del suelo en el SAS y pasillo.....	38
Tabla 23 Resumen de necesidades energéticas de las cámaras frigoríficas.....	40
Tabla 24 Centrales seleccionadas para estancias frigoríficas .....	41
Tabla 25 Cálculo caudal para la central 4x6FE-44Y .....	43





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

Tabla 26 Características del condensador CBN-638.....	46
Tabla 27 Características del condensador CBN-274.....	47
Tabla 28 Características del condensador CBN-160.....	48
Tabla 29 Evaporadores seleccionados .....	49
Tabla 30 Características del evaporador FRM 1780.....	49
Tabla 31 Características del evaporador FRM 2590.....	50
Tabla 32 Características del evaporador FRM 2590.....	50
Tabla 33 Características del evaporador PIMN 72 .....	51
Tabla 34 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de cámaras positivas 1	52
Tabla 35 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de cámaras positivas 2	53
Tabla 36 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de cámaras positivas 3	54
Tabla 37 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de cámaras positivas 4	55
Tabla 38 Valores aproximados de H (kJ/Kg) y v(m <sup>3</sup> /kg) del ciclo para cámaras de conservación .....	56
Tabla 39 cálculo de caudales por cada tramo de tubería en el circuito de las cámaras de conservación .....	58
Tabla 40 Resultados dimensionado de tuberías de central de cámaras positivas obtenidos con la hoja de cálculo .....	60
Tabla 42 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de cámaras negativas 1 .....	61
Tabla 43 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de cámaras negativas 2 .....	62
Tabla 44 Caudal obtenido en cada tramo para la central de cámaras negativas .....	64
Tabla 45 Resultados dimensionado de tuberías central de cámaras negativas obtenidos con la hoja de cálculo .....	66
Tabla 46 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de SAS y pasillo 1 .....	67
Tabla 47 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de SAS y pasillo 2 .....	68
Tabla 48 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de SAS y pasillo 3 .....	69
Tabla 49 Valores aproximados de H (kJ/Kg) y v(m <sup>3</sup> /kg) del ciclo para cámaras de SAS y pasillo 70	
Tabla 50 Resultados de caudales obtenidos en cada tramo de tubería de SAS y pasillo .....	71
Tabla 51 Resultados dimensionado de tuberías central de SAS y pasillo obtenidos con la hoja de cálculo .....	73



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

Tabla 52 Cálculos de sección de cables utilizando criterio térmico 1 .....	75
Tabla 53 Cálculos de sección de cables utilizando criterio térmico 2 .....	75
Tabla 54 Cálculos de sección de cables utilizando criterio térmico 3 .....	76
Tabla 55 Cálculos de sección de cables utilizando criterio térmico 4 .....	76
Tabla 56 Resultados de criterio de caída de tensión en alumbrado de cámaras 1, 2 y 3. ....	78
Tabla 57 Tabla 58 Resultados de criterio de caída de tensión en alumbrado de cámaras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12. ....	79
Tabla 59 Tabla 60 Resultados de criterio de caída de tensión en alumbrado de SAS y pasillo ..	80
Tabla 61 Resultados obtenidos de dimensionado de la instalación ante el criterio de caída de tensión.....	86
Tabla 62 Selección de protecciones para cuadros de cámaras 1, 2 y 3 .....	87
Tabla 63 Selección de protecciones para cámara 4, 5, 6, 7 y 8.....	88
Tabla 64 Selección de protecciones para cámaras 9, 10, 11 y 12 .....	88
Tabla 65 Selección de protecciones para SAS y pasillo .....	88
Tabla 66 Comprobación de corriente de cortocircuito máxima en protecciones .....	90
Tabla 67 Comprobación de corriente de cortocircuito mínima en protecciones .....	91
Tabla 68 Comprobación de degradación de cable ante máxima corriente de cortocircuito.....	91
<b>Tabla de contenido de Ilustraciones</b>	

Ilustración 1 Situación de la nave procedente al proyecto Fuente:Cliente de Espiral World S.L	2
Ilustración 2 Situación precedente de la nave Fuente: cliente de Espiral World S.L	2
Ilustración 3 Distribución de estancias frigoríficas requerida	3
Ilustración 4 Localización de Argel Fuente: Google Maps	4
Ilustración 5 Detalles del Panel aislante tipo Sandwich Fuente: Espiral World S.L	4
Ilustración 6 Detalle de aislamiento de suelo de cámaras negativas Fuente: Espiral World S.L	5
Ilustración 7 Características de las puertas correderas en cámaras frigoríficas	6
Ilustración 8 Características de las puertas seccionales en cámaras frigoríficas	7
Ilustración 9 Características de muelles de carga y descarga frigoríficos	7
Ilustración 10 Representación de número de renovaciones en función del volumen de las cámaras 1, 2 y 3	15
Ilustración 11 Descripción de la central 4x6FE-44Y	42



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

Ilustración 12 Descripción de la central 4x4FE-28Y	43
Ilustración 13 Descripción de la central 2x4JE-15Y	44
Ilustración 14 Descripción del condensador CBN-638	46
Ilustración 15 Descripción del condensador CBN-274	47
Ilustración 16 Descripción del condensador CBN-160	48
Ilustración 17 Aproximación del ciclo para la central de las cámaras de conservación	56
Ilustración 18 Aproximación del ciclo para las cámaras negativas	63
Ilustración 19 Valores aproximados de H (kJ/Kg) y v(m <sup>3</sup> /kg) del ciclo para cámaras de congelación	63
Ilustración 20 Ciclo aproximado de SAS y pasillo	70
Ilustración 21 Tramos de alumbrado en cámaras 1,2 y 3	77
Ilustración 22 Tramos de alumbrado en las cámaras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12	78
Ilustración 23 Tramos de alumbrado en SAS y pasillo	79



# **1. MEMORIA**

## **1.1. Objeto del proyecto**

El objeto del proyecto es para la elaboración de una instalación frigorífica en Alger (Algeria) realizado en la empresa Espiral World S.L. Posteriormente el proyecto será utilizado para la entrega de Trabajo fin de Máster de titulación de Máster de Ingeniería Industrial cursado en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), concretamente en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII).

## **1.2. Alcance**

El alcance del trabajo es el diseño e instalación de un almacén frigorífico compuesto por cuatro cámaras frigoríficas negativas para almacenar productos congelados, ocho cámaras positivas para conservación de productos a temperaturas mayores de 0°C, un pasillo de acceso a las cámaras y una sala de trabajo o elaboración donde se requiere acondicionar para que los productos no pierdan calidad mientras son manipulados.

Además se dimensionará la instalación eléctrica requerida para la instalación frigorífica y la instalación hidráulica para los circuitos que alimenten a los evaporadores de cada estancia.

## **1.3. Antecedentes**

Un cliente de la empresa Espiral World está interesado en almacenar fruta de tipo genérica para posteriormente comercializarla.

Se parte de una nave industrial ya construida y se instalan las cámaras sobre este entorno industrial. Las instalaciones complementarias para el almacén frigorífico se realizarán posteriormente.

La información aportada por dicho cliente no es muy rigurosa y en un comienzo aporta las siguientes imágenes:

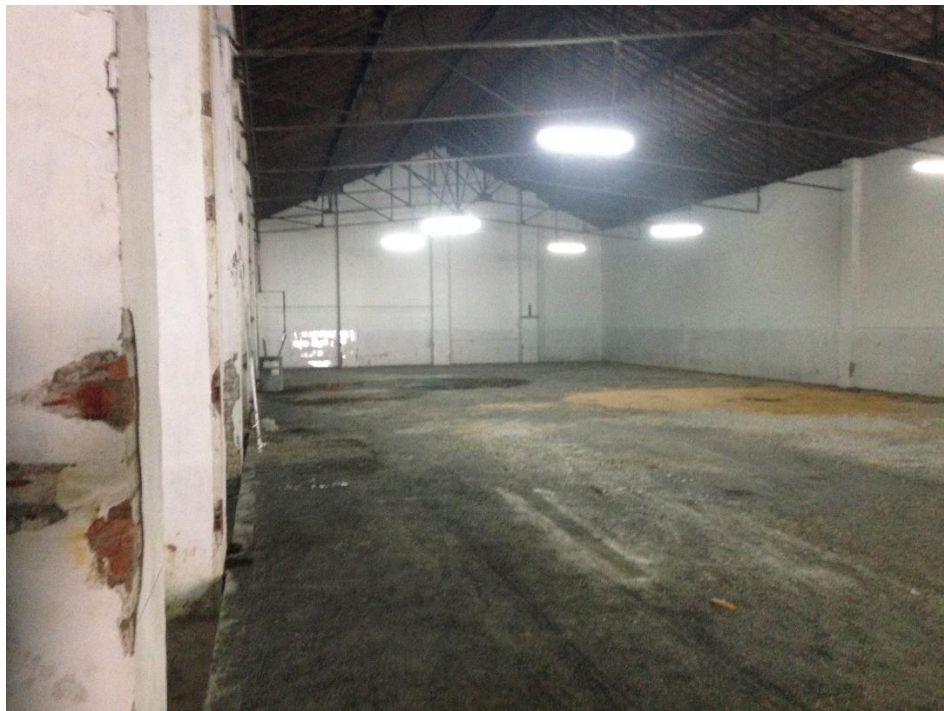


PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---



**Ilustración 1 Situación de la nave procedente al proyecto Fuente: Cliente de Espiral World S.L**



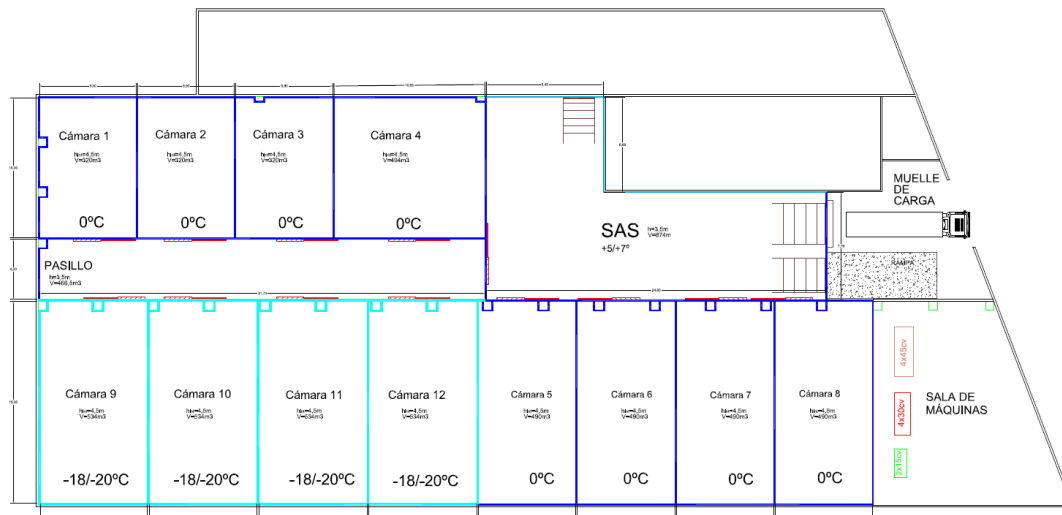
**Ilustración 2 Situación precedente de la nave Fuente: cliente de Espiral World S.L**

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M<sup>3</sup> SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Tras ciertas reuniones se determina que el cliente requiere de ocho cámaras positivas para almacenaje de fruta genérica. Tres de esas cámaras positivas tienen que tener unos 300 m<sup>3</sup> y albergar una producción de 75 toneladas, otra cámara más grande que cuente con un volumen de 450 m<sup>3</sup> con una capacidad de 110 toneladas y cuatro cámaras con un volumen aproximado de 410 m<sup>3</sup> y con una capacidad de 120 toneladas.

Además necesita cuatro cámaras negativas para almacenaje de productos congelados genéricos. El volumen aproximado de cada cámara tiene que ser de 430 m<sup>3</sup> aproximadamente con una capacidad de 120 toneladas.

Por último requiere un pasillo y una zona de trabajo para elaboración y envasado de productos refrigerados adaptados a las dimensiones de la nave inicial.



**Ilustración 3 Distribución de estancias frigoríficas requerida**

### **1.4. Viabilidad legal del proyecto**

El proyecto no está sujeto a una normativa muy estricta ya que el lugar donde se desarrolla es en Alger situado en Algeria. En este país, no existen muchas normas de seguridad y funcionamiento para entornos industriales, pero se realizará el proyecto siguiendo un procedimiento universal y apoyándose en el Ashrae.

### **1.5. Ubicación y emplazamiento**

El proyecto se llevará a cabo en Alger (Algería) situado en África. En este país, se desarrolla en gran proporción la industria agroalimentaria y para ello el proyecto es para desarrollar dicha actividad.

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M<sup>3</sup> SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS



Ilustración 4 Localización de Argel Fuente: Google Maps

## 1.6. Materiales utilizados

### 1.6.1. Cerramientos

En el proyecto se utilizarán paneles prefabricados tipo Sandwich con el interior con espuma de poliuretano con las siguientes características :

- Aislante: espuma de poliuretano inyectado (PUR)
- Densidad: 38 – 40 kg/m<sup>3</sup>
- Conductividad térmica de la espuma: 0,02 kcal/mh°C
- La clasificación de la reacción al fuego es de M2
- Sistema de fijación con gancho, permite reforzar la unión entre paneles para garantizar la hermeticidad.

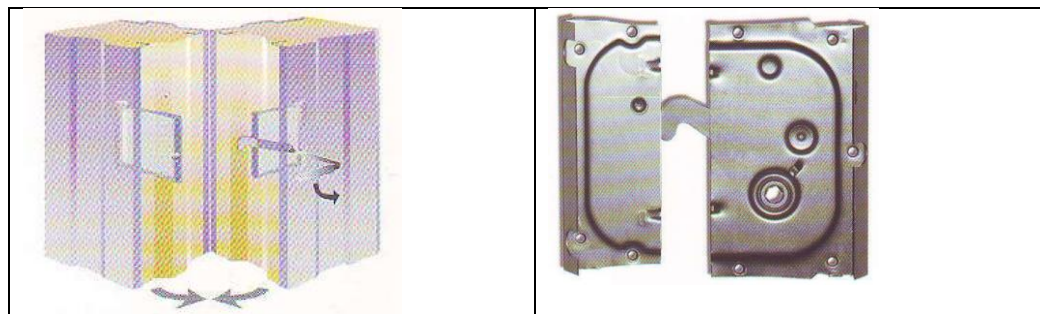


Ilustración 5 Detalles del Panel aislante tipo Sandwich Fuente: Espiral World S.L

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

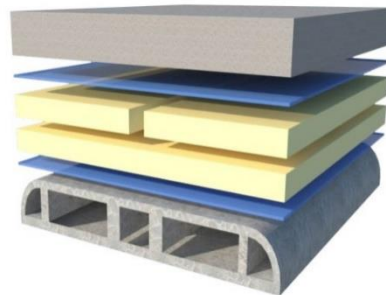
El espesor del panel varía en función de las necesidades de la estancia, ya que si es una cámara frigorífica para productos congelados se utilizará panel de 150 mm de espesor. En cambio si es para almacenamiento de productos refrigerados con una temperatura por encima de  $-5^{\circ}\text{C}$  se utilizará panel de 100 mm de espesor. Y por último para pasillos o salas de elaboración se utilizará panel de 80 mm de espesor.

Se utilizará aislante en el suelo únicamente en las cámaras negativas para productos congelados, debido a las temperaturas tan bajas ya que podría provocar una condensación del vapor de agua contenido en el aire y posteriormente una congelación de esta agua sobre el suelo de la cámara afectando al funcionamiento.

Para ello se instala dos placas de poliuretano desnudo (sin cobertura de chapa metálica que lleva las paredes y techos) de 80 mm de espesor cada una. La densidad media del panel desnudo de poliuretano será de 40 kg/m<sup>3</sup>.

El suelo de las cámaras negativas se realizarán de la siguiente forma:

1. Capa inferior: Vacío sanitario, construido con bloques de hormigón, con entrada y salida de aire para una buena circulación.
2. Capa media: aislante, realizado con dos paneles de poliuretano desnudo, con una capa de plástico por encima y por abajo.
3. Capa superior: hormigón armado.



**Ilustración 6 Detalle de aislamiento de suelo de cámaras negativas Fuente: Espiral World S.L**

A continuación se muestra una tabla resumen de los paneles de aislante utilizados:

Tipo de cámaras	Nº cámaras	Nº asignado	Volumen (m <sup>3</sup> )	Espesor panel de pared y techos (mm)	Espesor de panel de suelo (mm)
Cámara positiva	3	1,2,3	320	100	--
Cámara positiva	4	5,6,7,8	490		
Cámara positiva	1	4	494		



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Cámara negativa	4	9,10,11,12	533,60	160	2x80
SAS	1	--	1.361,20	80	--
Pasillo	1	--			--

**Tabla 1 Volúmenes de las estancias frigoríficas y características de aislamientos**

### 1.6.2. Puertas frigoríficas

Cada cámara positiva tendrá una puerta corredera de 2.000x2.600 mm con un espesor de 80 mm, mientras que para las cámaras negativas contarán con una puerta corredera de las mismas dimensiones pero con un espesor de 100 mm. El pasillo también tendrá una puerta corredera de las mismas dimensiones pero de un espesor de 80 mm.

La zona de trabajo (SAS) llevará: una puerta seccional motorizada de 2.300x2.400 mm con un espesor de 40 mm, un muelle para camiones con puerta seccional de 3.000x3.000 mm con un espesor de 40 mm y una puerta seccional con una puerta contigua para peatones. La puerta seccional será de 2.500x3.000 mm con un espesor de 40mm y la puerta de peatones será de 1.200x2.800 mm.

Las puertas correderas tienen las siguientes características:

- **Marcos:** contruidos de aluminio extruido en forma de L con doble protección de puente térmico, tratado anodizado de 20 micras y lacado blanco. Las puertas para cámaras negativas llevan una resistencia de desescarche.
- **Hojas:** Superpuestas sobre los marcos, con el espesor indicado anteriormente y con aislante de espuma de poliuretano inyectado con una densidad de 40-45 kg/m<sup>3</sup>.
- **Sellado:** con burlete de caucho con capa de aire aislante.
- **Cierre:** acero inoxidable.



**Ilustración 7 Características de las puertas correderas en cámaras frigoríficas**

Las puertas seccionales tienen las siguientes características:

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

- **Láminas:** las secciones individuales consisten en láminas de acero de doble pared (500 ó 625 mm de altura) con un grosor de pared de 45 mm de espuma de poliuretano inyectado.
- **Rail:** vertical con acero galvanizado en forma de L.



**Ilustración 8 Características de las puertas seccionales en cámaras frigoríficas**

La puerta del muelle tendrá las siguientes características:

- **Marco:** formado por una estructura de acero galvanizado. Además cuenta con un protector para la degradación de materiales por corrientes de aire, lluvia o viento. Además esta protección evita muchas pérdidas de energía al exterior cuando se produce una carga o descarga de mercancía.
- **Láminas:** las secciones individuales consisten en láminas de acero de doble pared (500 ó 625 mm de altura) con un grosor de pared de 45 mm de espuma de poliuretano inyectado.



**Ilustración 9 Características de muelles de carga y descarga frigoríficos**

La rampa hidráulica tendrá las siguientes características:

Puente entre el suelo del edificio y el espacio de la carga del camión, con labio en la parte frontal con placa antideslizante.

- **Capacidad dinámica:** 60 kN
- **Capacidad estática:** 90 kN
- **Nivel protección:** IP56

A continuación se muestra una tabla resumen de las puertas necesarias para la instalación



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

	Modelo	Unidades	Longitud (mm)	Altura (mm)	Espesor (mm)
<b>Cámaras positivas</b>	Puerta corredera	8	2.000	2.600	80
<b>Cámaras negativas</b>	Puerta corredera	4	2.000	2.600	100
<b>Pasillo</b>	Puerta corredera	1	2.000	2.600	80
<b>SAS</b>	Puerta seccional motorizada	1	2.300	2.400	40
	Puerta seccional para muelle de carga	1	3.000	3.000	40
	Puerta seccional con puerta peatonal	1	2.500	3.000	40

**Tabla 2 Resumen de puertas seleccionadas en instalación frigorífica**

### 1.6.3. Tubería

Las tuberías se han dimensionado mediante el Software BPfrío y se han dividido formando 3 circuitos frigoríficos totalmente independientes: circuito de central frigorífica de cámaras de conservación, circuitos de central de cámaras de conservación y circuitos de central de pasillo y SAS.

Para los cálculos de las tuberías en este software se han introducido los valores de la potencia de los evaporadores, las presiones de condensación y evaporación, los accesorios que cuentan las tuberías, en el caso de las tuberías de líquido la cota inicial y final y otros valores.

Después de los cálculos utilizando el Software BPfrío se ha procedido a realizar el cálculo con una hoja de cálculo Excel y poder comparar ambos resultados. Existe una variación entre los resultados de ambos métodos. La razón de esta diferencia pueden ser las continuas simplificaciones realizadas en el proceso del cálculo con Excel, además de la poca exactitud al extraer los valores de cada punto del ciclo frigorífico.

Por lo tanto se han escogido los valores del Software BPfrío pero los cálculos obtenidos ayudan para tener una idea aproximada de los cálculos para el dimensionado de tuberías de cobre para uso frigorífico, ya que en ambos se pueden comprobar que se producen unas pérdidas razonables.

En el plano 5 se muestran finalmente las secciones de tuberías escogidas, además del desarrollo de los cálculos en la página 51 del documento.



#### 1.6.4. Material eléctrico

Los fabricantes de las centrales frigoríficas proporcionan un cuadro eléctrico por cada central. Este cuadro eléctrico contiene tanto el circuito de maniobra de toda la regulación de la instalación formado por contactores y relés, como cierta parte de circuito de potencia. En este documento se han realizado los cálculos únicamente del circuito de potencia de ciertas partes que aún faltaban por desarrollar.

Se han seleccionado las protecciones del cuadro general donde van conectados los cuadros de las centrales y posteriormente, aguas abajo desde el cuadro de las centrales a los cuadros individuales de cada cámara que alimentan los evaporadores. Esto es debido porque se pide al fabricante que habilite una conexión a cada cuadro de cada central para alimentar aguas abajo a los cuadros individuales.

Por tanto, no se calculan las protecciones de los compresores, ni de los condensadores. Únicamente se protege para la distribución de cuadros hacia las cámaras y además se calcula todas las secciones para la conexión de todos los equipos.

Este cálculo se muestra detallado en la pág 73.

#### 1.7. Cálculos realizados

A continuación se muestran los cálculos detallados de las necesidades energéticas para cada cámara y el pasillo del almacén frigorífico.

Las condiciones exteriores se tomarán en **Algiers (Argelia)** los siguientes datos:

Temperatura exterior (°C)	Humedad relativa (%)	Temperatura de suelo (°C)
35,2	30	26,4

**Tabla 3 Características en el emplazamiento**

Para realizar los cálculos, se han tenido en cuenta que el producto a almacenar es genérico ya que el cliente almacenará diversos productos en las cámaras, adoptando los siguientes valores:

	Cámara positiva	Cámara negativa
<b>Temperatura almacenamiento</b>	-2/0 °C	-20/-18 °C
<b>Punto de congelación</b>	-0,5 °C	
<b>Humedad relativa</b>	70 %	
<b>Calor másico antes de la de solidificación (kJ/kg.día)</b>	3,76	
<b>Calor másico después de la solidificación (kJ/kg.día)</b>	2,09	



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Calor congelación	250
Calor Respiración 25°C	0
Calor Respiración 0°C	0
Densidad almacenamiento (kg/m3)	250

Tabla 4 características de almacenamiento del producto a refrigerar

### 1.7.1. Cálculos para la cámara positiva de 320 m3

Para la cámara positiva se tendrá en cuenta que la temperatura interior será 0°C aproximadamente.

Las dimensiones de la cámara son las siguientes:

Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Volumen (m3)
6,90	10,3	4,5	320

Tabla 5 Dimensiones de las cámaras de conservación 1, 2 y 3

Con las dimensiones anteriores y con la densidad de almacenamiento, se aproxima a una capacidad de cada cámara de 80 toneladas.

$$M = V * \rho = 320 * 250 = 80 \text{ toneladas}$$

El tiempo de régimen será de 20 horas y con un porcentaje de entrada diario de 10%.

Para las cámaras positivas se utilizará panel de espesor de aislante de techo y pared de 100 mm. El espesor del suelo se utilizará de 1 cm de espesor de hormigón armado, hormigón en masa y espesor de aislante. (Esta medida se realiza debido a que sino aumentarían demasiado las pérdidas y por lo tanto, la potencia necesaria)

#### Refrigeración de los productos antes de congelación

$$Q_{cp} = \left(\frac{td}{th}\right) * X * Cp * M * (Te - Tf) = \frac{24}{20} * 0,15 * 3,76 * 80.000 * (22 - 0) * \frac{1}{24 * 3600}$$

$$= 13,80 \text{ kW}$$

Cp= calor específico másico del producto antes de la congelación (kJ/Kg.°C)

m= masa de producto a enfriar (kg)

Te= Temperatura de entrada del producto (°C)

Tf= Temperatura final del producto (°C)

X=porcentaje de entrada de producto diario

td=horas del día (h)

th=tiempo de régimen (h)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

### Refrigeración de los pallets antes de congelación

$$Q_{pallet} = X * \left(\frac{td}{th}\right) * Masa\ pallet * Ce * (Te - Tf)$$

$$= 0,15 * \frac{24}{20} * 2.400 * 2,72 * (22 - 0) * \frac{1}{24 * 3600} = 0,3\ kW$$

Masa pallet=Xd\*mproducto a enfriar (kg)=0,03\*80.000=2.400 kg

Xd=porcentaje de masa e pallet

Ce= calor específico del material del embalaje (kJ/kg.°C)

X=porcentaje de entrada de producto diario

Te= Temperatura de entrada del producto (°C)

Tf= Temperatura final del producto (°C)

### Pérdidas de cerramiento

#### Pérdidas en paredes

Se tiene en cuenta que cada pared se encuentra en cada orientación, es decir Norte, Sur, Este y Oeste. Y el espesor es el comentado anteriormente de 100 mm de aislante.

El aislante es del material de poliuretano expandido con un coeficiente de 0,0231.

También se requiere para el cálculo el término de convección para el aire interior y exterior de la cámara. Para el interior se utilizará el término de convección de hi=9,01 y para el exterior se utilizará el término de convección de he=16,67.

$$1/K = \frac{1}{he} + \frac{eaisl}{1000 * coef} + \frac{1}{hi}$$

he=término de convección exterior

hi=término de convección interior

eaisl=espesor de aislante en mm.

Coef= constante del material.

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m2°C)

Para las pérdidas de cerramientos en cada pared se utilizará la siguiente expresión:

$$Q_{cerr} = k * A * DT$$

DT=salto térmico entre la Temperatura exterior y la Temperatura interior. (°C)

A=Área de cada pared

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m2°C)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Pared	K	A	DT	Q
N	0,2222	46,35	35,2	362,52
S	0,2222	46,35	35,2	362,52
E	0,2222	31,05	35,2	242,86
O	0,2222	31,05	35,2	242,86
Techo	0,2222	71,07	35,2	555,87
			<b>Total</b>	<b>1.766,63 W</b>
				<b>1,77 kW</b>

Tabla 6 Pérdidas de potencia en cerramientos para las cámaras 1, 2 y 3

**Pérdidas en suelos**

Para el suelo, en este caso de cámara positiva se utilizará 1 cm de hormigón armado con un coeficiente de 1,6 y 1 cm de hormigón en masa con un coeficiente de 0,55.

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{20} + \frac{eaisl}{100 * coefaisl} + \frac{eaisl}{100 * coefarm} + \frac{eaisl}{100 * coefmasa}$$

eaisl=espesor de aislante en cm.

Coefaisl= constante del material aislante.

Coefarm= constante del hormigón armado.

Coefmasa= constante del hormigón en masa.

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m<sup>2</sup>°C)

Para las pérdidas de cerramientos en cada pared se utilizará la siguiente expresión:

$$Q_{suelo} = k * A * DT$$

DT=salto térmico entre la Temperatura suelo con vacío sanitario (17,6 °C) y la Temperatura interior. (0°C)

A=Área de cada pared (m<sup>2</sup>)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m<sup>2</sup>°C)

K	A	DT	Q
1,9711	71,07	17,6	<b>2.465,51 W</b>
			<b>2,47 kW</b>

Tabla 7 Pérdidas de potencia en el suelo de las cámaras 1, 2 y 3

**Renovaciones de aire**

Para las renovaciones de aire se utiliza la siguiente tabla:

n	Renovaciones diarias	
Volumen de la cámara	Renovaciones diarias	
	Camara +	Camara -
2,5	52	70
3	47	63
4	40	53
5	35	49
7,5	28	38
10	24	32
15	19	26
20	16,5	22
25	14,5	19,5
30	13	17,5





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

40	11,5	15
50	10	13
60	9	12
80	7,7	10
100	6,8	9
150	5,4	7
200	4,6	6
250	4,1	5,3
300	3,7	4,8
400	3,1	4,1
500	2,8	3,6
600	2,5	3,2
800	2,1	2,8
1000	1,9	2,4
1500	1,5	1,95
2000	1,3	1,65
2500	1,1	1,45
3000	1,05	1,3

Tabla 8 Número de renovaciones diarias en relación con el volumen de las cámaras 1, 2 y 3

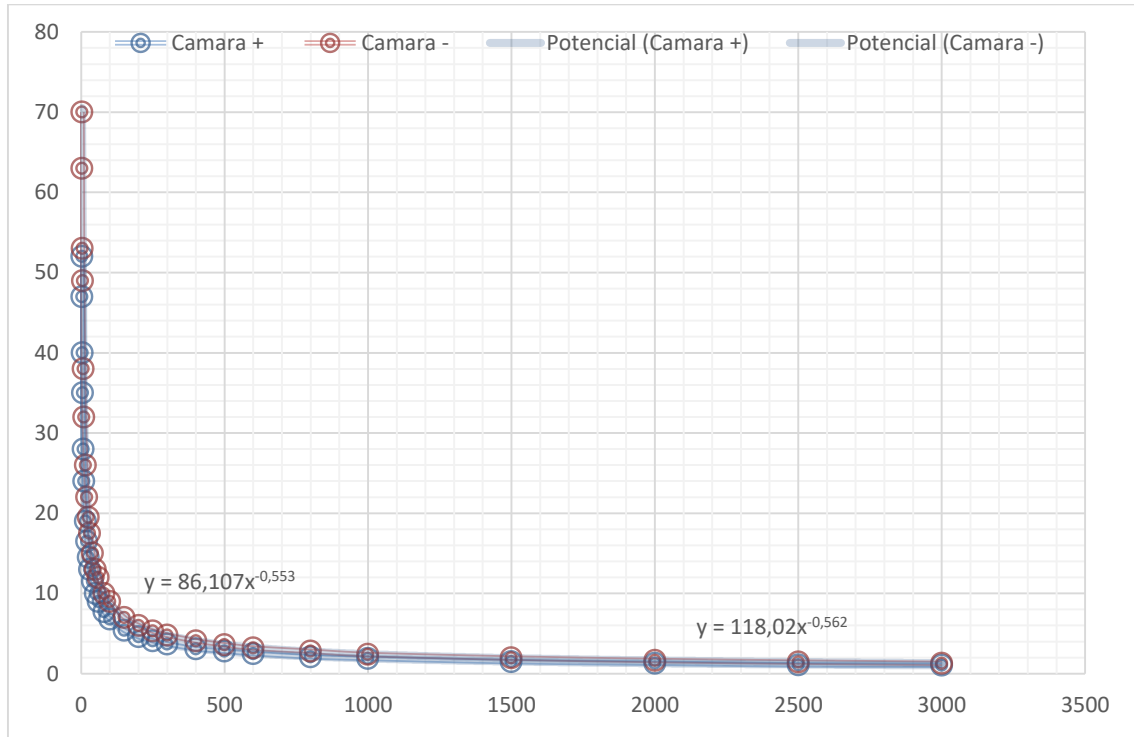
Para cámara positiva se utilizará la expresión siguiente:

$$n = 118,02 * V^{-0,5619} = 118,02 * 320^{-0,5619} = 4,62 \text{ renovaciones}$$



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Siendo el volumen de la cámara de 320 m3, y puesto que es trabajo intensivo se duplica el número de renovaciones a **9,24 renovaciones**.



**Ilustración 10 Representación de número de renovaciones en función del volumen de las cámaras 1, 2 y 3**

Dh		Calor del aire (kJ/m3) para aire exterior que penetra en la cámara fría							
		Tª exterior							
Tª interior		25°C		30°C		35°C		40°C	
		50%	60%	50%	60%	50%	60%	50%	60%
15°C		16,8	23,3	34,5	42,7	56,4	66,4	81,4	96,5
10°C		30,9	37,5	48,8	57,2	70,1	81,3	96,5	112
5°C		43,7	50,5	62,1	70,6	83,9	95,4	111	127



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

0°C	55,9	62,9	74,9	83,7	97,4	109	125	141
-5°C	66,4	73,5	85,5	94,4	108	120	136	153
-10°C	77	84,2	96,6	106	120	132	148	165
-15°C	87,2	94,6	107	116	131	143	160	177
-20°C	96,6	104	117	127	141	154	171	189
-25°C	107	114	127	137	152	165	183	201
-30°C	117	125	138	148	163	177	195	215
-35°C	127	135	149	159	174	188	207	225
-40°C	138	147	161	171	187	201	220	231

**Tabla 9 Calor del aire (kJ/m3) para aire exterior que penetra en la cámara fría para las cámaras 1, 2 y 3**

La potencia calorífica aportada por el aire vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$Q_{rev} = V * n * \rho * \frac{Dh}{24} * \frac{4,18}{3.600} = 220 * 9,24 * 1,2 * \frac{(14,93 - 2,025)}{24} * \frac{4,18}{3.600} = 1,53kW$$

$Q_{rev}$ =potencia calorífica aportada por el aire (kW)

$V$ = Volumen de la cámara (m<sup>3</sup>).

$Dh$ = calor del aire (kJ/m<sup>3</sup>) obtenido por el diagrama psicométrico o por tablas.

$n$ = número de renovaciones de aire por día con trabajo intenso

$\rho$ = densidad del aire (kg/m<sup>3</sup>)

### Pérdidas por iluminación

Se estipulará una iluminación de 8 W/m<sup>2</sup>. Para las pérdidas de iluminación también se tendrá en cuenta la superficie de la cámara:  $S = 10,3 * 6,9 = 71,07 m^2$

El calor aportado por la iluminación será de:



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

$$Q_{il} = X_{il} * q * S = 1 * 8 * 71,07 = 568,6 W = 0,57 kW$$

$Q_{il}$ =potencia calorífica aportada por la iluminación (kW)

$X_{il}$ = coeficiente de tipo de iluminación. (lámpara normal estanca  $X_{il}=1$ , si es fluorescente  $X_{il}=1,25$ )

$q$ = potencia de iluminación por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>)

$S$ = Superficie de la cámara (m<sup>2</sup>)

### Calor liberado por personas

Se estipulará un número de 2 personas trabajando en el interior durante 4 horas cada una.

Para saber el calor aportado por cada persona se extraerá de la siguiente tabla:

Pot. F. Aportada por pers.	
Tª Camara (°C)	Pot. / per. (W)
15	180
10	210
5	240
0	270
-5	300
-10	330
-15	360
-20	390
-25	420

**Tabla 10 Potencia calorífica aportada por las personas en las cámaras 1, 2 y 3**

El calor aportado por las personas será de:



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

$$Q_p = q * n * \frac{t}{24} = 270 * 2 * \frac{4}{24} = 90 \text{ W} = 0,09 \text{ kW}$$

Q<sub>p</sub>=potencia calorífica aportada por las personas (kW)

q= calor por persona estipulado por tablas (W)

n= número de personas en el interior de la cámara

t= tiempo de permanencia en horas/días.

### Calor liberado por los motores

Se estimará el calor liberado por los motores con un porcentaje del 6% respecto de la potencia necesaria total:

Primero se realizará la suma de la potencia necesaria de los apartados anteriores resultando una potencia de: 20,53 kW.

Calculando el 6% del sumatorio de la potencia total, se obtiene: 1,23 kW

### Necesidades energéticas total

La potencia total vendrá determinada por todas las potencias anteriores:

$$Q_{total} = Q_{cp} + Q_{pallet} + Q_{cerra} + Q_{suelo} + Q_{rev} + Q_{il} + Q_p + Q_m = 21,76 \text{ kW}$$

Ahora se tiene en cuenta un coeficiente de seguridad del 10% y se obtiene la potencia mayorada de:

$$Q_{cámara} = \left(\frac{td}{th}\right) * X_{seg} * Q_{total} = \frac{24}{20} * 1,1 * 21,76 = \mathbf{28,72 \text{ kW}}$$

td=horas del día (h)

th=tiempo de régimen (h)

X<sub>seg</sub>=coeficiente de seguridad



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

$Q_{total}$  = suma de todas las potencias (kw)

$Q_{cámara}$  = potencia de la cámara necesaria (kW)

Se puede obtener un indicativo de calor por metro cúbico, que en este caso será de: 89,76 W/m<sup>3</sup>.

### 1.7.2. Cálculos para cámara positiva de 490 m3

Para la cámara positiva se tendrá en cuenta que la temperatura interior será 0°C aproximadamente.

Las dimensiones de la cámara son las siguientes:

Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Volumen (m3)
7,12	15,30	4,5	490

**Tabla 11 Dimensiones de las cámaras de conservación 5, 6, 7 y 8**

Con las dimensiones anteriores y con la densidad de almacenamiento, se aproxima a una capacidad de cada cámara de 123 toneladas.

$$M = V * \rho = 490 * 250 = 122,5 \text{ toneladas}$$

El tiempo de régimen será de 20 horas y con un porcentaje de entrada diario de 10%.

Para las cámaras positivas se utilizará panel de espesor de aislante de techo y pared de 100 mm. El espesor del suelo se utilizará de 1 cm de espesor de hormigón armado, hormigón en masa y espesor de aislante. (Esta medida se realiza debido a que sino aumentarían demasiado las perdidas y por lo tanto, la potencia necesaria)

#### Refrigeración de los productos antes de congelación

$$Q_{cp} = \left(\frac{td}{th}\right) * X * Cp * M * (Te - Tf) = \frac{24}{20} * 0,15 * 3,76 * 123.000 * (22 - 0) * \frac{1}{24 * 3600}$$

$$= 21,2 \text{ kW}$$

$C_p$  = calor específico másico del producto antes de la congelación (kJ/Kg.°C)

$m$  = masa de producto a enfriar (kg)

$T_e$  = Temperatura de entrada del producto (°C)

$T_f$  = Temperatura final del producto (°C)

$X$  = porcentaje de entrada de producto diario

$t_d$  = horas del día (h)

$t_h$  = tiempo de régimen (h)

#### Refrigeración de los pallets antes de congelación



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

$$Q_{pallet} = X * \left(\frac{td}{th}\right) * Masa\ pallet * Ce * (Te - Tf)$$

$$= 0,15 * \frac{24}{20} * 3.690 * 2,72 * (22 - 0) * \frac{1}{24 * 3600} = 0,46\ kW$$

Masa pallet=Xd\*mproducto a enfriar (kg)=0,03\*123.000=3.690 kg

Xd=porcentaje de masa e pallet

Ce= calor específico del material del embalaje (kJ/kg.°C)

X=porcentaje de entrada de producto diario

Te= Temperatura de entrada del producto (°C)

Tf= Temperatura final del producto (°C)

## Pérdidas de cerramiento

### Pérdidas en paredes

Se tiene en cuenta que cada pared se encuentra en cada orientación, es decir Norte, Sur, Este y Oeste. Y el espesor es el comentado anteriormente de 100 mm de aislante.

El aislante es del material de poliuretano expandido con un coeficiente de 0,0231.

También se requiere para el cálculo el término de convección para el aire interior y exterior de la cámara. Para el interior se utilizará el término de convección de hi=9,01 y para el exterior se utilizará el término de convección de he=16,67.

$$1/K = \frac{1}{he} + \frac{eaisl}{1000 * coef} + \frac{1}{hi}$$

he=término de convección exterior

hi=término de convección interior

eaisl=espesor de aislante en mm.

Coef= constante del material.

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m2°C)

Para las pérdidas de cerramientos en cada pared se utilizará la siguiente expresión:

$$Q_{cerr} = k * A * DT$$

DT=salto térmico entre la Temperatura exterior y la Temperatura interior. (°C)

A=Área de cada pared

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m2°C)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Pared	K	A	DT	Q
N	0,2222	68,85	35,2	538,50
S	0,2222	68,85	35,2	538,50
E	0,2222	32,05	35,2	250,68
O	0,2222	32,05	35,2	250,68
Techo	0,2222	109,00	35,2	852,54
<b>Total</b>				<b>2.430,9 W</b>
				<b>2,43 kW</b>

**Tabla 12 Pérdidas en cerramientos en las cámaras 5, 6, 7 y 8**

**Pérdidas en suelos**

Para el suelo, en este caso de cámara positiva se utilizará 1 cm de hormigón armado con un coeficiente de 1,6 y 1 cm de hormigón en masa con un coeficiente de 0,55.

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{20} + \frac{eaisl}{100 * coefaisl} + \frac{eaisl}{100 * coefarm} + \frac{eaisl}{100 * coefmasa}$$

eaisl=espesor de aislante en cm.

Coefaisl= constante del material aislante.

Coefarm= constante del hormigón armado.

Coefmasa= constante del hormigón en masa.

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m<sup>2</sup>°C)

Para las pérdidas de cerramientos en cada pared se utilizará la siguiente expresión:

$$Q_{suelo} = k * A * DT$$

DT=salto térmico entre la Temperatura suelo con vacío sanitario (17,6 °C) y la Temperatura interior. (0°C)

A=Área de cada pared (m<sup>2</sup>)

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m<sup>2</sup>°C)





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

K	A	DT	Q
1,9711	109	17,6	<b>3.781,36 W</b>
			<b>3,78 kW</b>

**Tabla 13 Pérdidas en suelo de las cámaras 5, 6, 7 y 8**

### Renovaciones de aire

Para las renovaciones de aire se utiliza la Tabla 8, ya que son válidas para ambos casos. Del mismo modo que la representación de la Ilustración 10 también es válida.

Para cámara positiva se utilizará la expresión siguiente:

$$n = 118,02 * V^{-0,5619} = 118,02 * 490^{-0,5619} = 3,63 \text{ renovaciones}$$

Siendo el volumen de la cámara de 490 m3, y puesto que es trabajo intensivo se duplica el número de renovaciones a **7,27 renovaciones**.

Dh vendrá dado a través de la Tabla 9 como en el caso anterior.

La potencia calorífica aportada por el aire vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$Q_{rev} = V * n * \rho * \frac{Dh}{24} * \frac{4,18}{3.600} = 490 * 7,27 * 1,2 * \frac{(14,93 - 2,025)}{24} * \frac{4,18}{3.600} = 2,67 \text{ kW}$$

$Q_{rev}$ =potencia calorífica aportada por el aire (kW)

V= Volumen de la cámara (m<sup>3</sup>).

Dh= calor del aire (kJ/m<sup>3</sup>) obtenido por el diagrama psicométrico o por tablas.

n= número de renovaciones de aire por día con trabajo intenso

$\rho$ = densidad del aire (kg/m<sup>3</sup>)

### Pérdidas por iluminación

Se estipulará una iluminación de 8 W/m<sup>2</sup>. Para las pérdidas de iluminación también se tendrá en cuenta la superficie de la cámara:  $S = 15,3 * 7,12 = 109 \text{ m}^2$

El calor aportado por la iluminación será de:



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

$$Q_{il} = X_{il} * q * S = 1 * 8 * 109 = 872,00 \text{ W} = 0,87 \text{ kW}$$

Q<sub>il</sub>=potencia calorífica aportada por la iluminación (kW)

X<sub>il</sub>= coeficiente de tipo de iluminación. (lámpara normal estancia X<sub>il</sub>=1, si es fluorescente X<sub>il</sub>=1,25)

q= potencia de iluminación por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>)

S= Superficie de la cámara (m<sup>2</sup>)

### Calor liberado por personas

Se estipulará un número de 2 personas trabajando en el interior durante 4 horas cada una.

Para saber el calor aportado por cada persona se extraerá de la Tabla 10.

El calor aportado por las personas será de:

$$Q_p = q * n * \frac{t}{24} = 270 * 2 * \frac{4}{24} = 90 \text{ W} = 0,09 \text{ kW}$$

Q<sub>p</sub>=potencia calorífica aportada por las personas (kW)

q= calor por persona estipulado por tablas (W)

n= número de personas en el interior de la cámara

t= tiempo de permanencia en horas/días.

### Calor liberado por los motores

Se estimará el calor liberado por los motores con un porcentaje del 6% respecto de la potencia necesaria total:

Primero se realizará la suma de la potencia necesaria de los apartados anteriores resultando una potencia de: 31,5 kW.

Calculando el 6% del sumatorio de la potencia total, se obtiene: 1,89 kW

### Necesidades energéticas total

La potencia total vendrá determinada por todas las potencias anteriores:

$$Q_{total} = Q_{cp} + Q_{pallet} + Q_{carr} + Q_{suelo} + Q_{rev} + Q_{il} + Q_p + Q_m = 33,39 \text{ kW}$$

Ahora se tiene en cuenta un coeficiente de seguridad del 10% y se obtiene la potencia mayorada de:

$$Q_{cámara} = \left(\frac{td}{th}\right) * (1 + X_{seg}) * Q_{total} = \frac{24}{20} * 1,1 * 33,39 = 44,00 \text{ kW}$$

td=horas del día (h)

th=tiempo de régimen (h)

X<sub>seg</sub>=coeficiente de seguridad



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

$Q_{total}$  = suma de todas las potencias (kw)

$Q_{cámara}$  = potencia de la cámara necesaria (kW)

Se puede obtener un indicativo de calor por metro cúbico, que en este caso será de: 89,8 W/m<sup>3</sup>.

### 1.7.3. Cálculos para cámara positiva de 494 m<sup>3</sup>

Para la cámara positiva se tendrá en cuenta que la temperatura interior será 0°C aproximadamente.

Las dimensiones de la cámara son las siguientes:

Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
10,65	10,30	4,5	493,63

**Tabla 14 Dimensiones de la cámara 4**

Con las dimensiones anteriores y con la densidad de almacenamiento, se aproxima a una capacidad de cada cámara de 123 toneladas.

$$M = V * \rho = 493,63 * 250 = 123,4 \text{ toneladas}$$

El tiempo de régimen será de 20 horas y con un porcentaje de entrada diario de 10%.

Para las cámaras positivas se utilizará panel de espesor de aislante de techo y pared de 100 mm. El espesor del suelo se utilizará de 1 cm de espesor de hormigón armado, hormigón en masa y espesor de aislante. (Esta medida se realiza debido a que sino aumentarían demasiado las pérdidas y por lo tanto, la potencia necesaria)

#### Refrigeración de los productos antes de congelación

$$Q_{cp} = \left(\frac{td}{th}\right) * X * Cp * M * (Te - Tf) = \frac{24}{20} * 0,15 * 3,76 * 123.000 * (22 - 0) * \frac{1}{24 * 3600}$$

$$= 21,2 \text{ kW}$$

$C_p$  = calor específico másico del producto antes de la congelación (kJ/Kg.°C)

$m$  = masa de producto a enfriar (kg)

$T_e$  = Temperatura de entrada del producto (°C)

$T_f$  = Temperatura final del producto (°C)

$X$  = porcentaje de entrada de producto diario

$td$  = horas del día (h)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

th=tiempo de régimen (h)

### Refrigeración de los pallets antes de congelación

$$Q_{pallet} = X * \left(\frac{td}{th}\right) * Masa\ pallet * Ce * (Te - Tf)$$

$$= 0,15 * \frac{24}{20} * 3.690 * 2,72 * (22 - 0) * \frac{1}{24 * 3600} = 0,46\ kW$$

Masa pallet=Xd\*mproducto a enfriar (kg)=0,03\*123.000=3.690 kg

Xd=porcentaje de masa e pallet

Ce= calor específico del material del embalaje (kJ/kg.°C)

X=porcentaje de entrada de producto diario

Te= Temperatura de entrada del producto (°C)

Tf= Temperatura final del producto (°C)

### Pérdidas de cerramiento

#### Pérdidas en paredes

Se tiene en cuenta que cada pared se encuentra en cada orientación, es decir Norte, Sur, Este y Oeste. Y el espesor es el comentado anteriormente de 100 mm de aislante.

El aislante es del material de poliuretano expandido con un coeficiente de 0,0231.

También se requiere para el cálculo el término de convección para el aire interior y exterior de la cámara. Para el interior se utilizará el término de convección de hi=9,01 y para el exterior se utilizará el término de convección de he=16,67.

$$1/K = \frac{1}{he} + \frac{eaisl}{1000 * coef} + \frac{1}{hi}$$

he=término de convección exterior

hi=término de convección interior

eaisl=espesor de aislante en mm.

Coef= constante del material.

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m2°C)

Para las pérdidas de cerramientos en cada pared se utilizará la siguiente expresión:

$$Q_{cerr} = k * A * DT$$

DT=salto térmico entre la Temperatura exterior y la Temperatura interior. (°C)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

A=Área de cada pared

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m<sup>2</sup>°C)

Pared	K	A	DT	Q
N	0,2222	47,925	35,2	375,84
S	0,2222	47,925	35,2	375,84
E	0,2222	46,35	35,2	362,52
O	0,2222	46,35	35,2	362,52
Techo	0,2222	109,00	35,2	852,55
<b>Total</b>				<b>2.329,3 W</b>
				<b>2,33 kW</b>

Tabla 15 Pérdidas de potencia en cerramientos de la cámara 4

**Pérdidas en suelos**

Para el suelo, en este caso de cámara positiva se utilizará 1 cm de hormigón armado con un coeficiente de 1,6 y 1 cm de hormigón en masa con un coeficiente de 0,55.

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{20} + \frac{e_{aisl}}{100 * coef_{aisl}} + \frac{e_{aisl}}{100 * coef_{arm}} + \frac{e_{aisl}}{100 * coef_{masa}}$$

eaisl=espesor de aislante en cm.

Coefaisl= constante del material aislante.

Coefarm= constante del hormigón armado.

Coefmasa= constante del hormigón en masa.

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m<sup>2</sup>°C)

Para las pérdidas de cerramientos en cada pared se utilizará la siguiente expresión:

$$Q_{suelo} = k * A * DT$$



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

DT=salto térmico entre la Temperatura suelo con vacío sanitario (17,6 °C) y la Temperatura interior. (0°C)

A=Área de cada pared (m2)

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m2°C)

K	A	DT	Q
1,9711	109	17,6	<b>3.781,36 W</b>
			<b>3,78 kW</b>

**Tabla 16 Pérdidas de potencia en suelo de la cámara 4**

#### Renovaciones de aire

Para las renovaciones de aire se utiliza la Tabla 8, mostrada en el cálculo de las cámaras 1, 2 y 3. Donde también se puede ver representado en la Ilustración 10.

Para cámara positiva se utilizará la expresión siguiente:

$$n = 118,02 * V^{-0,5619} = 118,02 * 493,63^{-0,5619} = 3,62 \text{ renovaciones}$$

Siendo el volumen de la cámara de 493,54 m3, y puesto que es trabajo intensivo se duplica el número de renovaciones a **7,24 renovaciones**.

La potencia calorífica aportada por el aire vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$Q_{rev} = V * n * \rho * \frac{Dh}{24} * \frac{4,18}{3.600} = 493,63 * 7,24 * 1,2 * \frac{(14,93 - 2,025)}{24} * \frac{4,18}{3.600} = 2,68 \text{ kW}$$

Qrev=potencia calorífica aportada por el aire (kW)

V= Volumen de la cámara (m³).

Dh= calor del aire (kJ/m³) obtenido por el diagrama psicométrico o por la Tabla 9.

n= número de renovaciones de aire por día con trabajo intenso

ρ= densidad del aire (kg/m³)

#### Pérdidas por iluminación



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

Se estipulará una iluminación de  $8 \text{ W/m}^2$ . Para las pérdidas de iluminación también se tendrá en cuenta la superficie de la cámara:  $S = 10,3 * 10,65 = 109 \text{ m}^2$

El calor aportado por la iluminación será de:

$$Q_{il} = X_{il} * q * S = 1 * 8 * 109 = 872,00 \text{ W} = 0,87 \text{ kW}$$

$Q_{il}$ =potencia calorífica aportada por la iluminación (kW)

$X_{il}$ = coeficiente de tipo de iluminación. (lámpara normal estanca  $X_{il}=1$ , si es fluorescente  $X_{il}=1,25$ )

$q$ = potencia de iluminación por metro cuadrado ( $\text{W/m}^2$ )

$S$ = Superficie de la cámara ( $\text{m}^2$ )

### Calor liberado por personas

Se estipulará un número de 2 personas trabajando en el interior durante 4 horas cada una.

Para saber el calor aportado por cada persona se extraerá de la Tabla 10.

El calor aportado por las personas será de:

$$Q_p = q * n * \frac{t}{24} = 270 * 2 * \frac{4}{24} = 90 \text{ W} = 0,09 \text{ kW}$$

$Q_p$ =potencia calorífica aportada por las personas (kW)

$q$ = calor por persona estipulado por tablas (W)

$n$ = número de personas en el interior de la cámara

$t$ = tiempo de permanencia en horas/días.

### Calor liberado por los motores

Se estimará el calor liberado por los motores con un porcentaje del 6% respecto de la potencia necesaria total:

Primero se realizará la suma de la potencia necesaria de los apartados anteriores resultando una potencia de: 31,4 kW.

Calculando el 6% del sumatorio de la potencia total, se obtiene: 1,89 kW

### Necesidades energéticas total

La potencia total vendrá determinada por todas las potencias anteriores:



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

$$Q_{total} = Q_{cp} + Q_{pallet} + Q_{cerr} + Q_{suelo} + Q_{rev} + Q_{il} + Q_p + Q_m = 33,3 \text{ kW}$$

Ahora se tiene en cuenta un coeficiente de seguridad del 10% y se obtiene la potencia mayorada de:

$$Q_{cámara} = \left(\frac{td}{th}\right) * (1 + Xseg) * Q_{total} = \frac{24}{20} * 1,1 * 33,3 = 43,96 \text{ kW}$$

td=horas del día (h)

th=tiempo de régimen (h)

Xseg=coeficiente de seguridad

Qtotal= suma de todas las potencias (kw)

Qcámara=potencia de la cámara necesaria (kW)

Se puede obtener un indicativo de calor por metro cúbico, que en este caso será de: 88,97 W/m<sup>3</sup>.

#### 1.7.4. Cálculos para cámara negativa de 533,60 m<sup>3</sup>

Para la cámara positiva se tendrá en cuenta que la temperatura interior será -18°C aproximadamente.

Las dimensiones de la cámara son las siguientes:

Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
7,75	15,3	4,5	533,60

**Tabla 17 Dimensiones de las cámaras de congelación 9, 10, 11 y 12**

Con las dimensiones anteriores y con la densidad de almacenamiento, se aproxima a una capacidad de cada cámara de 134 toneladas.

$$M = V * \rho = 533,60 * 250 = 133,4 \text{ toneladas}$$

El tiempo de régimen será de 20 horas y con un porcentaje de entrada diario de 10%.

La temperatura de entrada del producto es de -5°C y no se tiene en cuenta el calor necesario para el cambio de fase.





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

Para las cámaras negativas se utilizará panel de espesor de aislante de techo y pared de 150 mm. En el suelo se utilizarán dos capas de panel desnudo de un espesor de 80 mm, cuyo aislamiento evita la condensación de la superficie del suelo y su posterior congelación.

**Refrigeración de los productos después de congelación**

$$Q_{cp} = \left(\frac{td}{th}\right) * X * Cp * M * (Te - Tf)$$

$$= \frac{24}{20} * 0,15 * 2,09 * 134.000 * (-5 - (-18)) * \frac{1}{24 * 3600} = 7,58 \text{ kW}$$

Cp= calor específico másico del producto después de la congelación (kJ/Kg.°C)

m= masa de producto a enfriar (kg)

Te= Temperatura de entrada del producto (°C)

Tf= Temperatura final del producto (°C)

X=porcentaje de entrada de producto diario

td=horas del día (h)

th=tiempo de régimen (h)

**Refrigeración de embalaje después de congelación**

$$Q_{pallet} = X * \left(\frac{td}{th}\right) * Masa \text{ embalaje} * Ce * (Te - Tf)$$

$$= 0,15 * \frac{24}{20} * 4.020 * 2,72 * (22 - 0) * \frac{1}{24 * 3600} = 0,50 \text{ kW}$$

Masa pallet=Xd\*mproducto a enfriar (kg)=0,03\*134.000=4.020 kg

Xd=porcentaje de masa e pallet

Ce= calor específico del material del embalaje (kJ/kg.°C)

X=porcentaje de entrada de producto diario

Te= Temperatura de entrada del producto (°C)

Tf= Temperatura final del producto (°C)

**Pérdidas de cerramiento**



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

**Pérdidas en paredes**

Se tiene en cuenta que cada pared se encuentra en cada orientación, es decir Norte, Sur, Este y Oeste. Y el espesor es el comentado anteriormente de 150 mm de aislante.

El aislante es del material de poliuretano expandido con un coeficiente de 0,0231.

También se requiere para el cálculo el término de convección para el aire interior y exterior de la cámara. Para el interior se utilizará el término de convección de  $h_i=9,01$  y para el exterior se utilizará el término de convección de  $h_e=16,67$ .

$$1/K = \frac{1}{h_e} + \frac{e_{aisl}}{1000 * coef} + \frac{1}{h_i}$$

$h_e$ =término de convección exterior

$h_i$ =término de convección interior

$e_{aisl}$ =espesor de aislante en mm.

Coef= constante del material.

$K$ =coeficiente global de transmisión de calor ( $W/m^2^{\circ}C$ )

Para las pérdidas de cerramientos en cada pared se utilizará la siguiente expresión:

$$Q_{cerr} = k * A * DT$$

$DT$ =salto térmico entre la Temperatura exterior y la Temperatura interior. ( $^{\circ}C$ )

$A$ =Área de cada pared

$K$ =coeficiente global de transmisión de calor ( $W/m^2^{\circ}C$ )

Pared	K	A	DT	Q
N	0,15	68,85	53,2	549,42
S	0,15	68,85	53,2	549,42
E	0,15	34,88	53,2	278,34
O	0,15	34,88	53,2	278,34
Techo	0,15	118,56	53,2	946,10
<b>Total</b>				<b>2.201,62 W</b>



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

2,2 kW

**Tabla 18 Pérdidas de potencia en cerramientos de las cámaras 9, 10, 11 y 12**

**Pérdidas en suelos**

Para el suelo, en este caso de cámara positiva se utilizará 16 cm de panel desnudo. (2 capas de 80 mm)

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{20} + \frac{eaisl}{100 * coefaisl} + \frac{eaisl}{100 * coefarm} + \frac{eaisl}{100 * coefmasa}$$

eaisl=espesor de aislante en cm.

Coefaisl= constante del material aislante.

Coefarm= constante del hormigón armado.

Coefmasa= constante del hormigón en masa.

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m2°C)

Para las pérdidas de cerramientos en cada pared se utilizará la siguiente expresión:

$$Q_{suelo} = k * A * DT$$

DT=salto térmico entre la Temperatura suelo con vacío sanitario (17,6 °C) y la Temperatura interior. (0°C)

A=Área de cada pared (m2)

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m2°C)

K	A	DT	Q
0,1428	118,56	35,6	602,72 W
			0,60 kW

**Tabla 19 Pérdidas de potencia en el suelo de las cámaras 9, 10, 11 y 12**



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

### Renovaciones de aire

Para las renovaciones de aire se utiliza la Tabla 8. O también se puede utilizar la Ilustración 10.

Para cámara negativa se utilizará la expresión siguiente:

$$n = 86,107 * V^{-0,553} = 86,107 * 533,60^{-0,553} = 2,67 \text{ renovaciones}$$

Siendo el volumen de la cámara de 533,60 m<sup>3</sup>, y puesto que es trabajo intensivo se duplica el número de renovaciones a **5,34 renovaciones**.

La potencia calorífica aportada por el aire vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$Q_{rev} = V * n * \rho * \frac{Dh}{24} * \frac{4,18}{3.600} = 533,60 * 5,34 * 1,2 * \frac{(14,93 - (-3,82))}{24} * \frac{4,18}{3.600} = 3,10 \text{ kW}$$

$Q_{rev}$ =potencia calorífica aportada por el aire (kW)

V= Volumen de la cámara (m<sup>3</sup>).

Dh= calor del aire (kJ/m<sup>3</sup>) obtenido por el diagrama psicométrico o por la Tabla 9.

n= número de renovaciones de aire por día con trabajo intenso

$\rho$ = densidad del aire (kg/m<sup>3</sup>)

### Pérdidas por iluminación

Se estipulará una iluminación de 8 W/m<sup>2</sup>. Para las pérdidas de iluminación también se tendrá en cuenta la superficie de la cámara:  $S = 7,75 * 15,3 = 118,56 \text{ m}^2$

El calor aportado por la iluminación será de:

$$Q_{il} = X_{il} * q * S = 1 * 8 * 118,56 = 949,00 \text{ W} = 0,95 \text{ kW}$$

$Q_{il}$ =potencia calorífica aportada por la iluminación (kW)

$X_{il}$ = coeficiente de tipo de iluminación. (lámpara normal estancia  $X_{il}=1$ , si es fluorescente  $X_{il}=1,25$ )

q= potencia de iluminación por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>)

S= Superficie de la cámara (m<sup>2</sup>)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

### Calor liberado por personas

Se estipulará un número de 2 personas trabajando en el interior durante 4 horas cada una.

Para saber el calor aportado por cada persona se extraerá de la Tabla 10.

El calor aportado por las personas será de:

$$Q_p = q * n * \frac{t}{24} = 378 * 2 * \frac{4}{24} = 126 \text{ W} = 0,13 \text{ kW}$$

$Q_p$ =potencia calorífica aportada por las personas (kW)

$q$ = calor por persona estipulado por tablas (W)

$n$ = número de personas en el interior de la cámara

$t$ = tiempo de permanencia en horas/días.

### Calor liberado por los motores

Se estimará el calor liberado por los motores con un porcentaje del 6% respecto de la potencia necesaria total.

Primero se realizará la suma de la potencia necesaria de los apartados anteriores resultando una potencia de: 15,08 kW.

Calculando el 6% del sumatorio de la potencia total, se obtiene: 0,9 kW

### Necesidades energéticas total

La potencia total vendrá determinada por todas las potencias anteriores:

$$Q_{total} = Q_{cp} + Q_{pallet} + Q_{cerra} + Q_{suelo} + Q_{rev} + Q_{il} + Q_p + Q_m = 16 \text{ kW}$$

Ahora se tiene en cuenta un coeficiente de seguridad del 10% y se obtiene la potencia mayorada de:

$$Q_{cámara} = \left(\frac{td}{th}\right) * (1 + X_{seg}) * Q_{total} = \frac{24}{20} * 1,1 * 16 = 21,12 \text{ kW}$$

$td$ =horas del día (h)

$th$ =tiempo de régimen (h)

$X_{seg}$ =coeficiente de seguridad

$Q_{total}$ = suma de todas las potencias (kw)

$Q_{cámara}$ =potencia de la cámara necesaria (kW)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Se puede obtener un indicativo de calor por metro cúbico, que en este caso será de: 39,60 W/m<sup>3</sup>

### 1.7.5. Cálculo para SAS y pasillo de 1.362 m<sup>3</sup>

Para la sala de elaboración y pasillo se tendrá en cuenta que la temperatura interior será 5°C aproximadamente.

Las dimensiones de la cámara son las siguientes:

Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
8,50	6,85	3,5	203,8
7,78	24,60	3,5	670
4,36	32	3,5	488,32
		<b>Volumen total(m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.361,2</b>

**Tabla 20 Dimensiones del SAS y pasillo**

Con las dimensiones anteriores y con la densidad de almacenamiento, se aproxima a una capacidad de cada cámara de 327 toneladas.

$$M = V * \rho = 1362 * 250 = 340,5 \text{ toneladas}$$

El tiempo de régimen será de 20 horas y con un porcentaje de entrada diario de 15%.

Para las salas de elaboración y pasillo se utilizará panel de espesor de aislante de techo y pared de 80 mm. El espesor del suelo se utilizará de 1 cm de espesor de hormigón armado, hormigón en masa y espesor de aislante. (Esta medida se realiza debido a que sino aumentarían demasiado las perdidas y por lo tanto, la potencia necesaria)

#### **Refrigeración de los productos antes de congelación**

$$Q_{cp} = \left(\frac{td}{th}\right) * X * Cp * M * (Te - Tf) = \frac{24}{20} * 0,1 * 3,76 * 340.500 * (22 - 5) * \frac{1}{24 * 3600}$$

$$= 30,22 \text{ kW}$$

Cp= calor específico másico del producto antes de la congelación (kJ/Kg.°C)

m= masa de producto a enfriar (kg)

Te= Temperatura de entrada del producto (°C)

Tf= Temperatura final del producto (°C)

X=porcentaje de entrada de producto diario

td=horas del día (h)

th=tiempo de régimen (h)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

### Refrigeración de los pallets antes de congelación

$$Q_{pallet} = X * \left(\frac{td}{th}\right) * Masa\ pallet * Ce * (Te - Tf)$$

$$= 0,10 * \frac{24}{20} * 1.021,5 * 2,72 * (22 - 5) * \frac{1}{24 * 3600} = 0,06\ kW$$

Masa pallet=Xd\*mproducto a enfriar (kg)=0,03\*340.500=1.021,5 kg

Xd=porcentaje de masa e pallet

Ce= calor específico del material del embalaje (kJ/kg.°C)

X=porcentaje de entrada de producto diario

Te= Temperatura de entrada del producto (°C)

Tf= Temperatura final del producto (°C)

### Pérdidas de cerramiento

#### Pérdidas en paredes

Se tiene en cuenta que cada pared se encuentra en cada orientación, es decir Norte, Sur, Este y Oeste. Y el espesor es el comentado anteriormente de 80 mm de aislante.

El aislante es del material de poliuretano expandido con un coeficiente de 0,0231.

También se requiere para el cálculo el término de convección para el aire interior y exterior de la cámara. Para el interior se utilizará el término de convección de hi=9,01 y para el exterior se utilizará el término de convección de he=16,67.

$$1/K = \frac{1}{he} + \frac{eaisl}{1000 * coef} + \frac{1}{hi}$$

he=término de convección exterior

hi=término de convección interior

eaisl=espesor de aislante en mm.

Coef= constante del material.

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m2°C)

Para las pérdidas de cerramientos en cada pared se utilizará la siguiente expresión:

$$Q_{cerr} = k * A * DT$$

DT=salto térmico entre la Temperatura exterior y la Temperatura interior. (°C)

A=Área de cada pared

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m2°C)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Pared	K	A	DT	Q
N	0,2752	86,1	30,2	715,60
N	0,2752	112	5	154,11
S	0,2752	86,1	30,2	715,60
S	0,2752	112	5	154,11
E	0,2752	51,21	30,2	425,60
O	0,2752	51,21	30,2	425,60
O	0,2752	15,26	30,2	126,82
Techo	0,2752	388,72	30,2	3.230,66
<b>Total</b>				<b>5.948,1 W</b>
				<b>5,95 kW</b>

Tabla 21 Potencia perdida a través de los cerramientos en el SAS y pasillo

**Pérdidas en suelos**

Para el suelo, en este caso de cámara positiva se utilizará 1 cm de hormigón armado con un coeficiente de 1,6 y 1 cm de hormigón en masa con un coeficiente de 0,55.

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{20} + \frac{eaisl}{100 * coefaisl} + \frac{eaisl}{100 * coefarm} + \frac{eaisl}{100 * coefmasa}$$

eaisl=espesor de aislante en cm.

Coefaisl= constante del material aislante.

Coefarm= constante del hormigón armado.

Coefmasa= constante del hormigón en masa.

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m<sup>2</sup>°C)

Para las pérdidas de cerramientos en cada pared se utilizará la siguiente expresión:

$$Q_{suelo} = k * A * DT$$





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

DT=salto térmico entre la Temperatura suelo con vacío sanitario (12,6 °C) y la Temperatura interior. (0°C)

A=Área de cada pared (m2)

K=coeficiente global de transmisión de calor (W/m2°C)

K	A	DT	Q
1,9711	388,72	12,6	<b>9.653,7 W</b>
			<b>9,65 kW</b>

**Tabla 22 Potencia perdida a través del suelo en el SAS y pasillo**

#### Renovaciones de aire

Para las renovaciones de aire se utiliza la Tabla 8 o gráficamente con la Ilustración 10.

Para cámara positiva se utilizará la expresión siguiente:

$$n = 118,02 * V^{-0,5619} = 118,02 * 1362^{-0,5619} = 2,045 \text{ renovaciones}$$

Siendo el volumen de la cámara de 874 m3, y puesto que es trabajo intensivo se duplica el número de renovaciones a **4,10 renovaciones**.

La potencia calorífica aportada por el aire vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$Q_{rev} = V * n * \rho * \frac{Dh}{24} * \frac{4,18}{3.600} = 1.362 * 4,10 * 1,2 * \frac{(14,93 - 4,1)}{24} * \frac{4,18}{3.600} = 3,51 \text{ kW}$$

Qrev=potencia calorífica aportada por el aire (kW)

V= Volumen de la cámara (m³).

Dh= calor del aire (kJ/m³) obtenido por el diagrama psicométrico o por Tabla 9.

n= número de renovaciones de aire por día con trabajo intenso

$\rho$ = densidad del aire (kg/m³)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

### **Pérdidas por iluminación**

Se estipulará una iluminación de 8 W/m<sup>2</sup>. Para las pérdidas de iluminación también se tendrá en cuenta la superficie de la cámara:  $S = 388,72 \text{ m}^2$

El calor aportado por la iluminación será de:

$$Q_{il} = X_{il} * q * S = 1 * 8 * 388,72 = 3.110,00 \text{ W} = 3,11 \text{ kW}$$

Q<sub>il</sub>=potencia calorífica aportada por la iluminación (kW)

X<sub>il</sub>= coeficiente de tipo de iluminación. (lámpara normal estancia X<sub>il</sub>=1, si es fluorescente X<sub>il</sub>=1,25)

q= potencia de iluminación por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>)

S= Superficie de la cámara (m<sup>2</sup>)

### **Calor liberado por personas**

Se estipulará un número de 2 personas trabajando en el interior durante 4 horas cada una.

Para saber el calor aportado por cada persona se extraerá de la Tabla 10.

El calor aportado por las personas será de:

$$Q_p = q * n * \frac{t}{24} = 240 * 2 * \frac{4}{24} = 80 \text{ W} = 0,08 \text{ kW}$$

Q<sub>p</sub>=potencia calorífica aportada por las personas (kW)

q= calor por persona estipulado por tablas (W)

n= número de personas en el interior de la cámara

t= tiempo de permanencia en horas/días.

### **Calor liberado por los motores**

Se estimará el calor liberado por los motores con un porcentaje del 6% respecto de la potencia necesaria total:

Primero se realizará la suma de la potencia necesaria de los apartados anteriores resultando una potencia de: 52,58 kW.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Calculando el 6% del sumatorio de la potencia total, se obtiene: 3,15 kW

### Necesidades energéticas total

La potencia total vendrá determinada por todas las potencias anteriores:

$$Q_{total} = Q_{cp} + Q_{pallet} + Q_{cerr} + Q_{suelo} + Q_{rev} + Q_{il} + Q_p + Q_m = 55,73 \text{ kW}$$

Ahora se tiene en cuenta un coeficiente de seguridad del 10% y se obtiene la potencia mayorada de:

$$Q_{cámara} = \left(\frac{td}{th}\right) * (1 + X_{seg}) * Q_{total} = \frac{24}{20} * 1,1 * 55,73 = 73,57 \text{ kW}$$

td=horas del día (h)

th=tiempo de régimen (h)

Xseg=coeficiente de seguridad

Qtotal= suma de todas las potencias (kw)

Qcámara=potencia de la cámara necesaria (kW)

Se puede obtener un indicativo de calor por metro cúbico, que en este caso será de: 70,50 W/m<sup>3</sup>.

### 1.7.6. Resumen de necesidades energéticas

Tipo de cámaras	Nº cámaras	Volumen (m <sup>3</sup> )	Necesidades energéticas/cámara (kW)	Necesidades energéticas (kW)
Cámara positiva	3	320	28,72	86,16
Cámara positiva	4	490	44	176
Cámara positiva	1	494	44	44
Cámara negativa	4	533,60	21,12	84,50
SAS y Pasillo	1	1.362	73,60	73,60

**Tabla 23 Resumen de necesidades energéticas de las cámaras frigoríficas**



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

### 1.8. Equipo industrial

Después de los cálculos realizados y obtenidas las necesidades energéticas de Tabla 23.

Según las características de las cámaras y las necesidades energéticas, se seleccionará el siguiente equipo:

	Tª (°C)	Modelo	Potencia (CV)	Potencia (Kw)
<b>Cámaras positivas</b>	<b>0</b>	Central 4 x 6FE-44Y	4x45	320
<b>Cámaras negativas</b>	<b>-20</b>	Central 4 x FE-28Y	4x30	101
<b>SAS y pasillo</b>	<b>+12</b>	Central 2x4JE15Y	2x15	81

**Tabla 24 Centrales seleccionadas para estancias frigoríficas**

La selección de compresores se ha realizado con el Software proporcionado por el fabricante Bitzer, para posteriormente hacer una comprobación ante la selección.

Hay tres circuitos frigoríficos, que van a trabajar a las temperaturas de almacenamiento siguientes :

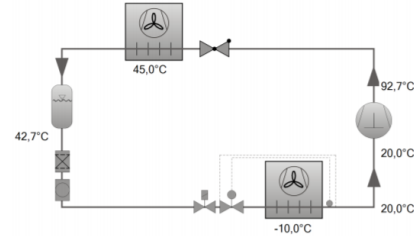
#### Cámaras positivas

**Central 4 x 6FE-44Y:** central de 4 compresores Bitzer de 45 Cv cada uno. Las condiciones de trabajo con una temperatura de evaporación de -10°C y una temperatura de condensación de +45°C. La central proporciona una potencia frigorífica 329 kW.

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Valores de entrada

Tipo de compresor	compresores alternativos, semiherméticos
Modo	Refrigeración y Aire acondicionado
Refrigerante	R404A
Temperatura de referencia	Temp. en el punto de rocío
Líquido subenfriado (después condensador)	2,00 K
Temperatura de gas aspirado	20,00 °C
Modo de funcionamiento	Auto
Alimentación eléctrica	400V-3-50Hz
Regulador de capacidad	100%
Recalentamiento útil	100%



descripción general

		A			
Temp. de evaporación	-10,00	°C			
Temp. de condensación	45,0	°C			
	Qe	Pe	EER	Ratio	
	kW	kW	W/W	%	
<b>Total</b>	<b>329</b>	<b>143,9</b>	<b>2,28</b>	<b>--</b>	
6FE-44Y-40P	82,2	36,0	2,28	25,0	
6FE-44Y-40P	82,2	36,0	2,28	25,0	
6FE-44Y-40P	82,2	36,0	2,28	25,0	
6FE-44Y-40P	82,2	36,0	2,28	25,0	

**Ilustración 11 Descripción de la central 4x6FE-44Y**

La comprobación se ha efectuado con los puntos aproximados del ciclo simple que se produce en el conjunto compresor, evaporador, condensador y válvula de expansión.

Para las cámaras positivas 1,2 y 3 se requiere de un evaporador con una potencia de 29,15 kW, mientras que para las cámaras de conservación 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se requiere un evaporador para cada una de 44,83 kW.

Se hace la consideración de que no sufre pérdidas de presión muy apreciables en el evaporador, por lo que el punto 1 se obtiene trazando una recta isobárica en el diagrama p-h en el momento que ocurre la evaporación a -10°C. Esta recta llegará saturación y suponiendo un recalentamiento de 2°C se obtiene el Punto 1, con  $h_1=364,77$  kJ/Kg,  $v_1=0,046$ m<sup>3</sup>/kg. El punto 4 se obtiene con una recta isobárica en el momento de la condensación a +45°C y teniendo un subenfriamiento de 2°C, obteniendo:  $h_4=269,72$ kJ/kg,  $v_4=0,00119$  m<sup>3</sup>/kg.

Con el incremento de entalpías y la potencia de cada evaporador es posible conocer el caudal másico de cada evaporador:

- Evaporador de cámaras 1, 2 y 3:

$$Q \left( \frac{kg}{s} \right) = \frac{Potencia\ Evap\ (kW)}{h_1 \left( \frac{kJ}{kg} \right) - h_4 \left( \frac{kJ}{kg} \right)} = \frac{29,15\ kW}{364,77 \left( \frac{kJ}{kg} \right) - 269,72 \left( \frac{kJ}{kg} \right)} = 0,207\ kg/s$$

Conociendo que en condiciones de aspiración se conoce el volumen específico del punto 4, se calcula el caudal volumétrico mediante la siguiente expresión:

$$Q \left( \frac{m^3}{s} \right) = Q \left( \frac{kg}{s} \right) * v_4 \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 0,01411 \frac{m^3}{s} = 50,786 \frac{m^3}{h}$$

- Evaporador de cámaras 4, 5, 6, 7, 8 y 9:

$$Q \left( \frac{kg}{s} \right) = \frac{Potencia\ Evap\ (kW)}{h_1 \left( \frac{kJ}{kg} \right) - h_4 \left( \frac{kJ}{kg} \right)} = \frac{44,83\ kW}{364,77 \left( \frac{kJ}{kg} \right) - 269,72 \left( \frac{kJ}{kg} \right)} = 0,471\ kg/s$$

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Conociendo que en condiciones de aspiración se conoce el volumen específico del punto 4, se calcula el caudal volumétrico mediante la siguiente expresión:

$$Q \left( \frac{m^3}{s} \right) = Q \left( \frac{kg}{s} \right) * v_4 \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 0,023 \frac{m^3}{s} = 82,45 \frac{m^3}{h}$$

	Número de evaporadores	Caudal volumétrico (m <sup>3</sup> /h)
Evaporador de Potencia 29,15 kW	3	50,78
Evaporador de Potencia 44,83 kW	5	82,45
	<b>Caudal total (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>564,62</b>

**Tabla 25 Cálculo caudal para la central 4x6FE-44Y**

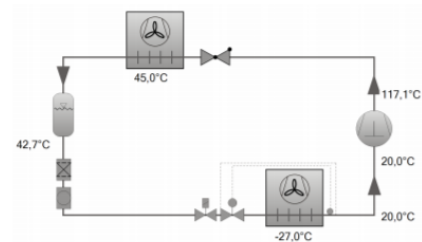
Según especificaciones, cada compresor de la central puede desplazar un volumen de 151,6 m<sup>3</sup>/h. Por lo que 4 compresores proporcionaría un total de 606,4 m<sup>3</sup>/h y por lo tanto sería válida la central para este uso.

**Cámaras negativas**

**Central 4 x 4FE-28Y:** central de 4 compresores Bitzer de 30 Cv cada uno. Las condiciones de trabajo con una temperatura de evaporación de -27°C y una temperatura de condensación de +45°C. La central proporciona una potencia frigorífica de 104,7 kW.

Valores de entrada

Tipo de compresor	compresores alternativos, semiherméticos
Modo	Refrigeración y Aire acondicionado
Refrigerante	R404A
Temperatura de referencia	Temp. en el punto de rocío
Líquido subenfriado (después condensador)	2,00 K
Temperatura de gas aspirado	20,00 °C
Modo de funcionamiento	Auto
Alimentación eléctrica	400V-3-50Hz
Regulador de capacidad	100%
Recalentamiento útil	100%



descripción general

	A			
Temp. de evaporación	-27,00	°C		
Temp. de condensación	45,0	°C		
	Qe	Pe	EER	Ratio
	kW	kW	W/W	%
<b>Total</b>	<b>104,7</b>	<b>64,8</b>	<b>1,62</b>	<b>--</b>
4FE-28Y-40P	26,2	16,19	1,62	25,0
4FE-28Y-40P	26,2	16,19	1,62	25,0
4FE-28Y-40P	26,2	16,19	1,62	25,0
4FE-28Y-40P	26,2	16,19	1,62	25,0

**Ilustración 12 Descripción de la central 4x4FE-28Y**

La comprobación se ha efectuado con los puntos aproximados del ciclo simple que se produce en el conjunto compresor, evaporador, condensador y válvula de expansión.

Para las cámaras negativas se requiere de un evaporador con una potencia de 26,81 kW.

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Se hace la consideración de que no sufre pérdidas de presión muy apreciables en el evaporador, por lo que el punto 1 se obtiene trazando una recta isobárica en el diagrama p-h en el momento que ocurre la evaporación a  $-27^{\circ}\text{C}$ . Esta recta llegará saturación y suponiendo un recalentamiento de  $2^{\circ}\text{C}$  se obtiene el Punto 1, con  $h_1=356,55 \text{ kJ/kg}$ ,  $v_1=0,0905 \text{ m}^3/\text{kg}$ . El punto 4 se obtiene con una recta isobárica en el momento de la condensación a  $+45^{\circ}\text{C}$  y teniendo un subenfriamiento de  $2^{\circ}\text{C}$ , obteniendo:  $h_4=269,72 \text{ kJ/kg}$ ,  $v_4=0,00119 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

Con el incremento de entalpías y la potencia de cada evaporador es posible conocer el caudal másico de cada evaporador:

$$Q \left( \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) = \frac{\text{Potencia Evap ( kW)}}{h_1 \left( \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) - h_4 \left( \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)} = \frac{26,81 \text{ kW}}{356,55 \left( \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) - 269,72 \left( \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)} = 0,308 \text{ kg/s}$$

Conociendo que en condiciones de aspiración se conoce el volumen específico del punto 4, se calcula el caudal volumétrico mediante la siguiente expresión:

$$Q \left( \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = Q \left( \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) * v_4 \left( \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right) = 0,0279 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 100,6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

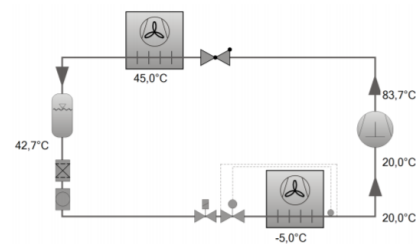
El circuito frigorífico contiene 4 evaporadores, por lo requiere un compresor que trasiegue  $404,4 \text{ m}^3/\text{h}$ . Según especificaciones, cada compresor de esta central trasiega  $101,8 \text{ m}^3/\text{h}$ , por lo que será válido al tener capacidad de  $407,2 \text{ m}^3/\text{h}$ .

**SAS y Pasillo**

**Central 2 x 4JE-15Y:** central de 2 compresores Bitzer de 15 Cv cada uno. Las condiciones de trabajo con una temperatura de evaporación de  $-5^{\circ}\text{C}$  y una temperatura de condensación de  $+45^{\circ}\text{C}$ . La central proporciona una potencia frigorífica  $83,2 \text{ kW}$ .

Valores de entrada

Tipo de compresor	compresores alternativos, semiherméticos
Modo	Refrigeración y Aire acondicionado
Refrigerante	R404A
Temperatura de referencia	Temp. en el punto de rocío
Líquido subenfriado (después condensador)	2,00 K
Temperatura de gas aspirado	20,00 °C
Modo de funcionamiento	Auto
Alimentación eléctrica	400V-3-50Hz
Regulador de capacidad	100%
Recalentamiento útil	100%



descripción general

	A			
Temp. de evaporación	-5,00	°C		
Temp. de condensación	45,0	°C		
	Qe	Pe	EER	Ratio
	kW	kW	W/W	%
<b>Total</b>	<b>83,2</b>	<b>30,7</b>	<b>2,71</b>	<b>--</b>
4JE-15Y-40P	41,6	15,34	2,71	50,0
4JE-15Y-40P	41,6	15,34	2,71	50,0

**Ilustración 13 Descripción de la central 2x4JE-15Y**



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

La comprobación se ha efectuado con los puntos aproximados del ciclo simple que se produce en el conjunto compresor, evaporador, condensador y válvula de expansión.

Para el pasillo y el SAS se requiere de 6 evaporadores con una potencia de 14,10 kW cada uno.

Se hace la consideración de que no sufre pérdidas de presión muy apreciables en el evaporador, por lo que el punto 1 se obtiene trazando una recta isobárica en el diagrama p-h en el momento que ocurre la evaporación a -5°C. Esta recta llegará saturación y suponiendo un recalentamiento de 2°C se obtiene el Punto 1, con  $h_1=366,73$  kJ/Kg,  $v_1=0,04002$  m<sup>3</sup>/kg. El punto 4 se obtiene con una recta isobárica en el momento de la condensación a +45°C y teniendo un subenfriamiento de 2°C, obteniendo:  $h_4=269,72$ kJ/kg,  $v_4=0,00119$  m<sup>3</sup>/kg.

Con el incremento de entalpías y la potencia de cada evaporador es posible conocer el caudal másico de cada evaporador:

$$Q \left( \frac{kg}{s} \right) = \frac{Potencia\ Evap\ (kW)}{h_1 \left( \frac{kJ}{kg} \right) - h_4 \left( \frac{kJ}{kg} \right)} = \frac{14,10\ kW}{366,73 \left( \frac{kJ}{kg} \right) - 269,72 \left( \frac{kJ}{kg} \right)} = 0,145\ kg/s$$

Conociendo que en condiciones de aspiración se conoce el volumen específico del punto 4, se calcula el caudal volumétrico mediante la siguiente expresión:

$$Q \left( \frac{m^3}{s} \right) = Q \left( \frac{kg}{s} \right) * v_4 \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 0,005816 \frac{m^3}{s} = 20,94 \frac{m^3}{h}$$

El circuito frigorífico contiene 6 evaporadores, por lo requiere un compresor que trasiegue 125,64 m<sup>3</sup>/h. Según especificaciones, cada compresor de esta central trasiega 63,5m<sup>3</sup>/h, por lo que será válido al tener capacidad de 127 m<sup>3</sup>/h.

**Condensador CBN-638** (Central 4 x 6FE-44Y)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

<u>Modelo</u>	<b>CBN-638 D</b>	<u>Batería</u>	
Capacidad D	425.333 W	Superficie (m2)	2310
Refrigerante	R-404 A	Conexión entrada (mm)	2x79
Temp. Condensación	45°C	Conexión salida (mm)	2x54
Temp. Ambiente	35°C	Volumen interior (dm3)	228

**Motoventiladores**

Nº ventiladores	8	Peso total (kg)	1624
Diámetro (mm)	800		
Nivel sonoro (dBA 10 m) D	57		
Nivel sonoro (dBA 10 m) Y	51		
Caudal aire (m3/h) D	140.800	Potencia total (W) D	14.400
Caudal aire (m3/h) Y	107.200	Potencia total (W) Y	9.200
rpm D	900	Consumo total (A) D	31,2
rpm Y	680	Consumo total (A) Y	17,6

Tabla 26 Características del condensador CBN-638

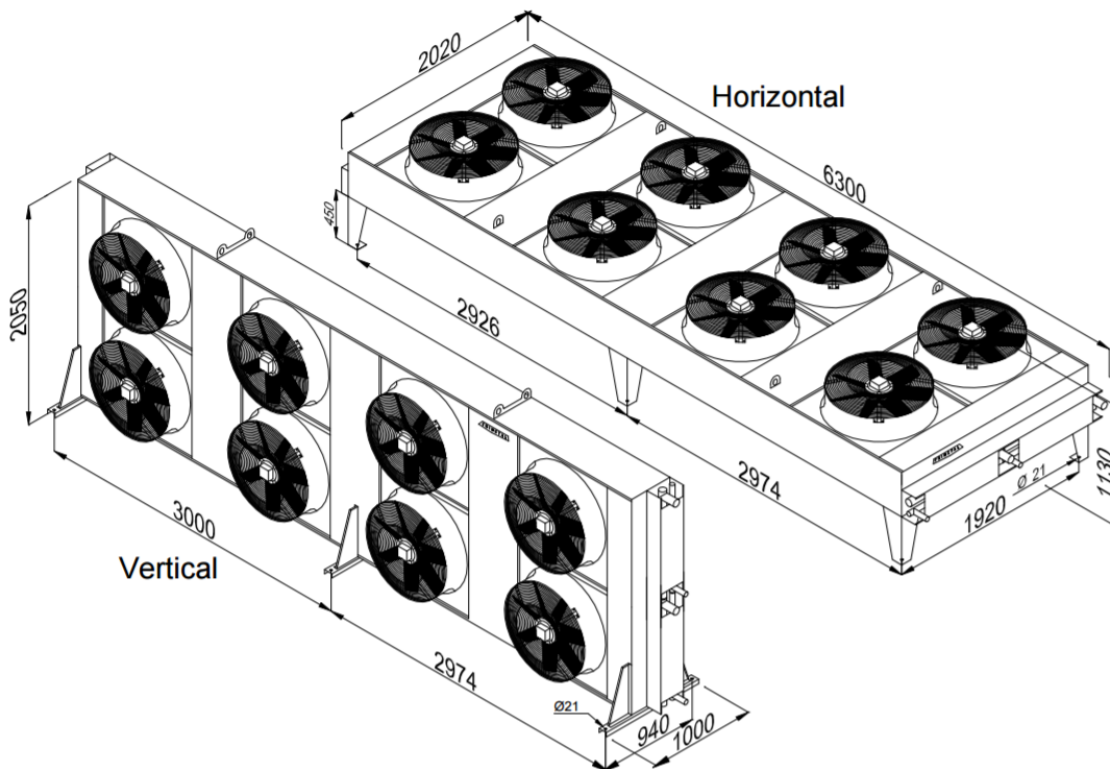


Ilustración 14 Descripción del condensador CBN-638

**Condensador CBN-274** (Central 4 x 4FE-28Y)

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

<b>Modelo</b>	<b>CBN-274</b>	<b>Y</b>	<b>Batería</b>	
Capacidad Y	148.000 W		Superficie (m2)	739
Refrigerante	R-404 A		Conexión entrada (mm)	79
Temp. Condensación	45°C		Conexión salida (mm)	54
Temp. Ambiente	35°C		Volumen interior (dm3)	73

#### **Motoventiladores**

Nº ventiladores	4	Peso total (kg)	653
Diámetro (mm)	800		
Nivel sonoro (dBA 10 m) D	54		
Nivel sonoro (dBA 10 m) Y	48		
Caudal aire (m3/h) D	72.400	Potencia total (W) D	7.200
Caudal aire (m3/h) Y	54.000	Potencia total (W) Y	4.600
rpm D	900	Consumo total (A) D	15,6
rpm Y	680	Consumo total (A) Y	8,8

Tabla 27 Características del condensador CBN-274

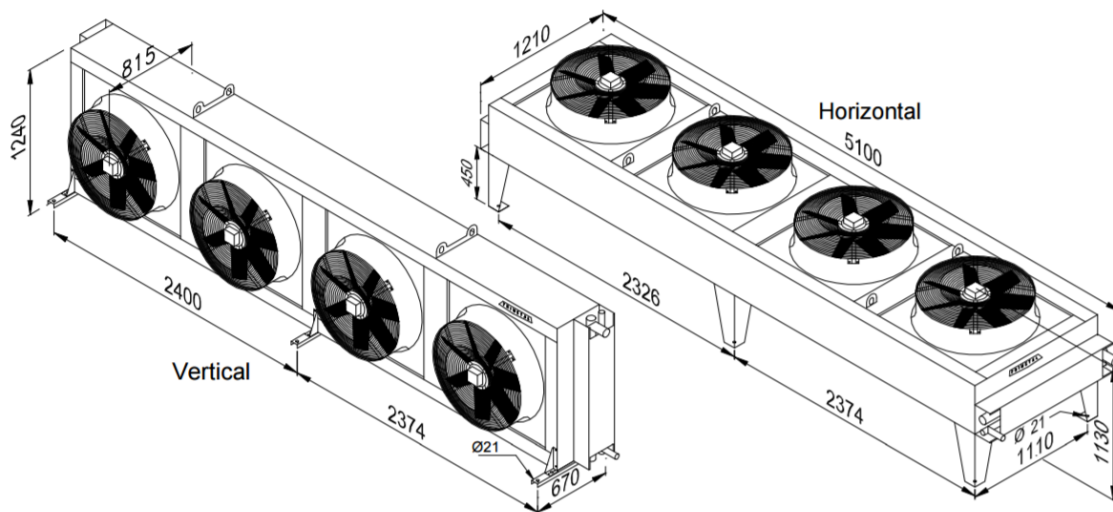


Ilustración 15 Descripción del condensador CBN-274

**Condensador CBN-160** (Central 2 x 4JE-15Y)

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

<b>Modelo</b>	<b>CBN-160 D</b>	<b>Batería</b>	
Capacidad D	106.667 W	Superficie (m2)	236
Refrigerante	R-404 A	Conexión entrada (mm)	66
Temp. Condensación	45°C	Conexión salida (mm)	42
Temp. Ambiente	35°C	Volumen interior (dm3)	34

**Motoventiladores**

Nº ventiladores	3	Peso total (kg)	304
Diámetro (mm)	630		
Nivel sonoro (dBA 10 m) D	64		
Nivel sonoro (dBA 10 m) Y	59		
Caudal aire (m3/h) D	40.500	Potencia total (W) D	5.700
Caudal aire (m3/h) Y	31.500	Potencia total (W) Y	3.600
rpm D	1.310	Consumo total (A) D	9,6
rpm Y	1.050	Consumo total (A) Y	5,85

Tabla 28 Características del condensador CBN-160

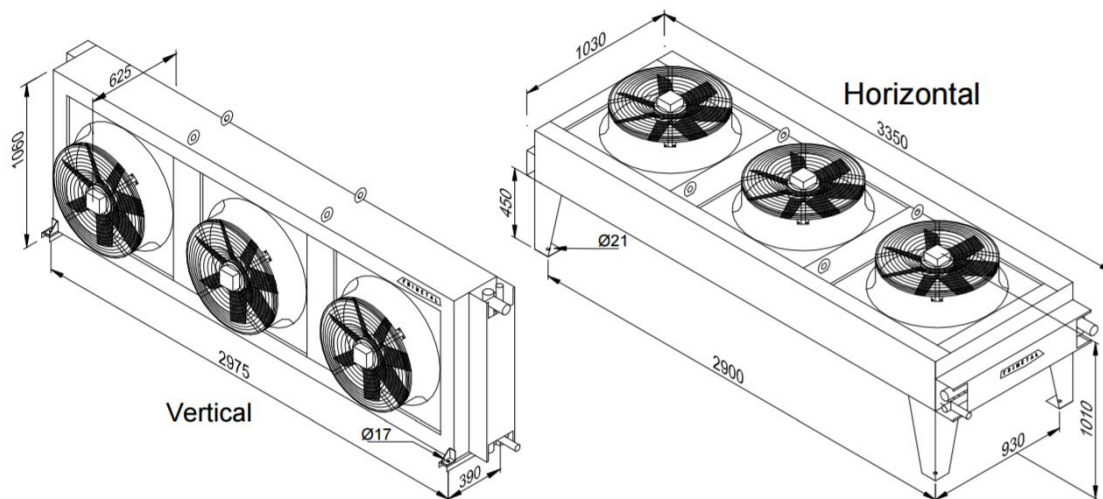


Ilustración 16 Descripción del condensador CBN-160

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Evaporadores	T (°C)	Evaporador	Potencia (kW)	Separación aletas (mm)	ΔT (°C)
<b>Cámaras positivas</b>					
Cámaras 1, 2 y 3	0	FRM-1780	29,15	4,2	8
Cámaras 4, 5, 6, 7 y 8	0	FRM-2590	44,83	4,2	8
<b>Cámaras negativas</b>					
Cámaras 9, 10, 11 y 12	-20	FRL-1795	26,81	9	7
SAS y pasillo	5/7	PIMN-72	14,1	4,2	10

Tabla 29 Evaporadores seleccionados

## Cámaras positivas

### Cámaras 1, 2 y 3

En las cámaras se instalarán un evaporador industrial modelo FRM-1780 en cada una, fabricada de una batería de tubos de aluminio y de cobre con una separación de aletas de 4,2 mm. La potencia de frigorífica proporcionada por cada equipo será de 29,15 kW cada uno, con una temperatura de cámara de 0°C y ΔT=8°C.


FRM-1780	
Potencia: 29,15 kW Superficie: 145 m <sup>2</sup> Caudal de aire: 11.260 m <sup>3</sup> /h Potencia desescarche: 12.200 W Dimensiones: 2.025x805x770 mm Peso Neto: 159 kg Proyección: 18m Potencia ventiladores: 1,44 kw Conexión entrada: ½"	 <p>IMAGEN ORIENTATIVA</p>

Tabla 30 Características del evaporador FRM 1780

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

### Cámaras 4, 5, 6, 7 y 8

En las cámaras se instalarán un evaporador industrial modelo FRM-2590 en cada una, fabricada de una batería de tubos de aluminio y de cobre con una separación de aletas de 4,2 mm. La potencia de frigorífica proporcionada por cada equipo será de 44,83 kW cada uno, con una temperatura de cámara de 0°C y  $\Delta T=8^{\circ}\text{C}$ .


<b>FRM-2590</b>	
Potencia:44,83kW Superficie:175m <sup>2</sup> Caudal de aire: 24.100 m <sup>3</sup> /h Potencia desescarche: 14.400 W Dimensiones: 2.325x825x980 mm Peso Neto: 224 kg Proyección: 32m Conexión entrada: ½"	 <p style="text-align: center;">IMAGEN ORIENTATIVA</p>

Tabla 31 Características del evaporador FRM 2590

### Cámaras negativas

#### Cámaras 9, 10, 11 y 12

En las cámaras se instalarán un evaporador industrial modelo FRL-1795 en cada una, fabricada de una batería de tubos de aluminio y de cobre con una separación de aletas de 9 mm. La potencia de frigorífica proporcionada por cada equipo será de 26,81 kW cada uno, con una temperatura de cámara de -20°C y  $\Delta T=7^{\circ}\text{C}$ .



<b>FRL-1795</b>	
Potencia:26,81 kW Superficie:88 m <sup>2</sup> Caudal de aire: 27.500 m <sup>3</sup> /h Potencia desescarche: 16.000 W Dimensiones: 2.325x825x980 mm Peso Neto: 224 kg Proyección: 32m Conexión entrada: 1 1/8"	 <p style="text-align: center;">IMAGEN ORIENTATIVA</p>

Tabla 32 Características del evaporador FRM 2590

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

## **SAS y pasillo**

En el SAS y pasillo, se instalarán un evaporador industrial de doble fujo modelo PIMN-72 en cada una, fabricada de una batería de tubos de aluminio y de cobre con una separación de aletas de 4,2 mm. La potencia de frigorífica proporcionada por cada equipo será de 14,10 kW cada uno, con una temperatura de cámara de 5°C y  $\Delta T=10^{\circ}\text{C}$ .

PIMN 72	
Potencia:14,10 kW Superficie:45,50 m <sup>2</sup> Caudal de aire: 5.800 m <sup>3</sup> /h Dimensiones: 1.700x1.000x400 mm Peso Neto: 88 kg Proyección: 6 m Conexión entrada: ½"	 <p data-bbox="938 1059 1214 1088">IMAGEN ORIENTATIVA</p>

**Tabla 33 Características del evaporador PIMN 72**

### **1.9. Instalaciones**

#### **1.9.1. Instalación hidráulica**

La instalación frigorífica tiene cierta parte hidráulica, ya que necesita conducciones para transportar el refrigerante (en este caso R-404A) a través de todos los elementos de la instalación. Este proyecto está dividido en varias estancias frigoríficas, donde varias estancias están alimentados a través de un único circuito frigorífico. El hecho de que requiere una gran energía y las diferencias de presión entre varios tipos de evaporadores ha conducido a dividir toda la instalación en 3 principales circuitos: el circuito de las cámaras de conservación, el circuito de cámaras negativas y el circuito de SAS y pasillo.

#### **Circuito de cámaras de conservación**

En primer lugar se han realizado los cálculos mediante el Software BPfrío mostrando el resultado a continuación:



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Denominación	Dia.Nominal (")	Long.Real (m)	Velocidad (m/s)	P.Total (°C)	Long. Equiv. (m)
Tipo Linea	Título Vapor	P.Total (kg/cm <sup>2</sup> )	P.Tuberia (kg/cm <sup>2</sup> )	P. Acces.(kg/cm <sup>2</sup> )	P.Cota (kg/cm <sup>2</sup> )
Modo Cálculo	Rug.Abs.(mm)	Dia.Interior (mm)	Viscosidad (Pas)	Nº Reynolds	Factor fricción
Refrigerante	Temperatura (°C)	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)
Material		Caudal (kg/h)	Potencia Frig.(kW)	Temp.Evap.(°C)	Temp.Cond.(°C)
Tubería 2.5-2.7 Líq. 7/8"ara 1		9.5	1.073	0.2831	32.02
Líquido	0	0.1382	0.04101	0.003794	0.09342
Simple	0.0015	20.44	9.836E-5	208100	0.01611
R-404a	45	20.94	933.7	4	5
Cobre (rollos blandos)		1183	29.15	-10	45
Tubería 2.5-2.6 Líq (1/2" ara 2		2.5	3.65	0.7268	4.046
Líquido	0	0.3534	0.2184	0.04162	0.09342
Simple	0.0015	11.08	9.836E-5	384000	0.01526
R-404a	45	20.94	933.7	4	5
Cobre (rollos blandos)		1183	29.15	-10	45
Tubería 2.3-2.4 Líq (1/2"ara 3		2.5	3.65	0.7268	4.046
Líquido	0	0.3534	0.2184	0.04162	0.09342
Simple	0.0015	11.08	9.836E-5	384000	0.01526
R-404a	45	20.94	933.7	4	5
Cobre (rollos blandos)		1183	29.15	-10	45
Tubería 2.1-2.2 Líq (1/2"ara 4		2.5	5.614	1.407	3.45
Líquido	0	0.6803	0.493	0.09395	0.09342
Simple	0.0015	11.08	9.836E-5	590500	0.01456
R-404a	45	20.94	933.7	4	5
Cobre (rollos blandos)		1819	44.83	-10	45
Tubería 2.1-2.3 Líq 1 5/8"		9	0.8963	0.03115	10.55
Líquido	0	0.01524	0.013	0.002238	0
Simple	0.0015	38.73	9.836E-5	329500	0.01463
R-404a	45	20.94	933.7	4	4
Cobre (barras rígidas)		3549	87.45	-10	45
Tubería 7 2.0-2.1 Líq 2 1/8"		48.1	0.7829	0.8532	509.9
Líquido	0	0.4144	0.03909	0.001657	0.3737
Simple	0.0015	50.97	9.836E-5	378800	0.01419
R-404a	45	20.94	933.7	0	4
Cobre (barras rígidas)		5370	132.3	-10	45
Tubería 2.3-2.5 Líq 1 3/8"		9	0.8341	0.03257	10.31
Líquido	0	0.01594	0.01391	0.002027	0
Simple	0.0015	32.78	9.836E-5	259600	0.01529
R-404a	45	20.94	933.7	4	4
Cobre (barras rígidas)		2366	58.3	-10	45

Tabla 34 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de cámaras positivas 1



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Denominación	Dia.Nominal (")	Long.Real (m)	Velocidad (m/s)	P.Total (°C)	Long. Equiv. (m)
Tipo Linea	Título Vapor	P.Total (kg/cm <sup>2</sup> )	P.Tuberia (kg/cm <sup>2</sup> )	P. Acces.(kg/cm <sup>2</sup> )	P.Cota (kg/cm <sup>2</sup> )
Modo Cálculo	Rug.Abs.(mm)	Dia.Interior (mm)	Viscosidad (Pas)	Nº Reynolds	Factor fricción
Refrigerante	Temperatura (°C)	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)
Material		Caudal (kg/h)	Potencia Frig.(kW)	Temp.Evap.(°C)	Temp.Cond.(°C)
Tuberia 1.3-1.4 Líq c1 1/8" a 5		13.5	0.9603	0.2678	51.33
Líquido	0	0.1307	0.03439	0.002934	0.09342
Simple	0.0015	26.79	9.836E-5	244200	0.01554
R-404a	45	20.94	933.7	4	5
Cobre (barras rígidas)		1819	44.83	-10	45
Tuberia 1.3-1.7 Líq c1/2" ara 6		6	5.614	2.872	6.95
Líquido	0	1.37	1.183	0.09395	0.09342
Simple	0.0015	11.08	9.836E-5	590500	0.01456
R-404a	45	20.94	933.7	4	5
Cobre (rollos blandos)		1819	44.83	-10	45
Tuberia 1.2-1.6 Líq 1/2" ara 7		6	5.614	2.872	6.95
Líquido	0	1.37	1.183	0.09395	0.09342
Simple	0.0015	11.08	9.836E-5	590500	0.01456
R-404a	45	20.94	933.7	4	5
Cobre (rollos blandos)		1819	44.83	-10	45
Tuberia 1-1.1-5 Líq 1/2" ara 8		6	5.614	2.872	6.95
Líquido	0	1.37	1.183	0.09395	0.09342
Simple	0.0015	11.08	9.836E-5	590500	0.01456
R-404a	45	20.94	933.7	4	5
Cobre (rollos blandos)		1819	44.83	-10	45
Tuberia 1.0-1.1 Líq.2 1/8"		18.5	1.061	0.8382	286.5
Líquido	0	0.4072	0.02629	0.007244	0.3737
Simple	0.0015	50.97	9.836E-5	513400	0.01351
R-404a	45	20.94	933.7	0	4
Cobre (barras rígidas)		7277	179.3	-10	45
Tuberia 1.1-1.2 Líq.2 1/8"		8	0.7958	0.01718	10.04
Líquido	0	0.008408	0.006701	0.001708	0
Simple	0.0015	50.97	9.836E-5	385100	0.01416
R-404a	45	20.94	933.7	4	4
Cobre (barras rígidas)		5458	134.49	-10	45
Tuberia 1.2-1.3 Líq. 2 1/8"		8	0.5306	0.008186	10.04
Líquido	0	0.004006	0.003192	0.0008136	0
Simple	0.0015	50.97	9.836E-5	256700	0.01517
R-404a	45	20.94	933.7	5	5
Cobre (barras rígidas)		3639	89.66	-10	45
Tuberia 4.0-4.1 Asp 3 5/8"		48.1	12.06	0.6829	51.54
Aspiración	1	0.1031	0.09619	0.006887	0
Simple	0.0015	86.1	1.084E-5	2035000	0.01093
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		5369	132.28	-10	45

Tabla 35 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de cámaras positivas 2





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Denominación	Dia.Nominal (")	Long.Real (m)	Velocidad (m/s)	P.Total (°C)	Long. Equiv. (m)
Tipo Linea	Título Vapor	P.Total (kg/cm <sup>2</sup> )	P.Tuberia (kg/cm <sup>2</sup> )	P. Accesos.(kg/cm <sup>2</sup> )	P.Cota (kg/cm <sup>2</sup> )
Modo Cálculo	Rug.Abs.(mm)	Dia.Interior (mm)	Viscosidad (Pas)	Nº Reynolds	Factor fricción
Refrigerante	Temperatura (°C)	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)
Material		Caudal (kg/h)	Potencia Frig.(kW)	Temp.Evap.(°C)	Temp.Cond.(°C)
Tuberia 4-1-4.3 Asp 2 5/8"		9	14.72	0.3168	11.53
Aspiración	1	0.04805	0.03749	0.01056	0
Simple	0.0015	63.37	1.084E-5	1828000	0.01125
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		3549	87.45	-10	45
Tuberia 4-3-4.5 Asp 2 5/8"		9	9.812	0.1478	11.53
Aspiración	1	0.02246	0.01752	0.004935	0
Simple	0.0015	63.37	1.084E-5	1219000	0.01183
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		2366	58.3	-10	45
Tuberia 4.1-4.2 Asp 2 1/8" ra 4		2.5	11.66	0.1598	6.985
Aspiración	1	0.02428	0.00869	0.01559	0
Simple	0.0015	50.97	1.084E-5	1165000	0.01203
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		1819	44.83	-10	45
Tuberia 4.3-4.4 Asp 1 5/8" ra 3		2.5	13.13	0.2337	5.908
Aspiración	1	0.03548	0.01501	0.02047	0
Simple	0.0015	38.73	1.084E-5	997000	0.01245
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		1183	29.15	-10	45
Tuberia 4.5-4.6 Asp 1 5/8" ra 2		2.5	13.13	0.2337	5.908
Aspiración	1	0.03548	0.01501	0.02047	0
Simple	0.0015	38.73	1.084E-5	997000	0.01245
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		1183	29.15	-10	45
Tuberia 4.7-4.5 Asp 1 5/8" ra 1		9.5	13.13	0.5125	12.91
Aspiración	1	0.07752	0.05705	0.02047	0
Simple	0.0015	38.73	1.084E-5	997000	0.01245
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		1183	29.15	-10	45
Tuberia 3.0-3.1 Asp 4 1/8"		18.5	12.62	0.3494	28.3
Aspiración	1	0.05297	0.03463	0.01834	0
Simple	0.0015	98	1.084E-5	2424000	0.01064
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		7278	179.32	-10	45
Tuberia 3.3-3.1 Asp 3 5/8"		8	12.26	0.1553	11.44
Aspiración	1	0.02361	0.0165	0.007105	0
Simple	0.0015	86.1	1.084E-5	2069000	0.01091
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		5458	134.49	-10	45

Tabla 36 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de cámaras positivas 3



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

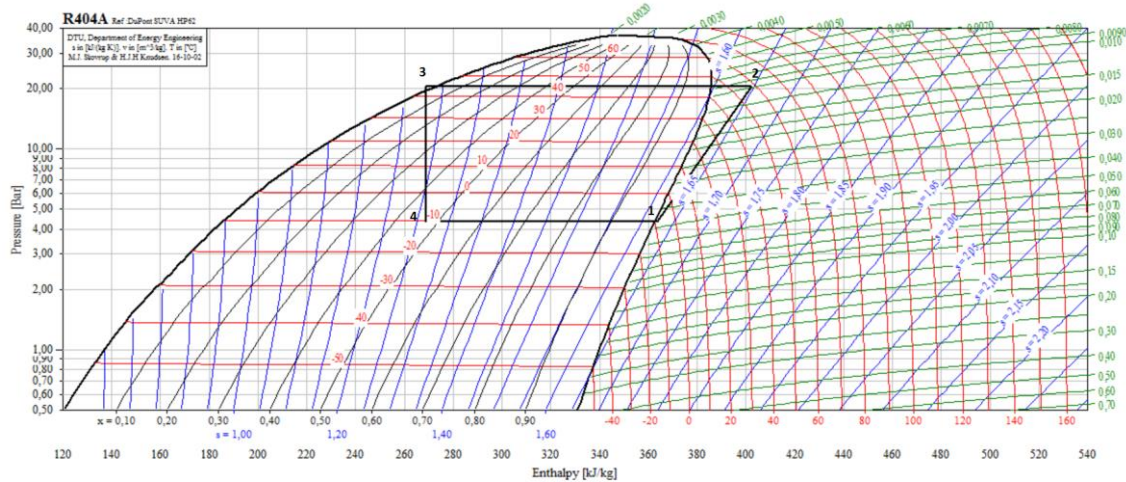
Denominación	Dia.Nominal (")	Long.Real (m)	Velocidad (m/s)	P.Total (°C)	Long. Equiv. (m)
Tipo Linea	Título Vapor	P.Total (kg/cm <sup>2</sup> )	P.Tuberia (kg/cm <sup>2</sup> )	P. Acces.(kg/cm <sup>2</sup> )	P.Cota (kg/cm <sup>2</sup> )
Modo Cálculo	Rug.Abs.(mm)	Dia.Interior (mm)	Viscosidad (Pas)	Nº Reynolds	Factor fricción
Refrigerante	Temperatura (°C)	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)
Material		Caudal (kg/h)	Potencia Frig.(kW)	Temp.Evap.(°C)	Temp.Cond.(°C)
Tuberia 3.3-3.5 Asp 2 5/8"		8	14.97	0.2988	10.53
Aspiración	1	0.04533	0.03442	0.01091	0
Simple	0.0015	63.37	1.084E-5	1860000	0.01123
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		3611	88.96	-10	45
Tuberia 3.5-3.7 Asp 2 1/8" ra 5		13.5	11.66	0.4127	17.99
Aspiración	1	0.06252	0.04693	0.01559	0
Simple	0.0015	50.97	1.084E-5	1165000	0.01203
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		1819	44.83	-10	45
Tuberia 3.5-3.6 Asp 2 1/8" ra 6		6	11.66	0.2401	10.49
Aspiración	1	0.03645	0.02086	0.01559	0
Simple	0.0015	50.97	1.084E-5	1165000	0.01203
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		1819	44.83	-10	45
Tuberia 3.3-3.4 Asp 2 1/8" ra 7		6	11.66	0.2401	10.49
Aspiración	1	0.03645	0.02086	0.01559	0
Simple	0.0015	50.97	1.084E-5	1165000	0.01203
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		1819	44.83	-10	45
Tuberia 3.1-3.2 Asp 2 1/8" ra 8		6	11.66	0.2401	10.49
Aspiración	1	0.03645	0.02086	0.01559	0
Simple	0.0015	50.97	1.084E-5	1165000	0.01203
R-404a	-10	4.46	21.24		
Cobre (barras rígidas)		1819	44.83	-10	45

**Tabla 37 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de cámaras positivas 4**

Se ha realizado el procedimiento similar citado en el cálculo del caudal trasegado de cada compresor.

Conociendo que la temperatura de evaporación es de -10°C y la de condensación es de 45°C se ha trazado 2 rectas isobaras como se puede ver en la Ilustración 17. El hecho de aproximar a rectas isobaras no es del todo exacto ya que el refrigerante sufre una pérdida de presión en la evaporación y condensador, pero al ser pequeña se va a suponer despreciable frente a la presión a la que se trabaja para estos cálculos. También se ha tenido en cuenta un subenfriamiento de 2°C y un sobrecalentamiento igual. El rendimiento isoentrópico del compresor se ha estimado como 0,8.

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS



**Ilustración 17 Aproximación del ciclo para la central de las cámaras de conservación**

A partir de la figura se extraen los siguientes datos:

	H (KJ/kg)	V(m3/kg)
Punto 1	364,77	0,046
Punto 2	402,6	0,00973
Punto 3	268,02	0,00115
Punto 4	269,72	0,00119

**Tabla 38 Valores aproximados de H (kJ/Kg) y v(m3/kg) del ciclo para cámaras de conservación**

Con el incremento de entalpías y la potencia de cada evaporador es posible conocer el caudal másico de cada evaporador:

- Evaporador de cámaras 1, 2 y 3:

$$Q \left( \frac{kg}{s} \right) = \frac{\text{Potencia Evap (kW)}}{h_1 \left( \frac{kJ}{kg} \right) - h_4 \left( \frac{kJ}{kg} \right)} = \frac{29,15 \text{ kW}}{364,77 \left( \frac{kJ}{kg} \right) - 269,72 \left( \frac{kJ}{kg} \right)} = 0,207 \text{ kg/s}$$

Conociendo que en condiciones de líquido (entrada en evaporador) se conoce el volumen específico del punto 4, se calcula el caudal volumétrico mediante la siguiente expresión:

$$Q_{líq} = Q \left( \frac{kg}{s} \right) * v_4 \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 0,000365 \frac{m^3}{s} = 0,365 \frac{l}{s}$$



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Conociendo que en condiciones de aspiración se conoce el volumen específico del punto 1, se calcula el caudal volumétrico de aspiración mediante la siguiente expresión:

$$Q_{asp} = Q \left( \frac{kg}{s} \right) * v_1 \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 0,01411 \frac{m^3}{s} = 14,1 \frac{l}{s}$$

- Evaporador de cámaras 4, 5, 6, 7, 8 y 9:

$$Q \left( \frac{kg}{s} \right) = \frac{Potencia\ Evap\ (kW)}{h_1 \left( \frac{kJ}{kg} \right) - h_4 \left( \frac{kJ}{kg} \right)} = \frac{44,83\ kW}{364,77 \left( \frac{kJ}{kg} \right) - 269,72 \left( \frac{kJ}{kg} \right)} = 0,471\ kg/s$$

Conociendo que en condiciones de líquido (entrada en evaporador) se conoce el volumen específico del punto 4, se calcula el caudal volumétrico mediante la siguiente expresión:

$$Q_{líq} = Q \left( \frac{kg}{s} \right) * v_4 \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 0,0005613 \frac{m^3}{s} = 0,5613 \frac{l}{s}$$

Conociendo que en condiciones de aspiración se conoce el volumen específico del punto 1, se calcula el caudal volumétrico de aspiración mediante la siguiente expresión:

$$Q \left( \frac{m^3}{s} \right) = Q \left( \frac{kg}{s} \right) * v_1 \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 0,0229 \frac{m^3}{s} = 22,90 \frac{m^3}{h}$$

La viscosidad cinemática es:

Viscosidad cinemática de líquido saturado (m <sup>2</sup> /s)	Viscosidad cinemática de gas saturado (m <sup>2</sup> /s)
$3,301 * 10^{-5} \frac{m^2}{s}$	$1,171 * 10^{-6} \frac{m^2}{s}$

Los caudales que tiene que conducir cada tubería viene determinado por la tabla siguiente:

Tramo	Nº Evap FRM-1780	Nº Evap FRM-2590	Qtotal (l/s)
1.0-1.1	0	4	2,245037349
1.1-1.5	0	1	0,561259337
1.2-1.3	0	2	1,122518674
1.1-1.2	0	3	1,683778012
1.2-1.6	0	1	0,561259337
1.3-1.7	0	1	0,561259337
1.3-1.4	0	1	0,561259337
3.0-3.1	0	4	82,3723229
3.1-3.2	0	1	20,59308072



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

3.1-3.3	0	3	61,77924217
3.3-3.4	0	1	20,59308072
3.3-3.5	0	2	41,18616145
3.5-3.6	0	1	20,59308072
3.5-3.7	0	1	20,59308072
2.0-2.1	3	1	1,656109416
2.1-2.2	0	1	0,561259337
2.1-2.3	3	0	1,094850079
2.3-2.4	1	0	0,364950026
2.3-2.5	2	0	0,729900053
2.5-2.6	1	0	0,364950026
2.5-2.7	1	0	0,364950026
4.0-4.1	3	1	62,91501655
4.1-4.2	0	1	20,59308072
4.1-4.3	3	0	42,32193582
4.3-4.4	1	0	14,10731194
4.3-4.5	2	0	28,21462388
4.5-4.6	1	0	14,10731194
4.5-4.7	1	0	14,10731194

**Tabla 39 cálculo de caudales por cada tramo de tubería en el circuito de las cámaras de conservación**

Una vez conocido el caudal de cada sección se procede a realizar el siguiente cálculo con una velocidad de predimensionado. En líquido será aproximadamente de 1m/s, mientras que en aspiración será de 10 a 20 m/s.

$$D_{teórico}(mm) = \sqrt{\frac{4 * Q(\frac{l}{s})/1000}{\pi * v(\frac{m}{s})}} * 1000$$

Posteriormente se selecciona una tubería que mínimo tenga el diámetro teórico y se calcula la velocidad del fluido en la conducción con la siguiente expresión:

$$v(\frac{m}{s}) = \frac{4 * Q(\frac{l}{s})/1000}{\pi * (D_{normalizado}/1000)^2}$$

A continuación se calcula el número de Reynolds:

$$Re = \frac{D_{norm} * v(\frac{m}{s})}{visc\ cinemática(\frac{m^2}{s})}$$

Se calcula el factor de fricción mediante la siguiente ecuación:



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

$$f = \frac{0,25}{\left( \frac{\varepsilon}{(\log_{10} 3,7 * D_{norm} (mm)/1000)} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right)^2}$$

La longitud se convierte en una longitud equivalente aumentando la longitud un 20% y por último se calculan las pérdidas de fricción de la siguiente forma:

$$hf = \frac{8 * f * Leq * \left( \frac{Q \left( \frac{l}{s} \right)}{1000} \right)^2}{g * (D_{norm}/1000)^5 * \pi^2}$$

Obteniendo los siguientes resultados:

Tramo	Caudal (l/s)	V predimensionado (m/s)	D teo (mm)	Dint (mm)	V(m/s)	Re	f	L (m)	Leq (m)	hf (kg/cm2)	
1.0-1.1	2,25	1,00	53,46	60	0,79	1,44E+03	5,76E-02	18,5	22,2	0,058	2 5/8"
1.1-1.5	0,56	1,00	26,73	32	0,70	6,77E+02	0,078199	62	7,5	0,046	1 1/8"
1.2-1.3	1,12	1,00	37,81	41	0,85	1,06E+03	0,064944	35	8	0,047	1 5/8"
1.1-1.2	1,68	1,00	46,30	51	0,82	1,27E+03	0,060357	05	8	0,033	2 1/8"
1.2-1.6	0,56	1,00	26,73	32	0,70	6,77E+02	0,078199	62	6	0,037	1 1/8"
1.3-1.7	0,56	1,00	26,73	32	0,70	6,77E+02	0,078199	62	6	0,037	1 1/8"
1.3-1.4	0,56	1,00	26,73	32	0,70	6,77E+02	0,078199	13,62	5	0,002	1 1/8"
3.0-3.1	82,37	8,00	114,50	90	12,95	9,95E+05	0,012015	18,74	5	2,130	5 1/8"
3.1-3.2	20,59	8,00	57,25	60	7,28	373184,24	0,014132	03	51	0,482	2 5/8"
3.1-3.3	61,78	8,00	99,16	90	9,71	746368,48	0,012537	07	26	0,540	4 1/8"
3.3-3.4	20,59	8,00	57,25	60	7,28	373184,24	0,014132	03	51	0,386	2 5/8"
3.3-3.5	41,19	8,00	80,96	90	6,47	497578,98	0,013366	71	8	0,256	4 1/8"
3.5-3.6	20,59	8,00	57,25	60	7,28	373184,24	0,014132	03	51	0,386	2 5/8"
3.5-3.7	20,59	8,00	57,25	60	7,28	373184,24	0,014132	03	13,5	0,867	2 5/8"
2.0-2.1	1,66	1,00	45,92	51	0,81	1,25E+03	0,060742	68	48,1	0,194	2 1/8"
2.1-2.2	0,56	1,00	26,73	32	0,70	6,77E+02	0,078199	62	2,5	0,015	1 1/8"
2.1-2.3	1,09	1,00	37,34	41	0,83	1,03E+03	0,065594	42	9	0,051	1 5/8"
2.3-2.4	0,36	1,00	21,56	26	0,69	5,41E+02	0,086411	63	2,5	0,020	7/8"
2.3-2.5	0,73	1,00	30,49	32	0,91	8,80E+02	0,069942	4	9	0,083	1 3/8"
2.5-2.6	0,36	1,00	21,56	26	0,69	5,41E+02	0,086411	63	2,5	0,020	7/8"
2.5-2.7	0,36	1,00	21,56	26	0,69	5,41E+02	0,086411	63	9,5	0,077	7/8"



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

4.0- 4.1	62,92	8,00	100,07	90	9,89	760090,01 83	0,012502 65	48, 1	57,72	3,361	4 1/8"
4.1- 4.2	20,59	8,00	57,25	60	7,28	373184,24 03	0,014132 51	2,5	3	0,161	2 5/8"
4.1- 4.3	42,32	8,00	82,07	90	6,65	511300,52 47	0,013306 8	9	10,8	0,303	4 1/8"
4.3- 4.4	14,11	8,00	47,38	51	6,91	300765,01 45	0,014706 22	2,5	3	0,177	2 1/8"
4.3- 4.5	28,21	8,00	67,01	73	6,74	420247,00 66	0,013799 37	9	10,8	0,398	2 5/8"
4.5- 4.6	14,11	8,00	47,38	51	6,91	300765,01 45	0,014706 22	2,5	3	0,177	2 1/8"
4.5- 4.7	14,11	8,00	47,38	51	6,91	300765,01 45	0,014706 22	9,5	11,4	0,672	2 1/8"

**Tabla 40 Resultados dimensionado de tuberías de central de cámaras positivas obtenidos con la hoja de cálculo**

La instalación frigorífica se ha dimensionado basándose en los resultados mostrados por el software BPfrío, ya que está diseñado específicamente para instalaciones frigoríficas y se tiene en cuenta las pérdidas en los evaporadores y no realiza algunas simplificaciones citadas anteriormente.

Posteriormente debido a proporcionar facilidad de instalación, se han unificado las dimensiones de las tuberías que alimentaban varios evaporadores en el diámetro mayor para evitar utilizar demasiadas reducciones de diámetro y se puede instalar la tubería principal de alimentación y posteriormente instalar cada tubería que alimentan a cada evaporador. Este criterio es válido pero ha de tenerse en cuenta que la línea de aspiración se necesitará dar una pendiente para permitir la circulación del aceite al compresor.

### Circuito de cámaras de congelación

En primer lugar se han realizado los cálculos mediante el Software BPfrío mostrando el resultado a continuación:



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Denominación	Dia.Nominal (")	Long.Real (m)	Velocidad (m/s)	P.Total (°C)	Long. Equiv. (m)
Tipo Linea	Título Vapor	P.Total (kg/cm <sup>2</sup> )	P.Tuberia (kg/cm <sup>2</sup> )	P. Acces.(kg/cm <sup>2</sup> )	P.Cota (kg/cm <sup>2</sup> )
Modo Cálculo	Rug.Abs.(mm)	Dia.Interior (mm)	Viscosidad (Pas)	Nº Reynolds	Factor fricción
Refrigerante	Temperatura (°C)	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)
Material		Caudal (kg/h)	Potencia Frig.(kW)	Temp.Evap.(°C)	Temp.Cond.(°C)
Tuberia 7.0-7.1 LÍq 2 1/8"		47	0.719	0.8453	590.5
Líquido	0	0.4106	0.03268	0.004253	0.3737
Simple	0.0015	50.97	9.836E-5	347900	0.0144
R-404a	45	20.94	933.7	0	4
Cobre (barras rígidas)		4931	107.24	-27	45
Tuberia 7.1-7.3 LÍq 1 5/8"		8	0.9339	0.04028	12.65
Líquido	0	0.01971	0.01246	0.007241	0
Simple	0.0015	38.73	9.836E-5	343400	0.01453
R-404a	45	20.94	933.7	4	4
Cobre (barras rígidas)		3699	80.43	-27	45
Tuberia 7.3-7.5 LÍq 1 3/8"		8	0.8692	0.04065	11.93
Líquido	0	0.01989	0.01333	0.006556	0
Simple	0.0015	32.78	9.836E-5	270500	0.01519
R-404a	45	20.94	933.7	4	4
Cobre (barras rígidas)		2466	53.62	-27	45
Tuberia 7.5-7.6 LÍq 1 1/8"rador 10		2.5	0.6507	0.202	78.84
Líquido	0	0.09866	0.003129	0.002112	0.09342
Simple	0.0015	26.79	9.836E-5	165500	0.01663
R-404a	45	20.94	933.7	4	5
Cobre (barras rígidas)		1233	26.81	-27	45
Tuberia 7.3-7.4 LÍq 1 1/8"rador 11		2.5	0.6507	0.202	78.84
Líquido	0	0.09866	0.003129	0.002112	0.09342
Simple	0.0015	26.79	9.836E-5	165500	0.01663
R-404a	45	20.94	933.7	4	5
Cobre (barras rígidas)		1233	26.81	-27	45
Tuberia 7.5-7.7 LÍq 1 1/8"rador 9		10.5	0.6507	0.2225	86.84
Líquido	0	0.1087	0.01314	0.002112	0.09342
Simple	0.0015	26.79	9.836E-5	165500	0.01663
R-404a	45	20.94	933.7	4	5
Cobre (barras rígidas)		1233	26.81	-27	45
Tuberia 7.1-7.2 LÍq 1 1/8"rador 12		2.5	0.6507	0.202	78.84
Líquido	0	0.09866	0.003129	0.002112	0.09342
Simple	0.0015	26.79	9.836E-5	165500	0.01663
R-404a	45	20.94	933.7	4	5
Cobre (barras rígidas)		1233	26.81	-27	45

Tabla 41 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de cámaras negativas 1





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Denominación	Dia.Nominal (")	Long.Real (m)	Velocidad (m/s)	P.Total (°C)	Long. Equiv. (m)
Tipo Linea	Título Vapor	P.Total (kg/cm <sup>2</sup> )	P.Tuberia (kg/cm <sup>2</sup> )	P. Acces.(kg/cm <sup>2</sup> )	P.Cota (kg/cm <sup>2</sup> )
Modo Cálculo	Rug.Abs.(mm)	Dia.Interior (mm)	Viscosidad (Pas)	Nº Reynolds	Factor fricción
Refrigerante	Temperatura (°C)	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)
Material		Caudal (kg/h)	Potencia Frig.(kW)	Temp.Evap.(°C)	Temp.Cond.(°C)
Tubería 8.0-8.1 Asp 5 1/8"		47	10.12	0.3696	61.64
Aspiración	1	0.03464	0.02641	0.008227	0
Simple	0.0015	122	1.018E-5	1404000	0.01133
R-404a	-27	2.39	11.58		
Cobre (barras rígidas)		4931	107.24	-27	45
Tubería 8.1-8.3 Asp 4 1/8"		8	11.76	0.2021	19.76
Aspiración	1	0.01898	0.007686	0.0113	0
Simple	0.0015	98	1.018E-5	1311000	0.01152
R-404a	-27	2.39	11.58		
Cobre (barras rígidas)		3699	80.43	-27	45
Tubería 8.3-8.5 Asp 3 1/8"		8	13.13	0.2905	17.09
Aspiración	1	0.02726	0.01276	0.0145	0
Simple	0.0015	75.74	1.018E-5	1131000	0.01187
R-404a	-27	2.39	11.58		
Cobre (barras rígidas)		2466	53.62	-27	45
Tubería 8.1-8.2 Asp 2 1/8"rador 12		2.5	14.5	0.2608	8.005
Aspiración	1	0.02448	0.007646	0.01684	0
Simple	0.0015	50.97	1.018E-5	840000	0.01256
R-404a	-27	2.39	11.58		
Cobre (barras rígidas)		1233	26.81	-27	45
Tubería 8.3-8.4 Asp 2 1/8"rador 11		2.5	14.5	0.2608	8.005
Aspiración	1	0.02448	0.007646	0.01684	0
Simple	0.0015	50.97	1.018E-5	840000	0.01256
R-404a	-27	2.39	11.58		
Cobre (barras rígidas)		1233	26.81	-27	45
Tubería 8.5-8.6 Asp 2 1/8"rador 10		2.5	14.5	0.2608	8.005
Aspiración	1	0.02448	0.007646	0.01684	0
Simple	0.0015	50.97	1.018E-5	840000	0.01256
R-404a	-27	2.39	11.58		
Cobre (barras rígidas)		1233	26.81	-27	45
Tubería 8.5-8.7 Asp 2 1/8"rador 9		10.5	14.5	0.5236	16
Aspiración	1	0.04895	0.03211	0.01684	0
Simple	0.0015	50.97	1.018E-5	840000	0.01256
R-404a	-27	2.39	11.58		
Cobre (barras rígidas)		1233	26.81	-27	45

**Tabla 42 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de cámaras negativas 2**

Se ha realizado el procedimiento similar citado en el cálculo del caudal trasegado de cada compresor.

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Conociendo que la temperatura de evaporación es de  $-27^{\circ}\text{C}$  y la de condensación es de  $45^{\circ}\text{C}$  se ha trazado 2 rectas isobaras como se puede ver en la Ilustración 18. Como en la central de cámaras de conservación, aproximar a rectas isobaras no es del todo exacto ya que el refrigerante sufre una pérdida de presión en la evaporación y condensador, pero al ser pequeña se va a suponer despreciable frente a la presión a la que se trabaja para estos cálculos. También se ha tenido en cuenta un subenfriamiento de  $2^{\circ}\text{C}$  y un sobrecalentamiento igual. El rendimiento isentrópico del compresor se ha estimado como 0,8.

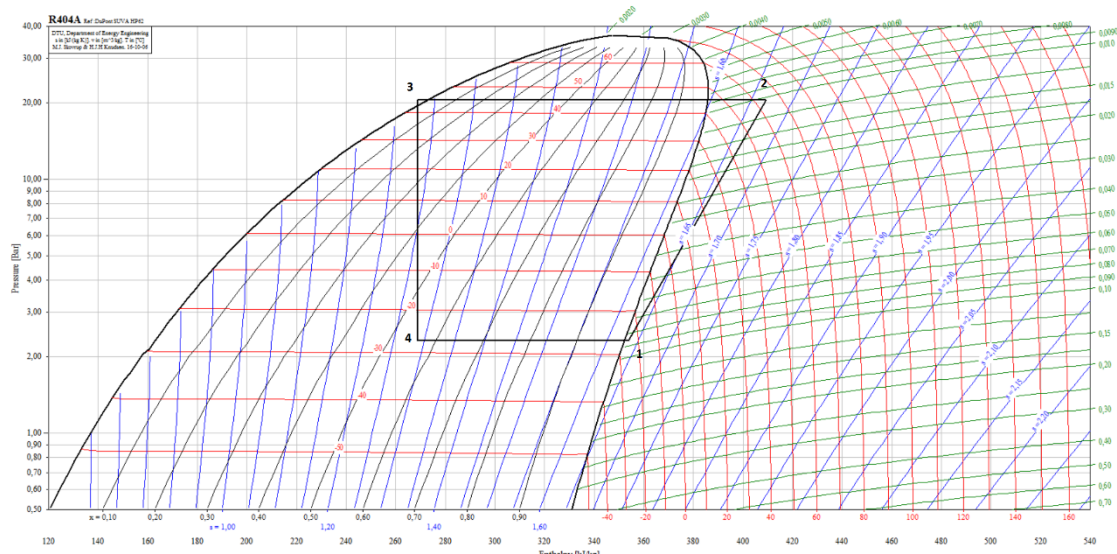


Ilustración 18 Aproximación del ciclo para las cámaras negativas

A partir de la figura se extraen los siguientes datos:

	H (KJ/kg)	V(m3/kg)
Punto 1	356,55	0,09049
Punto 2	408,50	0,01024
Punto 3	268,8	0,00115
Punto 4	269,72	0,00119

Ilustración 19 Valores aproximados de H (kJ/Kg) y v(m3/kg) del ciclo para cámaras de congelación

Con el incremento de entalpías y la potencia de cada evaporador es posible conocer el caudal másico de cada evaporador:



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

$$Q \left( \frac{kg}{s} \right) = \frac{\text{Potencia Evap (kW)}}{h1 \left( \frac{kJ}{kg} \right) - h4 \left( \frac{kJ}{kg} \right)} = \frac{26,81 \text{ kW}}{356,55 \left( \frac{kJ}{kg} \right) - 269,72 \left( \frac{kJ}{kg} \right)} = 0,308 \text{ kg/s}$$

Conociendo que en condiciones de líquido (entrada en evaporador) se conoce el volumen específico del punto 4, se calcula el caudal volumétrico mediante la siguiente expresión:

$$Q_{líq} = Q \left( \frac{kg}{s} \right) * v_4 \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 0,000367 \frac{m^3}{s} = 0,367 \frac{l}{s}$$

Conociendo que en condiciones de aspiración se conoce el volumen específico del punto 1, se calcula el caudal volumétrico de aspiración mediante la siguiente expresión:

$$Q_{asp} = Q \left( \frac{kg}{s} \right) * v_1 \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 0,0279 \frac{m^3}{s} = 27,94 \frac{l}{s}$$

La viscosidad cinemática es:

Viscosidad cinemática de líquido saturado (m <sup>2</sup> /s)	Viscosidad cinemática de gas saturado (m <sup>2</sup> /s)
$3,351 * 10^{-5} \frac{m^2}{s}$	$1,189 * 10^{-6} \frac{m^2}{s}$

Los caudales que tiene que conducir cada tubería viene determinado por la tabla siguiente:

Tramo	Nº Evap FRL-1795	Qtotal (l/s)
7.0-7.1	4	1,469717839
7.1-7.2	1	0,36742946
7.1-7.3	3	1,10228838
7.3-7.4	1	0,36742946
7.3-7.5	2	0,73485892
7.5-7.6	1	0,36742946
7.5-7.7	1	0,36742946
8.0-8.1	4	111,7603086
8.1-8.2	1	27,94007716
8.1-8.3	3	83,82023149
8.3-8.4	1	27,94007716
8.3-8.5	2	55,88015432
8.5-8.6	1	27,94007716
8.5-8.7	1	27,94007716

Tabla 43 Caudal obtenido en cada tramo para la central de cámaras negativas



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

Una vez conocido el caudal de cada sección se procede a realizar el siguiente cálculo con una velocidad de predimensionado. En líquido será próxima a 1m/s, mientras que en aspiración será de 10 a 20 m/s.

$$D_{teórico}(mm) = \sqrt{\frac{4 * Q(\frac{l}{s})/1000}{\pi * v(\frac{m}{s})}} * 1000$$

Posteriormente se selecciona una tubería que mínimo tenga el diámetro teórico y se calcula la velocidad del fluido en la conducción con la siguiente expresión:

$$v(\frac{m}{s}) = \frac{4 * Q(\frac{l}{s})/1000}{\pi * (D_{normalizado}/1000)^2}$$

A continuación se calcula el número de Reynolds:

$$Re = \frac{D_{norm} * v(\frac{m}{s})}{visc \text{ cinemática } (\frac{m^2}{s})}$$

Se calcula el factor de fricción mediante la siguiente ecuación:

$$f = \frac{0,25}{(\log_{10} \frac{\varepsilon}{3,7 * D_{norm}(mm)/1000} + \frac{5,74}{Re^{0,9}})^2}$$

La longitud se convierte en una longitud equivalente aumentando la longitud un 20% y por último se calculan las pérdidas de fricción de la siguiente forma:

$$hf = \frac{8 * f * Leq * (\frac{Q(\frac{l}{s})}{1000})^2}{g * (D_{norm}/1000)^5 * \pi^2}$$



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Obteniendo los siguientes resultados:

Tramo	Caudal (l/s)	V predimensionado (m/s)	D teo (mm)	Dint (mm)	V(m/s)	Re	f	L (m)	Leq (m)	hf (kg/cm2)	
7.0-7.1	1,47	1	43,26	51	0,72	3,09E+04	0,0233088 2	1,5	1,8	0,002	2 1/8"
7.1-7.2	0,37	0,7	25,85	26	0,69	1,51E+04	0,0278472	2,221 2	2,66544	0,006	1 1/8"
7.1-7.3	1,10	1	37,46	41	0,83	2,88E+04	0,0237159 4	1,5	1,8	0,003	1 5/8"
7.3-7.4	0,37	0,7	25,85	26	0,69	1,51E+04	0,0278472	0,494 8	0,59376	0,001	1 1/8"
7.3-7.5	0,73	1	30,59	32	0,91	2,46E+04	0,0246554 1	1,5	1,8	0,005	1 3/8"
7.5-7.6	0,37	0,7	25,85	26	0,69	1,51E+04	0,0278472	0,713 6	0,85632	0,002	1 1/8"
7.5-7.7	0,37	0,7	25,85	26	0,69	1,51E+04	0,0278472	1,5	1,8	0,004	1 1/8"
8.0-8.1	111,76	10	119,29	90	17,57	1329760,2 51	0,0115425 4	9,035 4	10,8424 8	0,024	5 1/8"
8.1-8.2	27,94	14	50,41	51	13,68	586658,93 44	0,0132241 4	1,5	1,8	0,005	2 1/8"
8.1-8.3	83,82	12	94,31	90	13,18	997320,18 86	0,012012	0,742 1	0,89052	0,001	4 1/8"
8.3-8.4	27,94	14	50,41	51	13,68	586658,93 44	0,0132241 4	1,5	1,8	0,005	2 1/8"
8.3-8.5	55,88	12	77,00	90	8,78	664880,12 57	0,0127620 7	0,675 6	0,81072	0,000	3 1/8"
8.5-8.6	27,94	14	50,41	51	13,68	586658,93 44	0,0132241 4	1,5	1,8	0,005	2 1/8"
8.5-8.7	27,94	14	50,41	51	13,68	586658,93 44	0,0132241 4	1,813 5	2,1762	0,006	2 1/8"

**Tabla 44 Resultados dimensionado de tuberías central de cámaras negativas obtenidos con la hoja de cálculo**

La instalación frigorífica se ha dimensionado basándose en los resultados mostrados por el software BPfrio, ya que está diseñado específicamente para instalaciones frigoríficas.

Posteriormente debido a la facilidad de instalación, se han unificado las dimensiones de las tuberías que alimentaban varios evaporadores en el diámetro mayor para evitar utilizar demasiadas reducciones de diámetro y se puede instalar la tubería principal de alimentación y posteriormente instalar cada tubería que alimentan a cada evaporador. Este criterio es válido pero ha de tenerse en cuenta que la línea de aspiración se necesitará dar una pendiente para permitir la circulación del aceite al compresor.

### Circuito de Pasillo y SAS

En el software de BPfrio se muestran los siguientes resultados:



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Denominación	Dia.Nominal (")	Long.Real (m)	Velocidad (m/s)	P.Total (°C)	Long. Equiv. (m)
Tipo Línea	Título Vapor	P.Total (kg/cm <sup>2</sup> )	P.Tubería (kg/cm <sup>2</sup> )	P. Acces.(kg/cm <sup>2</sup> )	P.Cota (kg/cm <sup>2</sup> )
Modo Cálculo	Rug.Abs.(mm)	Dia.Interior (mm)	Viscosidad (Pas)	Nº Reynolds	Factor fricción
Refrigerante	Temperatura (°C)	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)
Material		Caudal (kg/h)	Potencia Frig.(kW)	Temp.Evap.(°C)	Temp.Cond.(°C)
Tubería 5.0-5.1 Liq 1 3/8"		30	1.172	-0.5435	-92.63
Líquido	0	-0.2673	0.08656	0.01986	-0.3737
Simple	0.0015	32.78	9.836E-5	364700	0.01446
R-404a	45	20.94	933.7	4	0
Cobre (barras rígidas)		3324	84.6	-5	45
Tubería 5.1-5.3 Liq 1 3/8"		10	0.9766	0.05878	13.93
Líquido	0	0.02875	0.02064	0.008117	0
Simple	0.0015	32.78	9.836E-5	303900	0.0149
R-404a	45	20.94	933.7	4	4
Cobre (barras rígidas)		2770	70.5	-5	45
Tubería 5.3-5.5 Liq 1 1/8"		10	1.17	0.09888	13.21
Líquido	0	0.04835	0.03659	0.01176	0
Simple	0.0015	26.79	9.836E-5	297500	0.01505
R-404a	45	20.94	933.7	4	4
Cobre (barras rígidas)		2216	56.4	-5	45
Tubería 5.5-5.7 Liq 1"		10	1.129	0.1046	12.83
Líquido	0	0.05112	0.03983	0.01129	0
Simple	0.0015	23.62	9.836E-5	253000	0.01552
R-404a	45	20.94	933.7	4	4
Cobre (barras rígidas)		1662	42.3	-5	45
Tubería 5.7-5.9 Liq 7/8"		11	0.9891	0.1016	13.47
Líquido	0	0.04966	0.04055	0.009113	0
Simple	0.0015	20.6	9.836E-5	193400	0.0163
R-404a	45	20.94	933.7	4	4
Cobre (barras rígidas)		1108	28.2	-5	45
Tubería 5.1-5.2 Evap 1/2" Liq		2	1.71	0.01218	0.2803
Líquido	0	0.005962	0.04254	0.01013	-0.04671
Simple	0.0015	11.08	9.836E-5	179800	0.01694
R-404a	45	20.94	933.7	4	3.5
Cobre (rollos blandos)		554.1	14.1	-5	45
Tubería 5.3-5.4 Evap 1/2" Liq		2	1.71	0.01218	0.2803
Líquido	0	0.005962	0.04254	0.01013	-0.04671
Simple	0.0015	11.08	9.836E-5	179800	0.01694
R-404a	45	20.94	933.7	4	3.5
Cobre (rollos blandos)		554.1	14.1	-5	45

Tabla 45 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de SAS y pasillo 1



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Denominación	Dia.Nominal (")	Long.Real (m)	Velocidad (m/s)	P.Total (°C)	Long. Equiv. (m)
Tipo Línea	Título Vapor	P.Total (kg/cm <sup>2</sup> )	P.Tubería (kg/cm <sup>2</sup> )	P. Acces.(kg/cm <sup>2</sup> )	P.Cota (kg/cm <sup>2</sup> )
Modo Cálculo	Rug.Abs.(mm)	Dia.Interior (mm)	Viscosidad (Pas)	Nº Reynolds	Factor fricción
Refrigerante	Temperatura (°C)	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)
Material		Caudal (kg/h)	Potencia Frig.(kW)	Temp.Evap.(°C)	Temp.Cond.(°C)
Tubería 5.5-5.6 Evap:1/2" Liq		8	1.71	0.2736	6.28
Líquido	0	0.1336	0.1702	0.01013	-0.04671
Simple	0.0015	11.08	9.836E-5	179800	0.01694
R-404a	45	20.94	933.7	4	3.5
Cobre (rollos blandos)		554.1	14.1	-5	45
Tubería 5.7-5.8 Evap:1/2" Liq		2	1.71	0.01218	0.2803
Líquido	0	0.005962	0.04254	0.01013	-0.04671
Simple	0.0015	11.08	9.836E-5	179800	0.01694
R-404a	45	20.94	933.7	4	3.5
Cobre (rollos blandos)		554.1	14.1	-5	45
Tubería 5.9-5.10 Evap:1/2" Liq		2	1.71	0.01218	0.2803
Líquido	0	0.005962	0.04254	0.01013	-0.04671
Simple	0.0015	11.08	9.836E-5	179800	0.01694
R-404a	45	20.94	933.7	4	3.5
Cobre (rollos blandos)		554.1	14.1	-5	45
Tubería 5.9-5.11 Evap:1/2" Liq		13	1.71	0.4924	11.28
Líquido	0	0.2399	0.2765	0.01013	-0.04671
Simple	0.0015	11.08	9.836E-5	179800	0.01694
R-404a	45	20.94	933.7	4	3.5
Cobre (rollos blandos)		554.1	14.1	-5	45
Tubería 6.0-6.1 Asp 2 5/8"		30	11.68	0.7906	43.31
Aspiración	1	0.1354	0.09382	0.04162	0
Simple	0.0015	63.37	1.103E-5	1682000	0.01136
R-404a	-5	5.27	25.07		
Cobre (barras rígidas)		3324	84.6	-5	45
Tubería 6.1-6.3 Asp 2 5/8"		10	9.734	0.2266	17.6
Aspiración	1	0.0391	0.02221	0.01689	0
Simple	0.0015	63.37	1.103E-5	1402000	0.01162
R-404a	-5	5.27	25.07		
Cobre (barras rígidas)		2770	70.5	-5	45
Tubería 6.3-6.5 Asp 2 1/8"		10	12.04	0.4002	16.12
Aspiración	1	0.06889	0.04274	0.02614	0
Simple	0.0015	50.97	1.103E-5	1394000	0.01176
R-404a	-5	5.27	25.07		
Cobre (barras rígidas)		2216	56.4	-5	45
Tubería 6.5-6.7 Asp 2 1/8"		10	9.07	0.235	16.12
Aspiración	1	0.04053	0.02515	0.01538	0
Simple	0.0015	50.97	1.103E-5	1051000	0.01219
R-404a	-5	5.27	25.07		
Cobre (barras rígidas)		1670	42.5	-5	45

Tabla 46 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de SAS y pasillo 2



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Denominación	Dia.Nominal (")	Long.Real (m)	Velocidad (m/s)	P.Total (°C)	Long. Equiv. (m)
Tipo Línea	Título Vapor	P.Total (kg/cm <sup>2</sup> )	P.Tubería (kg/cm <sup>2</sup> )	P. Acces.(kg/cm <sup>2</sup> )	P.Cota (kg/cm <sup>2</sup> )
Modo Cálculo	Rug.Abs.(mm)	Dia.Interior (mm)	Viscosidad (Pas)	Nº Reynolds	Factor fricción
Refrigerante	Temperatura (°C)	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Cota Inicial (m)	Cota Final (m)
Material		Caudal (kg/h)	Potencia Frig.(kW)	Temp.Evap.(°C)	Temp.Cond.(°C)
Tubería 6.7-6.9 Asp 1 3/8"		11	14.55	0.8977	14.93
Aspiración	1	0.1536	0.1131	0.04045	0
Simple	0.0015	32.78	1.103E-5	1084000	0.01246
R-404a	-5	5.27	25.07		
Cobre (barras rígidas)		1108	28.2	-5	45
Tubería 6.1-6.2 Eva1"1 Asp		2	14.01	0.3344	4.079
Aspiración	1	0.05762	0.02826	0.02937	0
Simple	0.0015	23.62	1.103E-5	752300	0.0133
R-404a	-5	5.27	25.07		
Cobre (barras rígidas)		554.1	14.1	-5	45
Tubería 6.3-6.4 Eva1"2 Asp		2	14.01	0.3344	4.079
Aspiración	1	0.05762	0.02826	0.02937	0
Simple	0.0015	23.62	1.103E-5	752300	0.0133
R-404a	-5	5.27	25.07		
Cobre (barras rígidas)		554.1	14.1	-5	45
Tubería 6.5-6.6 Eva1"3 Asp		8	14.01	0.8316	10.08
Aspiración	1	0.1424	0.113	0.02937	0
Simple	0.0015	23.62	1.103E-5	752300	0.0133
R-404a	-5	5.27	25.07		
Cobre (barras rígidas)		554.1	14.1	-5	45
Tubería 6.7-6.8 Eva1"4 Asp		2	14.01	0.3344	4.079
Aspiración	1	0.05762	0.02826	0.02937	0
Simple	0.0015	23.62	1.103E-5	752300	0.0133
R-404a	-5	5.27	25.07		
Cobre (barras rígidas)		554.1	14.1	-5	45
Tubería 6.9-6.10 Ev1" 5 Asp		2	14.01	0.3344	4.079
Aspiración	1	0.05762	0.02826	0.02937	0
Simple	0.0015	23.62	1.103E-5	752300	0.0133
R-404a	-5	5.27	25.07		
Cobre (barras rígidas)		554.1	14.1	-5	45
Tubería 6.9-6.11 Ev1" 6 Asp		13	14.01	1.251	15.08
Aspiración	1	0.213	0.1837	0.02937	0
Simple	0.0015	23.62	1.103E-5	752300	0.0133
R-404a	-5	5.27	25.07		
Cobre (barras rígidas)		554.1	14.1	-5	45

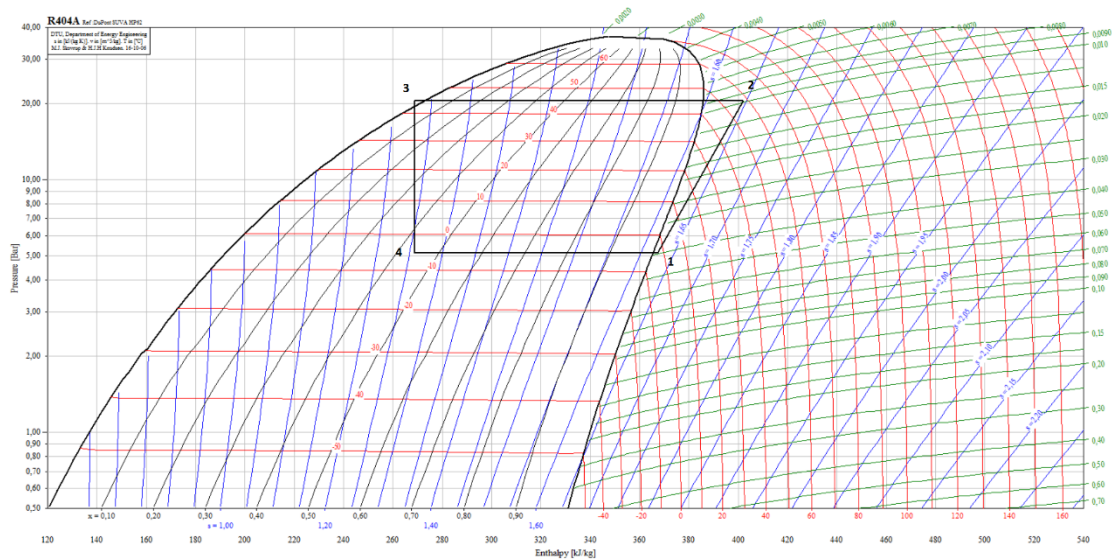
**Tabla 47 Resultados BPfrio de dimensionado de tuberías para central de SAS y pasillo 3**

Se ha realizado el procedimiento similar citado en el cálculo del caudal trasegado de cada compresor.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Conociendo que la temperatura de evaporación es de  $-5^{\circ}\text{C}$  y la de condensación es de  $45^{\circ}\text{C}$  se ha trazado 2 rectas isobaras como se puede ver en la Ilustración 20. También se ha tenido en cuenta un subenfriamiento de  $2^{\circ}\text{C}$  y un sobrecalentamiento igual. El rendimiento isoentrópico del compresor se ha estimado como 0,8 y se ha hecho la aproximación anterior de la caída de presión nula en evaporador y condensador.



**Ilustración 20** Ciclo aproximado de SAS y pasillo

A partir de la figura se extraen los siguientes datos:

	H (KJ/kg)	V(m3/kg)
Punto 1	366,73	0,04002
Punto 2	401,78	0,00978
Punto 3	269,44	0,00117
Punto 4	269,72	0,00119

**Tabla 48** Valores aproximados de H (kJ/Kg) y v(m3/kg) del ciclo para cámaras de SAS y pasillo

Con el incremento de entalpías y la potencia de cada evaporador es posible conocer el caudal másico de cada evaporador:

$$Q \left( \frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) = \frac{\text{Potencia Evap (kW)}}{h1 \left( \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) - h4 \left( \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)} = \frac{14,1 \text{ kW}}{366,73 \left( \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) - 269,72 \left( \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)} = 0,1453 \text{ kg/s}$$

Conociendo que en condiciones de líquido (entrada en evaporador) se conoce el volumen específico del punto 4, se calcula el caudal volumétrico mediante la siguiente expresión:



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

$$Q_{líq} = Q \left( \frac{kg}{s} \right) * v_4 \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 0,000173 \frac{m^3}{s} = 0,172 \frac{l}{s}$$

Conociendo que en condiciones de aspiración se conoce el volumen específico del punto 1, se calcula el caudal volumétrico de aspiración mediante la siguiente expresión:

$$Q_{asp} = Q \left( \frac{kg}{s} \right) * v_1 \left( \frac{m^3}{kg} \right) = 0,00581 \frac{m^3}{s} = 5,81 \frac{l}{s}$$

La viscosidad cinemática es:

Viscosidad cinemática de líquido saturado (m <sup>2</sup> /s)	Viscosidad cinemática de gas saturado (m <sup>2</sup> /s)
$3,708 * 10^{-5} \frac{m^2}{s}$	$1,31 * 10^{-6} \frac{m^2}{s}$

Los caudales que tiene que conducir cada tubería viene determinado por la tabla siguiente:

Tramo	Nº Evap PIMN-72	Qtotal (l/s)
5.0-5.1	6	1,037769302
5.1-5.2	1	0,17296155
5.1-5.3	5	0,864807752
5.3-5.4	1	0,17296155
5.3-5.5	4	0,691846201
5.5-5.6	1	0,17296155
5.5-5.7	3	0,518884651
5.7-5.8	1	0,17296155
5.7-5.9	2	0,345923101
5.9-5.10	1	0,17296155
5.9-5.11	1	0,17296155
6.0-6.1	6	34,90044325
6.1-6.2	1	5,816740542
6.1-6.3	5	29,08370271
6.3-6.4	1	5,816740542
6.3-6.5	4	23,26696217
6.5-6.6	1	5,816740542
6.5-6.7	3	17,45022163
6.7-6.8	1	5,816740542
6.7-6.9	2	11,63348108
6.9-6.10	1	5,816740542
6.9-6.11	1	5,816740542

Tabla 49 Resultados de caudales obtenidos en cada tramo de tubería de SAS y pasillo



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Una vez conocido el caudal de cada sección se procede a realizar el siguiente cálculo con una velocidad de predimensionado. En líquido será de 1m/s, mientras que en aspiración será de 14 m/s. (Estos valores se han modificado para aproximar a la velocidad obtenida en BPFrio).

$$D_{teórico}(mm) = \sqrt{\frac{4 * Q(\frac{l}{s})/1000}{\pi * v(\frac{m}{s})}} * 1000$$

Posteriormente se selecciona una tubería que mínimo tenga el diámetro teórico y se calcula la velocidad del fluido en la conducción con la siguiente expresión:

$$v(\frac{m}{s}) = \frac{4 * Q(\frac{l}{s})/1000}{\pi * (D_{normalizado}/1000)^2}$$

A continuación se calcula el número de Reynolds:

$$Re = \frac{D_{norm} * v(\frac{m}{s})}{visc \text{ cinemática } (\frac{m^2}{s})}$$

Se calcula el factor de fricción mediante la siguiente ecuación:

$$f = \frac{0,25}{(\log_{10} \frac{\varepsilon}{3,7 * D_{norm} (mm)/1000} + \frac{5,74}{Re^{0,9}})^2}$$

La longitud se convierte en una longitud equivalente aumentando la longitud un 20% y por último se calculan las pérdidas de fricción de la siguiente forma:

$$hf = \frac{8 * f * Leq * (\frac{Q(\frac{l}{s})}{1000})^2}{g * (D_{norm}/1000)^5 * \pi^2}$$

Obteniendo los siguientes resultados:

Tramo	Caudal (l/s)	V predimensionado (m/s)	D teo (mm)	Dint (mm)	V(m/s)	Re	f	L	Leq	hf (kg/cm2)	
5.0-5.1	1,04	1	36,35	41	0,79	8,69E+02	0,07028877	1,5	1,8	0,008	1 5/8"
5.1-5.2	0,17	1,5	12,12	14	1,12	4,24E+02	0,09699875	2,221	2,66544	0,100	1/2"
5.1-5.3	0,86	1	33,18	41	0,66	7,24E+02	0,07591353	1,5	1,8	0,006	1 3/8"
5.3-5.4	0,17	1,5	12,12	14	1,12	4,24E+02	0,09699875	0,494	0,59376	0,022	1/2"
5.3-5.5	0,69	1	29,68	32	0,86	7,42E+02	0,07511961	1,5	1,8	0,013	1 3/8"
5.5-5.6	0,17	1,5	12,12	14	1,12	4,24E+02	0,09699875	0,713	0,85632	0,032	1/2"
5.5-5.7	0,52	1	25,70	26	0,98	6,85E+02	0,07776861	1,5	1,8	0,001	1 1/8"
5.7-5.8	0,17	1,5	12,12	14	1,12	4,24E+02	0,09699875	9,035	10,8424	0,406	1/2"
5.7-5.9	0,35	1	20,99	26	0,65	4,57E+02	0,09356635	1,5	1,8	0,012	7/8"



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

5.9-5.10	0,17	1,5	12,12	14	1,12	4,24E+02	0,09699875	0,7421	0,89052	0,033	1/2"
5.9-5.11	0,17	1,5	12,12	14	1,12	4,24E+02	0,09699875	1,5	1,8	0,067	1/2"
6.0-6.1	34,90	12	60,85	73	8,34	464672,43	0,01357407	0,6756	0,81072	0,001	2 5/8"
6.1-6.2	5,82	12	24,84	26	10,96	217442,868	0,01581846	1,5	1,8	0,017	1 1/8"
6.1-6.3	29,08	12	55,55	60	10,29	471126,214	0,01360845	1,813	2,1762	0,007	2 5/8"
6.3-6.4	5,82	12	24,84	26	10,96	217442,868	0,01581846	1,5	1,8	0,017	1 1/8"
6.3-6.5	23,27	12	49,69	51	11,39	443412,907	0,01380165	1,0499	1,25988	0,006	2 1/8"
6.5-6.6	5,82	12	24,84	26	10,96	217442,868	0,01581846	1,5	1,8	0,017	1 1/8"
6.5-6.7	17,45	12	43,03	51	8,54	332559,68	0,01445996	1,3848	1,66176	0,004	2 1/8"
6.7-6.8	5,82	12	24,84	26	10,96	217442,868	0,01581846	0,7407	0,88884	0,008	1 1/8"
6.7-6.9	11,63	12	35,13	41	8,81	275781,198	0,01500121	1,5	1,8	0,007	1 3/8"
6.9-6.10	5,82	12	24,84	26	10,96	217442,868	0,01581846	1,5226	1,82712	0,017	1 1/8"
6.9-6.11	5,82	12	24,84	26	10,96	217442,868	0,01581846	1,5	1,8	0,017	1 1/8"

**Tabla 50 Resultados dimensionado de tuberías central de SAS y pasillo obtenidos con la hoja de cálculo**

La instalación frigorífica se ha dimensionado basándose en los resultados mostrados por el software BPFrio, ya que está diseñado específicamente para instalaciones frigoríficas.

Posteriormente debido a la facilidad de instalación, se han unificado las dimensiones de las tuberías que alimentaban varios evaporadores en el diámetro mayor para evitar utilizar demasiadas reducciones de diámetro y se puede instalar la tubería principal de alimentación y posteriormente instalar cada tubería que alimentan a cada evaporador. Este criterio es válido pero ha de tenerse en cuenta que la línea de aspiración se necesitará dar una pendiente para permitir la circulación del aceite al compresor.

### 1.9.2. Instalación eléctrica

Para el dimensionado de la instalación eléctrica se tomarán los datos proporcionados por el fabricante de los diversos equipos.

La alimentación se llevará a cabo partiendo de un cuadro general de la instalación frigorífica. Este cuadro general alimentará al cuadro eléctrico de cada central frigorífica. De cada cuadro de la respectiva central se distribuirá cuadro eléctricos para cada cámara frigorífica o estancia frigorífica (El pasillo y SAS tendrá el mismo cuadro de alimentación).

Las secciones de los cables de la instalación se calcularán y comprobarán a través del criterio térmico y criterio de caída de tensión.

#### **Criterio Térmico**



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

Este criterio corresponde a la capacidad de intensidad del conductor para que no degrade el aislamiento. La norma UNE EN 20-460-5-523 proporciona una serie de tablas que representan las intensidades admisibles de los cables en función del material del conductor y aislamiento, teniendo en cuenta la forma de distribución de la línea a través de la instalación.

La intensidad proporcionada por las tablas debe ser mayor de la intensidad demandada en la instalación, ya que de no ser así podría degradar el aislamiento.

La intensidad demandada se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$I_N(A) = \frac{P (W)}{\sqrt{3} U (V) * \cos(\varphi)}$$

Se tendrá en cuenta que si los receptores son motores, se multiplicará por un factor para aumentar la intensidad debido a los transitorios de arranques.

$$I_{B,motores} = 1,25 * I_N$$

Las lámparas de descarga se alimentan de manera monofásica de una fase a neutro. La intensidad de diseño vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$I_{B,lámparas\ descarga} = 1,8 * \frac{P_L}{U_N}$$

Siendo  $U_n$ , la tensión de fase a neutro 230V.

Una vez conocida la intensidad de diseño ( $I_B$ ) se debe multiplicar por unos coeficientes de corrección ( $k$ ). Este factor de corrección ( $k$ ) es el resultado de los factores de corrección en función de las condiciones de las conducciones en la instalación.

Posteriormente se aplica el siguiente cálculo:

$$I = \frac{I_B}{k}$$

Esta intensidad calculada tiene que ser superior a la intensidad admisible ( $I_z$ ) proporcionada por las tablas de la norma UNE EN 20-460-5-523.

Si no requiere mucho sección, hay que tener en cuenta que la sección mínima permitida es de 2,5 mm<sup>2</sup>.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Aplicando lo anterior se obtienen las siguientes secciones:

Pot (kW)	Un (V)	cos (φ)	In (A)	Ib(A)	Kt (Temperatura)	Kr (Terreno)	Ka (Agrupamiento)	Ib/K adm (A)	Iz adm (A)	S adm (mm2)	Sección escogida (mm2)
<b>Evaporador FRM-1780</b>											
<b>Resistencia desescarche</b>											
12,2	400	1	17,61	17,61	1,04	1	1	16,93	20,28	1,5	2,5
<b>Ventiladores</b>											
1,44	400	0,85	2,45	3,06	1,04	1	1	2,94	20,28	1,5	2,5
<b>Evaporador FRM-2590</b>											
<b>Resistencia desescarche</b>											
14,4	400	1	20,78	20,78	1,04	1	1	19,99	28,08	2,5	2,5
<b>Ventiladores</b>											
3,8	400	0,85	6,45	8,07	1,04	1	1	7,76	20,28	1,5	2,5
<b>Evaporador FRL-1795</b>											
<b>Resistencia desescarche</b>											
16	400	1	23,09	23,09	1,04	1	1	22,21	28,08	2,5	2,5
<b>Ventiladores</b>											
3,8	400	0,85	6,45	8,07	1,04	1	1	7,76	20,28	1,5	2,5
<b>Evaporador PIMN-72</b>											
<b>Ventiladores</b>											
0,3	400	0,85	0,51	0,64	1,04	1	1	0,61	20,28	1,5	2,5

**Tabla 51 Cálculos de sección de cables utilizando criterio térmico 1**

El cálculo de alumbrado se muestra a continuación:

Pot (W)	Número lámparas	Un (V)	Ib(A)	Kt (Temperatura)	Kr (Terreno)	Ka (Agrupamiento)	Ib/K adm (A)	Iz adm (A)	S adm(mm2)	Sección escogida (mm2)
<b>Cámaras de conservación 1,2 y 3</b>										
58	6	230	2,72	1,04	1	1	2,62	20,28	1,5	1,5
<b>Cámaras de conservación 4,5,6,7,8 y 9</b>										
58	8	230	3,63	1,04	1	1	3,49	20,28	1,5	1,5
<b>Cámaras de congelación</b>										
58	8	230	3,63	1,04	1	1	3,49	20,28	1,5	1,5
<b>SAS y pasillo</b>										
58	12	230	5,45	1,04	1	1	5,24	20,28	1,5	1,5

**Tabla 52 Cálculos de sección de cables utilizando criterio térmico 2**



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Respecto a las centrales de compresores se tendrán los siguientes consumos:

Pot (kW)	Un (V)	cos (φ)	In (A)	Ib(A)	Kt (Temperatura)	Kr (Terreno)	Ka (Agrupamiento)	Ib/K adm (A)	Iz adm (A)	S adm(m <sup>2</sup> )	Sección escogida (mm <sup>2</sup> )
<b>Cámaras de conservación</b>											
<b>Compresor 6FE-44Y</b>											
36	400	0,8	64,95	64,95	1,04	1	0,65	96,08	74,36	25	25
<b>Cámaras de congelación</b>											
<b>Compresor 4FE-28Y</b>											
16,2	400	0,8	29,23	29,23	1,04	1	0,65	43,24	4,056	6	6
<b>Pasillo y SAS</b>											
<b>Compresor 4JE-15Y</b>											
15,4	400	0,8	27,78	27,78	1,04	1	0,8	33,40	29,952	4	4

**Tabla 53 Cálculos de sección de cables utilizando criterio térmico 3**

Los condensadores tendrán un consumo debido a los ventiladores.

Pot (kW)	Un (V)	cos (φ)	In (A)	Ib(A)	Kt (Temperatura)	Kr (Terreno)	Ka (Agrupamiento)	Ib/K adm (A)	Iz adm (A)	S adm(mm <sup>2</sup> )	Sección escogida (mm <sup>2</sup> )
<b>Condensador CBN-638</b>											
<b>Ventiladores</b>											
14,4	400	0,85	24,5	24,45	1,04	1	1	23,51	28,08	2,5	2,5
<b>Condensador CBN-274</b>											
<b>Ventiladores</b>											
7,2	400	0,85	12,3	12,23	1,04	1	1	11,76	20,28	1,5	2,5
<b>Condensador CBN-160</b>											
<b>Ventiladores</b>											
5,7	400	0,85	9,68	9,68	1,04	1	1	9,31	20,28	1,5	2,5

**Tabla 54 Cálculos de sección de cables utilizando criterio térmico 4**

Una vez conocido las secciones de partida de cada equipo desde su cuadro de alimentación, se procederá a dimensionar las conducciones desde el cuadro general a los cuadros donde se alimentan estos equipos.

Comenzando desde aguas abajo, se dimensionará el tramo desde cada cuadro individual de cada cámara hasta el cuadro general.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

### Criterio de caída de tensión

Para verificar esta comprobación habrá que calcular la caída de tensión entre el inicio de la instalación y el punto que se esté considerando cuando se encuentra la instalación a plena carga. Los límites establecidos en la instalación industrial es de 4,5% para líneas de alimentación de alumbrado y 6,5% para el resto de los casos.

Para el cálculo de la caída de tensión trifásica se utiliza la siguiente expresión:

$$U_1 - U_2 = \Delta U = \frac{L}{U_2} * (R_u * P + X_u * Q)$$

Mientras que para el caso de una línea monofásica se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta U = 2 * (R * I * \cos(\varphi) + X * I * \text{sen}(\varphi))$$

La caída de tensión expresada en % es la siguiente:

$$\varepsilon = \frac{\Delta U}{U_R} * 100$$

En alumbrado se ha dimensionado mediante el criterio de múltiples cargas, conociendo intensidad de diseño de cada lámpara es de 0,45 A, se distinguen 3 casos:

#### Para las cámaras de conservación 1,2 y 3:

En primer lugar se calcula el término siguiente:

$$c = \frac{\rho * \cos(\varphi)}{s} = \frac{0,0193 * 0,9}{1,5}$$

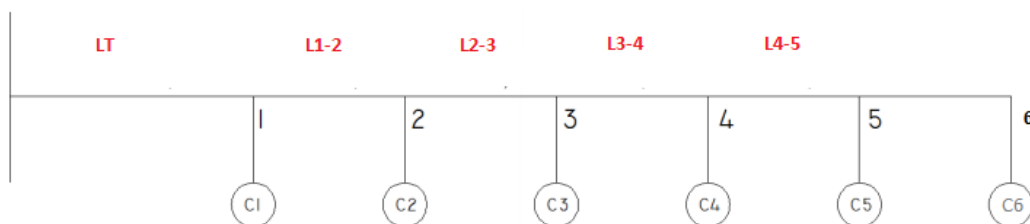


Ilustración 21 Tramos de alumbrado en cámaras 1,2 y 3



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Y se obtiene la siguiente tabla:

Tramo	Ib(A)	L(m)	$\Delta V$ (V)
LT	2,72	7	0,44037235
L1-2	2,25	2	0,1040796
L2-3	1,8	2	0,08326368
L3-4	1,35	2	0,06244776
L4-5	0,9	2	0,04163184
Lámpara 1	0,45	1	0,01040796
Lámpara 2	0,45	1	0,01040796
Lámpara 3	0,45	1	0,01040796
Lámpara 4	0,45	1	0,01040796
Lámpara 5	0,45	1	0,01040796
Lámpara 6	0,45	1	0,01040796
		<b>Total (<math>\Delta V</math> %)</b>	<b>0,322697</b>

Tabla 55 Resultados de criterio de caída de tensión en alumbrado de cámaras 1, 2 y 3.

A continuación se realizan los cálculos para el alumbrado en las cámaras de 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

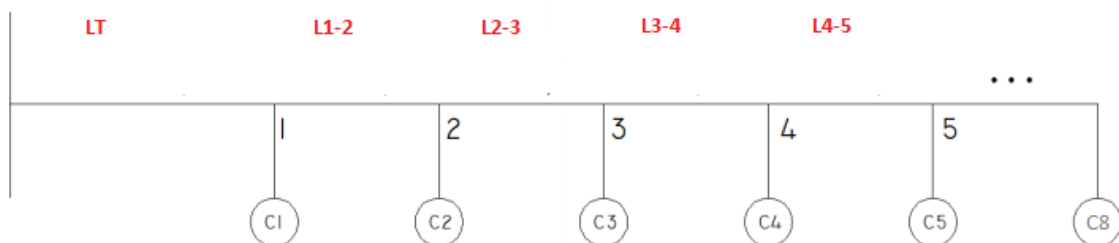


Ilustración 22 Tramos de alumbrado en las cámaras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Tramo	Ib(A)	L(m)	$\Delta V$
LT	3,6	9	0,74937312
L1-2	3,15	2	0,14571144
L2-3	2,7	2	0,12489552
L3-4	2,25	2	0,1040796
L5-6	1,8	2	0,08326368
L6-7	1,35	2	0,06244776
L7-8	0,9	2	0,04163184
Lámpara 1	0,45	1	0,01040796
Lámpara 2	0,45	1	0,01040796
Lámpara 3	0,45	1	0,01040796
Lámpara 4	0,45	1	0,01040796
Lámpara 5	0,45	1	0,01040796
Lámpara 6	0,45	1	0,01040796
Lámpara 7	0,45	1	0,01040796
Lámpara 8	0,45	1	0,01040796
		<b>Total (<math>\Delta V</math> %)</b>	<b>0,5747</b>

Tabla 56 Tabla 57 Resultados de criterio de caída de tensión en alumbrado de cámaras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

A continuación se calcula los tramos del SAS y pasillo.

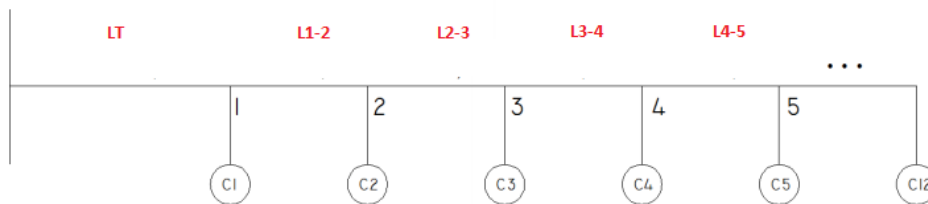


Ilustración 23 Tramos de alumbrado en SAS y pasillo



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

Para pasillo y SAS:

Tramo	Ib(A)	L(m)	$\Delta V$ (V)
LT	5,4	9	1,12405968
L1-2	4,5	8	0,8326368
L2-3	3,6	10	0,8326368
L3-4	2,7	10	0,6244776
L5-6	1,8	10	0,4163184
L6-7	0,9	10	0,2081592
Lámpara 1	0,45	3	0,03122388
Lámpara 2	0,45	4	0,04163184
Lámpara 3	0,45	3	0,03122388
Lámpara 4	0,45	5	0,0520398
Lámpara 5	0,45	5	0,0520398
Lámpara 6	0,45	4	0,04163184
Lámpara 7	0,45	6	0,06244776
Lámpara 8	0,45	6	0,06244776
Lámpara 9	0,45	2	0,02081592
Lámpara 10	0,45	2	0,02081592
Lámpara 11	0,45	1	0,01040796
Lámpara 12	0,45	1	0,01040796
		<b>Total (<math>\Delta V</math> %)</b>	1,782929

Tabla 58 Tabla 59 Resultados de criterio de caída de tensión en alumbrado de SAS y pasillo

Después de todo el cálculo se han obtenido los siguientes resultados:



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Tramo	Denominación	IB (A)	Instalación	Ktemperatura	Kterreno	Kagrupamiento	Ib/k (A)	Iz adm(A)	Sadm(mm <sup>2</sup> )	S escogida(mm <sup>2</sup> )	Tconductor (°C)	ρ0 (Ω*mm <sup>2</sup> /m)	L (m)	R(Ω)	X(Ω)	cos(φ)	ΔU (V)	ΔU (%)
Red-UCG	L1	600,31	B2	1,04	1	0,8	721,53	652,288	300	300	79,29	0,02	1	0,00	8,00E-04	0,90	0,43	0,11
UCG-UC1	L2	364,29	B2	1,04	1	0,65	538,89	404,248	240	240	76,85	0,02	1	0,00	8,00E-04	0,90	0,27	0,07
UC1-CBN-638	L3	24,45	B2	1,04	1	1	23,51	28,08	2,5	2,5	73,07	0,02	15	0,13	1,20E-02	0,85	4,77	1,19
UC1-Compresor 6FE-44Y	L4	64,95	B2	1,04	1	0,65	96,08	92,612	25	25	54,43	0,02	2	0,00	1,60E-03	0,80	0,25	0,06
UC1-Compresor 6FE-44Y	L5	64,95	B2	1,04	1	0,65	96,08	92,612	25	25	54,43	0,02	2	0,00	1,60E-03	0,80	0,25	0,06
UC1-Compresor 6FE-44Y	L6	64,95	B2	1,04	1	0,65	96,08	92,612	25	25	54,43	0,02	2	0,00	1,60E-03	0,80	0,25	0,06
UC1-Compresor 6FE-44Y	L7	64,95	B2	1,04	1	0,65	96,08	92,612	25	25	54,43	0,02	2	0,00	1,60E-03	0,90	0,24	0,06
UC1-UC1.1	L8	80,04	B2	1,04	1	0,8	96,20	113,984	25	25	54,52	0,02	0	0,00	0,00E+00	0,90	0,00	0,00
UC1.1-UC1.1.1	L9	17,98	B2	1,04	1	0,65	26,60	24,33	2,5	4	87,93	0,02	60	0,52	4,80E-02	0,90	15,34	3,2
UC1.1.1-Ventiladores FRM-1780	L10	3,06	B2	1,04	1	1	2,94	28,08	1,5	2,5	20,83	0,02	6	0,04	4,80E-03	0,90	0,21	0,05
UC1.1.1-Iluminación	L11	2,72	B2	1,04	1	1	2,62	20,28	1,5	1,5	21,26	0,02	6	0,07	4,80E-03	0,90	0,74	0,19
UC1.1.1-Resistencia FRM 1780	L12	12,2	B2	1,04	1	1	11,73	28,08	1,5	2,5	33,21	0,02	6	0,04	4,80E-03	0,90	0,87	0,22



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

<b>UC1.1-UC1.1.2</b>	L13	17,98	B2	1,04	1	0,65	26,60	18,252	2,5	2,5	87,93	0,02	55	0,48	4,40E-02	0,90	14,07	3,52
<b>UC1.1.2-Ventiladores FRM-1780</b>	L14	3,06	B2	1,04	1	1	2,94	28,08	1,5	2,5	20,83	0,02	6	0,04	4,80E-03	0,90	0,21	0,05
<b>UC1.1.2-Iluminación</b>	L15	2,72	B2	1,04	1	1	2,62	20,28	1,5	1,5	21,26	0,02	6	0,07	4,80E-03	0,90	0,74	0,19
<b>UC1.1.2-Resistencia FRM 1780</b>	L16	12,2	B2	1,04	1	1	11,73	28,08	1,5	2,5	33,21	0,02	6	0,04	4,80E-03	0,90	0,87	0,22
<b>UC1.1-UC1.1.3</b>	L17	17,98	B2	1,04	1	0,65	26,60	18,252	2,5	2,5	87,93	0,02	50	0,44	4,00E-02	0,90	12,79	3,20
<b>UC1.1.3-Ventiladores FRM-1780</b>	L18	3,06	B2	1,04	1	1	2,94	28,08	1,5	2,5	20,83	0,02	6	0,04	4,80E-03	0,90	0,21	0,05
<b>UC1.1.3-Iluminación</b>	L19	2,72	B2	1,04	1	1	2,62	20,28	1,5	1,5	21,26	0,02	6	0,07	4,80E-03	0,90	0,30	0,08
<b>UC1.1.3-Resistencia FRM 1780</b>	L20	12,2	B2	1,04	1	1	11,73	28,08	1,5	2,5	33,21	0,02	6	0,04	4,80E-03	0,90	0,87	0,22
<b>UC1.1-UC1.1.4</b>	L21	26,1	B2	1,04	1	0,65	38,61	31,096	6	6	69,31	0,02	45	0,15	3,60E-02	0,90	6,99	1,75
<b>UC1.1.4-Ventiladores FRM-2590</b>	L22	8,07	B2	1,04	1	1	7,76	28,08	1,5	2,5	25,78	0,02	6	0,04	4,80E-03	0,90	0,56	0,14
<b>UC1.1.4-Iluminación</b>	L23	3,63	B2	1,04	1	1	3,49	20,28	1,5	1,5	22,24	0,02	6	0,07	4,80E-03	0,90	1,32	0,33
<b>UC1.1.4-Resistencia FRM 2590</b>	L24	14,4	B2	1,04	1	1	13,85	28,08	1,5	2,5	38,41	0,02	6	0,04	4,80E-03	0,90	1,05	0,26
<b>UC1-UC1.2</b>	L25	104,4	B2	1,04	1	0,8	125,48	113,984	35	35	78,72	0,02	0	0,00	0,00E+00	0,90	0,00	0,00
<b>UC1.2-UC1.2.1</b>	L26	26,1	B2	1,04	1	0,65	38,61	31,096	6	6	69,31	0,02	35	0,12	2,80E-02	0,90	5,44	1,36



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

UC1.2.1- Ventiladores FRM- 2590	L27	8,0 7	B2	1,04	1	1	7,76	28,08	1,5	2,5	25,78	0,02	6	0, 04	4,80E -03	0,9 0	0,5 6	0,1 4
UC1.2.1- Iluminación	L28	3,6 3	B2	1,04	1	1	3,49	20,28	1,5	1,5	22,24	0,02	6	0, 07	4,80E -03	0,9 0	1,3 2	0,3 3
UC1.2.1- Resistencia FRM 2590	L29	14, 4	B2	1,04	1	1	13,8 5	28,08	1,5	2,5	38,41	0,02	6	0, 04	4,80E -03	0,9 0	1,0 5	0,2 6
UC1.2-UC1.2.2	L30	26, 1	B2	1,04	1	0,65	38,6 1	31,09 6	6	6	69,31	0,02	30	0, 10	2,40E -02	0,9 0	4,6 6	1,1 6
UC1.2.2- Ventiladores FRM- 2590	L31	8,0 7	B2	1,04	1	1	7,76	28,08	1,5	2,5	25,78	0,02	6	0, 04	4,80E -03	0,9 0	0,5 6	0,1 4
UC1.2.2- Iluminación	L32	3,6 3	B2	1,04	1	1	3,49	20,28	1,5	1,5	22,24	0,02	6	0, 07	4,80E -03	0,9 0	1,3 2	0,3 3
UC1.2.2- Resistencia FRM 2590	L33	14, 4	B2	1,04	1	1	13,8 5	28,08	1,5	2,5	38,41	0,02	6	0, 04	4,80E -03	0,9 0	1,0 5	0,2 6
UC1.2-UC1.2.3	L34	26, 1	B2	1,04	1	0,65	38,6 1	31,09 6	6	6	69,31	0,02	25	0, 09	2,00E -02	0,9 0	3,8 8	0,9 7
UC1.2.3- Ventiladores FRM- 2590	L35	8,0 7	B2	1,04	1	1	7,76	28,08	1,5	2,5	25,78	0,02	6	0, 04	4,80E -03	0,9 0	0,5 6	0,1 4
UC1.2.3- Iluminación	L36	3,6 3	B2	1,04	1	1	3,49	20,28	1,5	1,5	22,24	0,02	6	0, 07	4,80E -03	0,9 0	1,3 2	0,3 3
UC1.2.3- Resistencia FRM 2590	L37	14, 4	B2	1,04	1	1	13,8 5	28,08	1,5	2,5	38,41	0,02	6	0, 04	4,80E -03	0,9 0	1,0 5	0,2 6
UC1.2-UC1.2.4	L38	26, 1	B2	1,04	1	0,65	38,6 1	31,09 6	6	6	69,31	0,02	20	0, 07	1,60E -02	0,9 0	3,1 1	0,7 8
UC1.2.4- Ventiladores FRM- 2590	L39	8,0 7	B2	1,04	1	1	7,76	28,08	1,5	2,5	25,78	0,02	6	0, 04	4,80E -03	0,9 0	0,5 6	0,1 4



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

UC1.2.4-Iluminación	L40	3,6 3	B2	1,04	1	1	3,49	20,28	1,5	1,5	22,24	0,02	6	0, 07	4,80E -03	0,9 0	1,3 2	0,3 3
UC1.2.4-Resistencia FRM 2590	L41	14, 4	B2	1,04	1	1	13,8 5	28,08	1,5	2,5	38,41	0,02	6	0, 04	4,80E -03	0,9 0	1,0 5	0,2 6
UCG-UC2	L42	161 ,49	B2	1,04	1	0,7	221, 83	187,8 24	95	95	71,75	0,02	1	0, 00	8,00E -04	0,9 0	0,1 5	0,0 4
UC2-Condensador CBN 274	L43	12, 23	B2	1,04	1	1	11,7 6	28,08	1,5	2,5	33,28	0,02	15	0, 11	1,20E -02	0,9 0	2,1 9	0,5 5
UC2-Compresor 4FE-28Y	L44	29, 23	B2	1,04	1	0,65	43,2 4	31,09 6	6	6	81,85	0,02	2	0, 01	1,60E -03	0,8 0	0,3 4	0,0 8
UC2-Compresor 4FE-28Y	L45	29, 23	B2	1,04	1	0,65	43,2 4	31,09 6	6	6	81,85	0,02	2	0, 01	1,60E -03	0,8 0	0,3 4	0,0 8
UC2-Compresor 4FE-28Y	L46	29, 23	B2	1,04	1	0,65	43,2 4	31,09 6	6	6	81,85	0,02	2	0, 01	1,60E -03	0,8 0	0,3 4	0,0 8
UC2-Compresor 4FE-28Y	L47	29, 23	B2	1,04	1	0,65	43,2 4	31,09 6	6	6	81,85	0,02	2	0, 01	1,60E -03	0,8 0	0,3 4	0,0 8
UC2-UC2.1	L48	32, 34	B2	1,04	1	0,8	38,8 7	38,27 2	6	6	69,98	0,02	0	0, 00	0,00E +00	0,9 0	0,0 0	0,0 0
UC2.1-UC2.1.1	L49	32, 34	B2	1,04	1	0,65	47,8 4	42,58 8	10	10	60,36	0,02	60	0, 12	4,80E -02	0,9 0	7,2 1	1,8 0
UC2.1.1-Resistencia FRL-1795	L50	20, 78	B2	1,04	1	1	19,9 8	28,08	2,5	2,5	58,33	0,02	6	0, 05	4,80E -03	0,9 0	1,6 2	0,4 0
UC2.1.1-Ventiladores FRL-1795	L51	8,0 7	B2	1,04	1	1	7,76	28,08	1,5	2,5	25,78	0,02	6	0, 04	4,80E -03	0,9 0	0,5 6	0,1 4
UC2.1.1-Iluminación	L52	3,4 9	B2	1,04	1	1	3,36	20,28	1,5	1,5	22,07	0,02	6	0, 07	4,80E -03	0,9 0	1,3 2	0,3 3
UC2.1-UC2.1.2	L53	32, 34	B2	1,04	1	0,65	47,8 4	42,58 8	10	10	60,36	0,02	50	0, 10	4,00E -02	0,9 0	6,0 1	1,5 0
UC2.1.2-Resistencia FRL-1795	L54	20, 78	B2	1,04	1	1	19,9 8	28,08	2,5	2,5	58,33	0,02	6	0, 05	4,80E -03	0,9 0	1,6 2	0,4 0



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

UC2.1.2- Ventiladores FRL- 1795	L55	8,0 7	B2	1,04	1	1	7,76	28,08	1,5	2,5	25,78	0,02	6	0, 04	4,80E -03	0,9 0	0,5 6	0,1 4
UC2.1.2- Iluminación	L56	3,4 9	B2	1,04	1	1	3,36	20,28	1,5	1,5	22,07	0,02	6	0, 07	4,80E -03	0,9 0	1,3 2	0,3 3
UC2.1-UC2.1.3	L57	32, 34	B2	1,04	1	0,65	47,8 4	42,58 8	10	10	60,36	0,02	40	0, 08	3,20E -02	0,9 0	4,8 1	1,2 0
UC2.1.3- Resistencia FRL- 1795	L58	20, 78	B2	1,04	1	1	19,9 8	28,08	2,5	2,5	58,33	0,02	6	0, 05	4,80E -03	0,9 0	1,6 2	0,4 0
UC2.1.3- Ventiladores FRL- 1795	L59	8,0 7	B2	1,04	1	1	7,76	28,08	1,5	2,5	25,78	0,02	6	0, 04	4,80E -03	0,9 0	0,5 6	0,1 4
UC2.1.3- Iluminación	L60	3,4 9	B2	1,04	1	1	3,36	20,28	1,5	1,5	22,07	0,02	6	0, 07	4,80E -03	0,9 0	1,3 2	0,3 3
UC2.1-UC2.1.4	L61	32, 34	B2	1,04	1	0,65	47,8 4	42,58 8	10	10	60,36	0,02	35	0, 07	2,80E -02	0,9 0	4,2 1	1,0 5
UC2.1.4- Resistencia FRL- 1795	L62	20, 78	B2	1,04	1	1	19,9 8	28,08	2,5	2,5	58,33	0,02	6	0, 05	4,80E -03	0,9 0	1,6 2	0,4 0
UC2.1.4- Ventiladores FRL- 1795	L63	8,0 7	B2	1,04	1	1	7,76	28,08	1,5	2,5	25,78	0,02	6	0, 04	4,80E -03	0,9 0	0,5 6	0,1 4
UC2.1.4- Iluminación	L64	3,4 9	B2	1,04	1	1	3,36	20,28	1,5	1,5	22,07	0,02	6	0, 07	4,80E -03	0,9 0	1,3 2	0,3 3
UCG-UC3	L65	74, 53	B2	1,04	1	0,7	102, 38	80,08	25	25	80,63	0,02	1	0, 00	8,00E -04	0,9 0	0,1 4	0,0 4
UC3-Condensador CBN 160	L66	9,6 8	B2	1,04	1	1	9,31	28,08	1,5	2,5	28,32	0,02	15	0, 11	1,20E -02	0,9 0	1,7 0	0,4 2
UC3-Compresor 4JE-15Y	L67	27, 78	B2	1,04	1	0,8	33,3 9	29,95 2	4	4	80,22	0,02	1	0, 01	8,00E -04	0,9 0	0,2 5	0,0 6
UC3-Compresor 4JE-15Y	L68	27, 78	B2	1,04	1	0,8	33,3 9	29,95 2	4	4	80,22	0,02	1	0, 01	8,00E -04	0,9 0	0,2 5	0,0 6





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

<b>UC3-UC3.1</b>	L69	9,2 9	B2	1,04	1	1	8,93	28,08	1,5	2,5	27,66	0,02	25	0, 18	2,00E -02	0,9 0	2,7 1	0,6 8
<b>UC3.1-Ventiladores PIMN-72</b>	L70	0,6 4	B2	1,04	1	0,57	1,08	16,00 56	1,5	2,5	20,11	0,02	20	0, 14	1,60E -02	0,9 0	0,1 5	0,0 4
<b>UC3.1-Ventiladores PIMN-72</b>	L71	0,6 4	B2	1,04	1	0,57	1,08	16,00 56	1,5	2,5	20,11	0,02	10	0, 07	8,00E -03	0,9 0	0,0 7	0,0 2
<b>UC3.1-Ventiladores PIMN-72</b>	L72	0,6 4	B2	1,04	1	0,57	1,08	16,00 56	1,5	2,5	20,11	0,02	10	0, 07	8,00E -03	0,9 0	0,0 7	0,0 2
<b>UC3.1-Ventiladores PIMN-72</b>	L73	0,6 4	B2	1,04	1	0,57	1,08	16,00 56	1,5	2,5	20,11	0,02	20	0, 14	1,60E -02	0,9 0	0,1 5	0,0 4
<b>UC3.1-Ventiladores PIMN-72</b>	L74	0,6 4	B2	1,04	1	0,57	1,08	16,00 56	1,5	2,5	20,11	0,02	30	0, 21	2,40E -02	0,9 0	0,2 2	0,0 5
<b>UC3.1-Ventiladores PIMN-72</b>	L75	0,6 4	B2	1,04	1	0,57	1,08	16,00 56	1,5	2,5	20,11	0,02	30	0, 21	2,40E -02	0,9 0	0,2 2	0,0 5
<b>UC3.1-Iluminación</b>	L76	5,4 5	B2	1,04	1	1	5,24	20,28	1,5	1,5	25,06	0,02	10	0, 12	8,00E -03	0,9 0	4,1 0	1,7 8

**Tabla 60 Resultados obtenidos de dimensionado de la instalación ante el criterio de caída de tensión**



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Y se ha verificado que para alumbrado cumple una caída de tensión inferior de 4,5%, mientras que para los motores y otros usos en general es inferior a 6,5%.

**Selección de protecciones**

Cada central tiene un cuadro eléctrico donde se encuentran tanto las protecciones de las líneas de los condensadores, como de los compresores. Además tiene un control de maniobra gracias a un termostato, que efectúa la regulación de la instalación. Además proporciona conexiones para la posibilidad de instalación de la alimentación de los evaporadores y elementos auxiliares en cada cámara.

Por lo tanto se seleccionarán los dispositivos de protección restantes comenzando por el dispositivo de protección aguas abajo en cada cámara.

La cámaras de conservación 1, 2 y 3 contarán con un interruptor automático para los ventiladores, otro para alumbrado y otro para la resistencia de desescarche.

Para proteger frente a sobrecargas se tiene que cumplir el siguiente criterios:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Tramo	In (A)	Modelo de protección magnetotérmica
UC1.1-UC1.1.1	20	Schneider A9F75420
UC1.1.1-Ventiladores FRM-1780	4	Schneider A9F75404
UC1.1.1-Resistencia FRM-1780	16	Schneider A9F75416
UC.1.1.1-Alumbrado	3	Schneider A9F73203

**Tabla 61 Selección de protecciones para cuadros de cámaras 1, 2 y 3**



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Para los cuadros de las cámaras 4, 5, 6, 7 y 8 se instalarán los siguientes magnetotérmicos de protección:

Tramo	In (A)	Modelo de protección magnetotérmica
UC1.2-UC1.1.2	32	Schneider A9F75432
UC1.2.1-Ventiladores FRM-2590	10	Schneider A9F75410
UC1.2.1-Resistencia FRM-2590	16	Schneider A9F75416
UC.1.2.1-Alumbrado	4	Schneider A9F73204

**Tabla 62 Selección de protecciones para cámara 4, 5, 6, 7 y 8**

Para las cámaras de congelación 9, 10, 11 y 12 se instalarán las siguientes protecciones:

Tramo	In (A)	Modelo de protección magnetotérmica
UC2.1-UC2.1.1	40	Schneider A9F79440
UC2.1.1-Ventiladores FRL-1795	10	Schneider A9F75410
UC2.1.1-Resistencia FRL-1795	25	Schneider A9F75425
UC.1.1-Alumbrado	4	Schneider A9F73204

**Tabla 63 Selección de protecciones para cámaras 9, 10, 11 y 12**

Para el SAS y pasillo se requerirán los siguientes elementos de protección:

Tramo	In (A)	Modelo de protección magnetotérmica
UC3-UC3.1	16	Schneider A9F75416
UC3.1-Ventiladores PIMN-72	4	Schneider A9F74404
UC.3.1-Alumbrado	6	Schneider A9F73206

**Tabla 64 Selección de protecciones para SAS y pasillo**

El punto de conexión de la red de la nave a la instalación frigorífica estará protegido mediante un interruptor-automático de hacer HNE630H con una intensidad nominal de 630A.

Los interruptores PIAs al ser normalizados cumplen directamente la segunda condición citada anteriormente.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

A continuación se realiza la comprobación de protección frente a cortocircuitos, calculando la corriente inicial simétrica de baja tensión a través de la siguiente expresión:

$$I''_k = \frac{Unt}{\sqrt{3} * Z_k}$$

Donde Unt es la tensión nominal del transformador en el secundario (400V en este caso) y zk es la impedancia de defecto del cortocircuito. Se supone una potencia nominal del transformador de cortocircuito de 250 MVA ya que este dato no es conocido. Por lo tanto se calcula la impedancia Z<sub>L</sub>.

$$Z_L = 1,1 * \frac{Unt^2}{1000 * Sk''} = 0,704m\Omega$$

Calculando los siguientes valores:

$$X_L = 0,995 * Z_L = 0,7 m\Omega$$

$$R_L = 0,1 * X_L = 0,07m\Omega$$

Las caídas de tensión porcentuales en cortocircuito son de ε<sub>RCC</sub>(%)=1, ε<sub>XCC</sub>(%)=6 y suponiendo que se tiene un transformador de potencia 800kVA, se obtienen los siguientes valores:

$$R_{CC} = \frac{1}{100} * \frac{400^2}{800} = 2m\Omega$$

$$X_{CC} = \frac{6}{100} * \frac{400^2}{800} = 12m\Omega$$

El cortocircuito estará limitado por la potencia del transformador, la red y las características del punto donde se produzca.

Para calcular la impedancia del cortocircuito se tendrá en cuenta la impedancia desde el transformador hasta el punto donde se produzca.

Y se procederá a las siguientes comprobaciones:

- 1) Poder de corte > I<sub>cc</sub>, máx.

Para calcular la Intensidad máxima de cortocircuito se calculará la intensidad aguas arriba en el elemento a verificar y se comparará con el poder de corte del elemento.

Tramo	Rk (Ω)	Xk (Ω)	Zk	I''k	Modelo	Poder de corte (kA)
Red-UCG	0,00207	0,0127	0,012867591	17947,4236	HNE630H	50
Red-UC1.1	0,13	2,47E-02	0,129462674	1783,835455	A9F75420	6
Red-UC1.1.1	0,42	7,27E-02	0,430697588	536,2001411	A9F75404	6
					A9F75416	6
					A9F73203	50
Red-UC1.2	0,13	2,47E-02	0,129462674	1783,835455	A9F75432	6
Red-UC1.1.2	0,19	5,27E-02	0,200701617	1150,663914	A9F74110	6



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

					A9F75416	6
					A9F73204	6
<b>Red-UC2.1</b>	0,0023	1,35E-02	0,013692578	16866,07994	A9F79440	20
<b>Red-UC2.1.1</b>	0,12	6,15E-02	0,136747259	1688,809778	A9F75410	6
					A9F75425	6
					A9F73204	6
<b>Red-UC.3.1</b>	0,1805	3,35E-02	0,183597245	1257,862596	A9F75416	6
					A9F74404	6
					A9F75306	6

**Tabla 65 Comprobación de corriente de cortocircuito máxima en protecciones**

Por lo tanto, todos los dispositivos seleccionados cumplen la protección de cortocircuitos a máxima intensidad.

2)  $I_{cc, \min} > I_a$

Se realiza el mismo cálculo pero teniendo en cuenta el punto de aguas abajo. Se ha dimensionado el cable de neutro de la misma sección que la fase, por lo que se multiplicará por 0,5.

Tramo	Rk ( $\Omega$ )	Xk ( $\Omega$ )	Zk	I <sup>''</sup> k (A)	Modelo	Ia (A)
<b>Red-UC1</b>	0,002 2	1,35E- 02	0,01367137 3	16892,2390 4	HNE630H	630
<b>Red-UC1.1.1</b>	0,42	7,27E- 02	0,43069758 8	536,200141 1	A9F7542 0	20
<b>Red-Ventiladores FRM-1780</b>	0,47	7,75E- 02	0,47242882	488,835773 8	A9F7540 4	4
<b>Red-Resistencia FRM-1780</b>	0,47	7,75E- 02	0,47441513	486,789086 6	A9F7541 6	16
<b>Red-Alumbrado</b>	0,49	7,75E- 02	0,49986322	462,006602 2	A9F7320 3	3
<b>Red-UC1.2.1</b>	0,19	5,27E- 02	0,20070161 7	1150,66391 4	A9F7543 2	32
<b>Red-Ventiladores FRM-2590</b>	0,24	5,75E- 02	0,24287973 5	950,841402 2	A9F7541 0	10
<b>Red-Resistencia FRM-2590</b>	0,24	5,75E- 02	0,24487514 4	943,093301 9	A9F7541 6	16
<b>Red-Alumbrado</b>	0,26	5,75E- 02	0,26943395 6	857,130671	A9F7320 4	4
<b>Red-UC2.1.1</b>	0,122 1	6,15E- 02	0,13674725 9	1688,80977 8	A9F7944 0	40
<b>Red-Ventiladores FRL-1795</b>	0,17	6,63E- 02	0,18223541 1	1267,26252 8	A9F7531 0	10
<b>Red-resistencia FRL-1795</b>	0,16	6,63E- 02	0,17731520 2	1302,42700 2	A9F7532 5	25
<b>Red-alumbrado</b>	0,19	1,83E- 02	0,19253098	1199,49583 3	A9F7320 4	4



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

<b>Red-UC.3.1.1</b>	0,180 5	3,35E- 02	0,18359724 5	1257,86259 6	A9F7541 6	16
<b>Red-Ventiladores PIMN-72</b>	0,318 5	4,95E- 02	0,32231940 2	716,494589 4	A9F7440 4	4
<b>Red-alumbrado</b>	0,297 7	2,15E- 02	0,29850716 3	773,650136 5	A9F7320 6	6

**Tabla 66 Comprobación de corriente de cortocircuito mínima en protecciones**

En la tabla anterior aún no está multiplicado por el factor 0,5, por lo que como se puede comprobar sí que cumple el criterio de corriente de cortocircuito mínima

3)  $I_{cc,max} < I_B$

Esta comprobación es para asegurar que la máxima corriente de cortocircuito no degradará al conductor y para ello se comprueba ( $I^2t$ ) del PIA es inferior al ( $I^2t$ ) del cable.

Tramo	K	S	( $I^2t$ ) <sub>ad</sub>	Modelo
<b>Red-UCG</b>	143,00	300,00	12870000,00	HNE630H
<b>UC1.1-UC1.1.1</b>	143,00	4,00	2288,00	A9F75420
<b>UC1.1.1-Ventiladores FRM-1780</b>	143,00	2,50	893,75	A9F75404
<b>UC1.1.1-Resistencia FRM-1780</b>	143,00	2,50	893,75	A9F75416
<b>UC1.1.1-Alumbrado</b>	143,00	1,50	321,75	A9F73203
<b>UC1.2-UC1.1.2</b>	143,00	10,00	14300,00	A9F75432
<b>UC1.2.1-Ventiladores FRM-2590</b>	143,00	2,50	893,75	A9F75410
<b>UC 1.2.1-Resistencia FRM.2590</b>	143,00	2,50	893,75	A9F75416
<b>UC1.2.1-alumbrado</b>	143,00	1,50	321,75	A9F73204
<b>UC2.1-UC2.1.1</b>	143,00	10,00	14300,00	A9F79440
<b>UC2.1.1-Ventiladores FRL-1795</b>	143,00	2,50	893,75	A9F75310
<b>UC2.1.1-Resistencia FRL-1795</b>	143,00	2,50	893,75	A9F75325
<b>UC1.1-Alumbrado</b>	143,00	1,50	321,75	A9F73204
<b>UC3-UC3.1</b>	143,00	4,00	2288,00	A9F75416
<b>UC3.1-Ventiladores PIMN-72</b>	143,00	2,50	893,75	A9F74404
<b>UC3.1-Alumbrado</b>	143,00	1,50	321,75	A9F75206

**Tabla 67 Comprobación de degradación de cable ante máxima corriente de cortocircuito**

Se ha hecho la comparación después de tener los resultados y son válidos los protectores seleccionados. Además la instalación cuenta con un diferencial agua arriba pero se considera que al ser la instalación frigorífica realizada a posteriori, se tendrán más elementos de protección inicialmente.



### **1.10. Regulación y control de la instalación frigorífica**

La regulación se realizará gracias a la combinación de contactores y arrancadores que contendrá el cuadro de la central frigorífica realizado por el fabricante con las características requeridas en esta instalación.

El control se realizará en presiones altas y en presiones bajas.

Para presiones bajas el control se realizará en primer lugar con un termostato en cada cámara, donde los ventiladores de los evaporadores trabajarán a plena potencia hasta que se llegue a la temperatura requerida de cada cámara o estancia. Cuando la cámara llega a la temperatura el termostato actúa sobre la válvula solenoide para cerrar la circulación del refrigerante a través del evaporador. Esto provoca una caída de presión en aspiración y si la disminución de presión es pronunciada puede ser peligrosa.



Para que la presión no baje a causa de la parada de los evaporadores se procederá a parar un compresor. Si la presión sigue disminuyendo se parará otro, así hasta tener un compresor funcionando si la caída de presión es considerable. Este control se realiza gracias al presostato. Posteriormente cuando la temperatura de las cámaras aumenta y se requieran enfriar actuará sobre la solenoide activando la circulación por el evaporador y la presión en aspiración aumentará. A su vez, la instalación requerirá de más compresores simultáneamente hasta completar su potencia máxima.

La regulación en alta presión se efectuará mediante el control de los ventiladores de los condensadores. Cuando aumente considerablemente la presión o si la temperatura exterior disminuye de tal forma que no haya el correcto salto térmico, los ventiladores de los condensadores irán parando. Cuando se produzca el efecto contrario, se procederá al arranque de los mismos para trabajar en el punto de máxima potencia.



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

### **1.11. Bibliografía y consultas realizadas**

- Ashrae (Sociedad Americana de los ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado)
- Libro “La producción de frío”, Enrique Torrella Alcaraz
- Libro “Tecnología Eléctrica”, José Roger Folch, Martín Riera Guasp, Carlos Roldán Porta
- Apuntes de asignatura “Instalaciones de fluidos”, Máster de Ingeniería Industrial
- Información aportada por la empresa “Espiral world S.L”
- Reglamento baja tensión (ITC-BT)



## 2. ANEXOS




## Contenido

2.1	Información catálogo Central de compresores 4xFE-44Y .....	1
2.2	Información catálogo central de compresores 4xFE-28Y.....	4
2.3	Información catálogo central de compresores 2x4JE15Y .....	8
2.4	Información catálogo condensador CBN-638 .....	12
2.5	Información catálogo condensador CBN-274 .....	13
2.6	Información catálogo condensador CBN-160 .....	14
2.7	Información catálogo evaporador FRM-1780 .....	15
2.8	Información catálogo evaporador FRM-2590 .....	16
2.9	Información catálogo evaporador FRL-1795.....	17
2.10	Información catálogo evaporador PIMN-72 .....	18

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

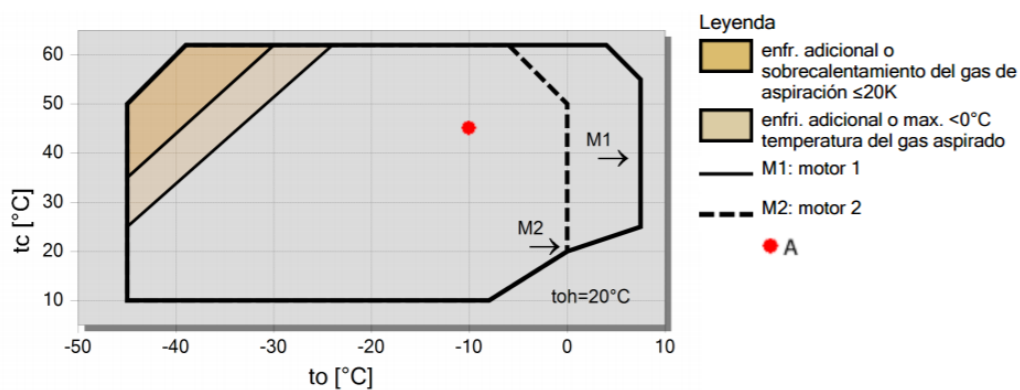
2.1 Información catálogo Central de compresores 4x6FE-44Y


	<p>Central de compresores para cámaras de conservación</p>
<p>BITZER Software v6.5.0 rev1610</p>	<p>01.10.2016 / Todos los datos son susceptibles de cambio</p>
	<p>5 / 9</p>

Límites de aplicación

6FE-44

100%



	<p>Central de compresores para cámaras de conservación</p>
<p>BITZER Software v6.5.0 rev1610</p>	<p>01.10.2016 / Todos los datos son susceptibles de cambio</p>

Resultado

	A				
Temp. de evaporación	-10,00 °C				
Temp. de condensación	45,0 °C				
Compressor	Total	6FE-44Y	6FE-44Y	6FE-44Y	6FE-44Y
Escalones de capacidad	100%	100%	100%	100%	100%
Potencia frigorífica	329 kW	82,2 kW	82,2 kW	82,2 kW	82,2 kW
Potencia frigorífica *	--	79,9 kW	79,9 kW	79,9 kW	79,9 kW
Potencia en el evap.	329 kW	82,2 kW	82,2 kW	82,2 kW	82,2 kW
Ratio	--	25,0 %	25,0 %	25,0 %	25,0 %
Potencia absorbida	143,9 kW	36,0 kW	36,0 kW	36,0 kW	36,0 kW
Corriente (400V)	253 A	63,1 A	63,1 A	63,1 A	63,1 A
Gama de tensiones	--	--	--	--	--
Capacidad del condensador	473 kW	118,2 kW	118,2 kW	118,2 kW	118,2 kW
COP/EER	2,28	2,28	2,28	2,28	2,28
COP/EER *	--	2,22	2,22	2,22	2,22
Caudal másico	9584 kg/h	2396 kg/h	2396 kg/h	2396 kg/h	2396 kg/h
Modo de funcionamiento	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar
Temp. Gas de descarga no enfriado	92,7 °C	92,7 °C	92,7 °C	92,7 °C	92,7 °C

Considere las notas detalladas con respecto al calculo de carga parcial!

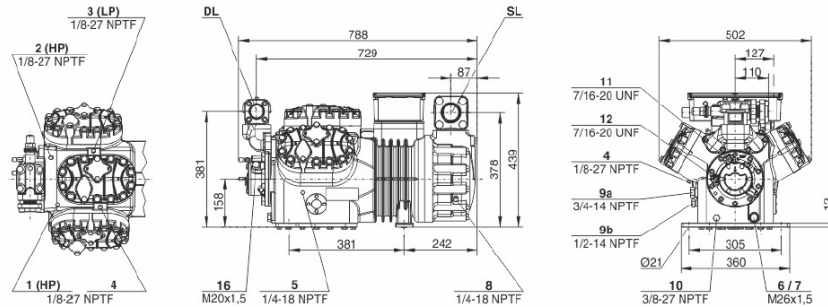
\*según EN12900 (temperatura de gas aspirado 20°C, sin subenfriamiento del líquido)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Datos técnicos: 6FE-44Y

Dimensiones y conexiones



Datos técnicos

Informaciones técnicas

Volumen desplazado (1450 rpm a 50 Hz)	151,6 m <sup>3</sup> /h
Volumen desplazado (1750 rpm a 60Hz)	183,0 m <sup>3</sup> /h
Nº de cilindros x diámetro x carrera	6 x 82 mm x 55 mm
Peso	239 kg
Presión máxima (BP/AP)	19 / 32 bar
Conexión línea aspiración	54 mm - 2 1/8"
Conexión línea descarga	42 mm - 1 5/8"
Tipo de aceite R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Aceite para R22 (R12/R502)	B5.2(Option)

Informaciones motor

Versión del motor	2
Tensión del motor (otro bajo demanda)	380-420V PW-3-50Hz
Intensidad máxima en funcionamiento	83.2 A
Relación de bobinado	50/50
Intensidad en arranque (rotor bloqueado)	219.0 A Y / 362.0 A YY
Potencia máx. absorbida	46,0 kW

Estándar de entrega

Protección motor	SE-B2, CM-RC-01(Option)
Clase de protección	IP54 (Standard), IP66 (Option)
Antivibradores	Standard
Carga de aceite	4,75 dm <sup>3</sup>

Opciones disponibles

Sensor de temperatura del gas comprimido	Option
Arranque en vacío	Option
Regulación de capacidad	100-66-33% (Option)
Regulación de capacidad - en continuo	100-10% (Option)
Ventilador adicional	Option
Sistema CIC	Option
Válvula de servicio aceite	Option
Calefactor de Cáster	140 W (Option)
Control de presión de aceite	MP54 (Option), Delta-P11

Nivel sonoro medido

Potencia sonora (-10°C / 45°C)	82,8 dB(A) @50Hz
Potencia sonora (-35°C / 40°C)	90,5 dB(A) @50Hz
Presión sonora @ 1m (-10°C / 45°C)	74,8 dB(A) @50Hz
Presión sonora @ 1m (-35°C / 40°C)	82,5 dB(A) @50Hz
Potencia sonora (-10°C / 45°C) R134a	80,8 dB(A) @50Hz
Presión sonora @ 1m (-10°C / 45°C) R134a	72,8 dB(A) @50Hz



## PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

### Compresores de Pistones Semi-herméticos

Motor 1 = e.g. 4TES-12 (4TCS-12.2) with 12"HP", primary for air-conditioning (e.g. R22,R407C) and air-conditioning with R134a at high ambient temperatures

Motor 2 = e.g. 4TES-9 (4TCS-8.2) with 8"HP", universal Motor for medium and low temperature application (e.g. R404A, R507A, R407A, R407F) and air-conditioning with R134a.

Motor 3 = e.g. 4TES-8, for medium temperature applications and R134a

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

Operation modes 4VES-7 (4VCS-6.2) to 6FE-44 (6F-40.2) and 44JE-30 (44J-26.2) to 66FE-88 (66F-80.2) with R407F/R407A/R22:

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

Datos de potencia con certificado ASERCOM:

El gremio de fabricantes europeos de componentes para la técnica frigorífica ha implementado un programa de certificación para los datos de potencia de los compresores frigoríficos. El alto estándar de esta certificación se garantiza por:

-- Verificación de la plausibilidad de los datos, realizada por expertos.

-- Mediciones regulares por institutos independientes.

Este elevado esfuerzo de trabajo tiene como consecuencia que únicamente se puedan presentar una cantidad limitada de compresores. Por esa razón todavía no se han certificado todos los compresores BITZER.

Los datos de potencia de los compresores que han satisfecho estas estrictas exigencias, pueden ostentar la etiqueta "ASERCOM certified". En este software se ha colocado la etiqueta de certificación de los compresores respectivos a la izquierda bajo el campo de resultados o en la impresión de los datos de potencia. Todos los compresores certificados y otras informaciones se hallan listadas en la página web de ASERCOM ([www.ASERCOM.org](http://www.ASERCOM.org)).

Datos de rendimiento con R404A/R507A a temperaturas de evaporación por debajo de -20°C con refrigeración adicional. Dependiente del tipo de la instalación, se tiene que considerar el consumo de potencia de un ventilador adicional.

Potencia del condensador:

Se puede calcular la potencia del condensador sin y con radiación térmica. Se puede seleccionar esta opción en el menú PROGRAMA/ Opciones. La radiación térmica es constantemente 5% de la demanda de energía. La potencia del condensador es indicada en la línea potenc. del cond. (con RT) o potencia del condensador.

Dato para los niveles sonoros:

Los datos de rendimientos están basados en un funcionamiento a 50Hz (unidad IP - 60Hz) y con R404A por defecto.

Nivel sonoro: los valores son dados en campo libre y semi esférico a 1 m de distancia con una tolerancia de +/-2 dB (A).

Informaciones de base sobre los datos sonoros:

Los valores han sido medidos en condiciones de laboratorio. Así, los compresores son puestos libremente sobre una bandeja maciza. Las tuberías están conectadas y en la medida de lo posible exentas de vibraciones y fijadas de manera flexible sobre la cámara de medida de tal modo que la transmisión de vibraciones al entorno es excluida. En un sistema real, diferencias significativas con las medidas de laboratorio pueden existir. El ruido emitido por el compresor puede reverberarse sobre las superficies del sistema, generando así un aumento del nivel sonoro del medio ambiente. Las vibraciones del compresor, según el grado de amortización de sus fijaciones, pueden a través de los pies del compresor y de las tuberías transmitirse a la instalación y entrar en resonancia con otros componentes del sistema, contribuyendo así al aumento del nivel sonoro ambiente. Si llega el caso, estas resonancias pueden ser minimizadas por la utilización de elementos amortiguadores y de fijaciones adaptados.

Leyenda y posición de las "Dimensiones":

- 1 Presostato de alta presión (AP)
- 2 Conexión para el sensor de temperatura de descarga (AP) (para 4VE(S)-6Y .. 4NES(-20Y) conexión para el sensor del CIC como alternativa
- 3 Presostato de baja presión (BP)
- 4 Sistema CIC: orificio de inyección (BP)
- 4b Conexión para el sensor de CIC
- 4c Conexión para el sensor de CIC (MP / funcionamiento con subenfriador)
- 5 Tapón llenado aceite
- 6 Tapón vaciado aceite
- 7 Filtro de aceite (tapón magnético)
- 8 Retorno de aceite (separador de aceite)
- 9 Conexión para la igualación de aceite y gas (funcionamiento en paralelo)
- 9a Conexión para la igualación de gas (funcionamiento en paralelo)
- 9b Conexión para la igualación de aceite (funcionamiento en paralelo)
- 10 Conexión para el calefactor de aceite
- 14 Conexión para la presión intermedia (MP)
- 15 Inyección de líquido (funcionamiento sin subenfriador de líquido y con válvula de expansión termostática)
- 16 Conexión para el monitoreo de aceite (monitoreo de aceite electro-óptico "OLC-K1" o interruptor diferencial de presión de aceite "Delta-PII")




PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

- 17 Entrada del refrigerante en el subenfriador de líquido
- 18 Salida del refrigerante en el subenfriador de líquido
- 19 Espacio de la abrazadera
- 20 Placa de bornas
- 21 Conexión para mantenimiento de la válvula de aceite
- 22 Válvula de alivio de presión a la atmósfera (lado descarga)
- 23 Válvula de alivio de presión a la atmósfera (lado aspiración)

SL Línea de aspiración  
DL Línea descarga

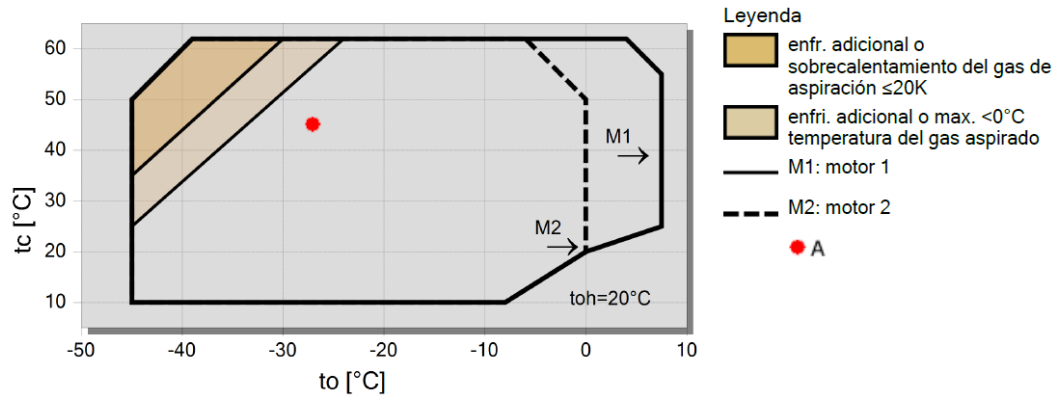
## 2.2 Información catálogo central de compresores 4xFE-28Y

	Central de compresores para cámaras de congelación
BITZER Software v6.5.0 rev1610	01.10.2016 / Todos los datos son susceptibles de cambio
	5 / 9

Límites de aplicación


4FE-28

100%





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

	Central de compresores para cámaras de congelación
BITZER Software v6.5.0 rev1610	01.10.2016 / Todos los datos son susceptibles de cambio

Resultado

	A				
Temp. de evaporación	-27,00 °C				
Temp. de condensación	45,0 °C				
Compresor	Total	4FE-28Y	4FE-28Y	4FE-28Y	4FE-28Y
Escalones de capacidad	--	100%	100%	100%	100%
Potencia frigorífica	104,7 kW	26,2 kW	26,2 kW	26,2 kW	26,2 kW
Potencia frigorífica *	--	25,5 kW	25,5 kW	25,5 kW	25,5 kW
Potencia en el evap.	104,7 kW	26,2 kW	26,2 kW	26,2 kW	26,2 kW
Ratio	--	25,0 %	25,0 %	25,0 %	25,0 %
Potencia absorbida	64,8 kW	16,19 kW	16,19 kW	16,19 kW	16,19 kW
Corriente (400V)	121,8 A	30,5 A	30,5 A	30,5 A	30,5 A
Gama de tensiones	--	--	--	--	--
Capacidad del condensador	169,4 kW	42,4 kW	42,4 kW	42,4 kW	42,4 kW
COP/EER	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
COP/EER *	--	1,57	1,57	1,57	1,57
Caudal másico	2968 kg/h	742 kg/h	742 kg/h	742 kg/h	742 kg/h
Modo de funcionamiento	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar	Estándar
Temp. Gas de descarga no enfriado	117,1 °C	117,1 °C	117,1 °C	117,1 °C	117,1 °C

Considere las notas detalladas con respecto al calculo de carga parcial!

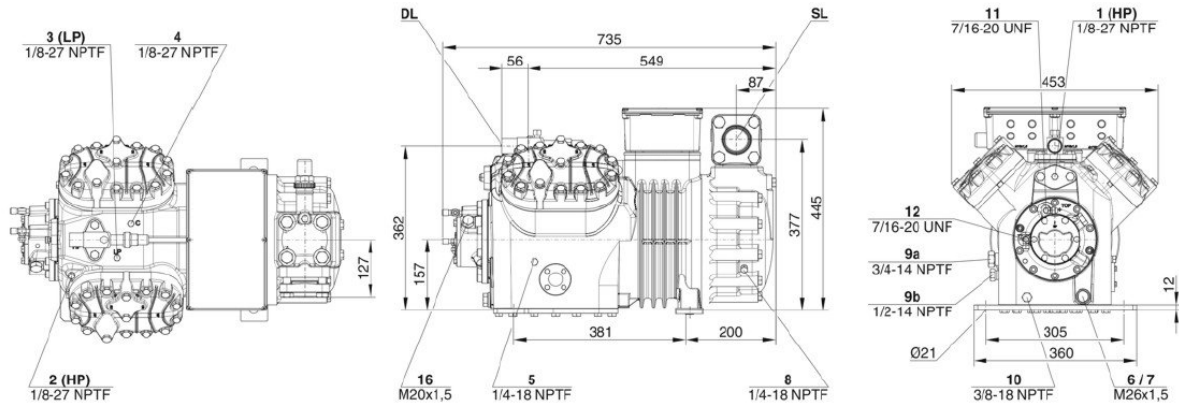
\*según EN12900 (temperatura de gas aspirado 20°C, sin subenfriamiento del líquido)



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

## Datos técnicos: 4FE-28Y

### Dimensiones y conexiones



### Datos técnicos

#### Informaciones técnicas

Volumen desplazado (1450 rpm a 50 Hz)	101,8 m <sup>3</sup> /h
Volumen desplazado (1750 rpm a 60Hz)	121,3 m <sup>3</sup> /h
Nº de cilindros x diámetro x carrera	4 x 82 mm x 55 mm
Peso	207 kg
Presión máxima (BP/AP)	19 / 32 bar
Conexión línea aspiración	54 mm - 2 1/8"
Conexión línea descarga	28 mm - 1 1/8"
Tipo de aceite R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Aceite para R22 (R12/R502)	B5.2(Option)

#### Informaciones motor

Versión del motor	2
Tensión del motor (otro bajo demanda)	380-420V -50Hz
Intensidad máxima en funcionamiento	52.8 A
Relación de bobinado	50/50
Intensidad en arranque (rotor bloqueado)	141.0 A Y / 233.0 A YY
Potencia máx. absorbida	31,0 kW

#### Estándar de entrega

Protección motor	SE-B2, CM-RC-01(Option)
Clase de protección	IP54 (Standard), IP66 (Option)
Antivibradores	Standard
Carga de aceite	4,50 dm <sup>3</sup>

#### Opciones disponibles

Sensor de temperatura del gas comprimido	Option
Arranque en vacío	Option
Regulación de capacidad	100-50% (Option)
Regulación de capacidad - en continuo	100-10% (Option)
Ventilador adicional	Option
Sistema CIC	Option
Válvula de servicio aceite	Option
Calefactor de Cáster	140 W (Option)
Control de presión de aceite	MP54 (Option), Delta-PII

#### Nivel sonoro medido

Potencia sonora (-10°C / 45°C)	81,0 dB(A) @50Hz
Potencia sonora (-35°C / 40°C)	86,5 dB(A) @50Hz
Presión sonora @ 1m (-10°C / 45°C)	73 dB(A) @50Hz
Presión sonora @ 1m (-35°C / 40°C)	78,5 dB(A) @50Hz
Potencia sonora (-10°C / 45°C) R134a	79 dB(A) @50Hz
Presión sonora @ 1m (-10°C / 45°C) R134a	71 dB(A) @50Hz





## PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

### Compresores de Pistones Semi-herméticos

Motor 1 = e.g. 4TES-12 (4TCS-12.2) with 12"HP", primary for air-conditioning (e.g. R22,R407C) and air-conditioning with R134a at high ambient temperatures

Motor 2 = e.g. 4TES-9 (4TCS-8.2) with 8"HP", universal Motor for medium and low temperature application (e.g. R404A, R507A, R407A, R407F) and air-conditioning with R134a.

Motor 3 = e.g. 4TES-8, for medium temperature applications and R134a

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

Operation modes 4VES-7 (4VCS-6.2) to 6FE-44 (6F-40.2) and 44JE-30 (44J-26.2) to 66FE-88 (66F-80.2) with R407F/R407A/R22:

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

Datos de potencia con certificado ASERCOM:

El gremio de fabricantes europeos de componentes para la técnica frigorífica ha implementado un programa de certificación para los datos de potencia de los compresores frigoríficos. El alto estándar de esta certificación se garantiza por:

-- Verificación de la plausibilidad de los datos, realizada por expertos.

-- Mediciones regulares por institutos independientes.

Este elevado esfuerzo de trabajo tiene como consecuencia que únicamente se puedan presentar una cantidad limitada de compresores. Por esa razón todavía no se han certificado todos los compresores BITZER.

Los datos de potencia de los compresores que han satisfecho estas estrictas exigencias, pueden ostentar la etiqueta "ASERCOM certified". En este software se ha colocado la etiqueta de certificación de los compresores respectivos a la izquierda bajo el campo de resultados o en la impresión de los datos de potencia. Todos los compresores certificados y otras informaciones se hallan listadas en la página web de ASERCOM ([www.ASERCOM.org](http://www.ASERCOM.org)).

Datos de rendimiento con R404A/R507A a temperaturas de evaporación por debajo de -20°C con refrigeración adicional. Dependiente del tipo de la instalación, se tiene que considerar el consumo de potencia de un ventilador adicional.

Potencia del condensador:

Se puede calcular la potencia del condensador sin y con radiación térmica. Se puede seleccionar esta opción en el menú PROGRAMA/ OPIONES. La radiación térmica es constantemente 5% de la demanda de energía. La potencia del condensador es indicada en la línea potenc. del cond. (con RT) o potencia del condensador.

Dato para los niveles sonoros:

Los datos de rendimientos están basados en un funcionamiento a 50Hz (unidad IP - 60Hz) y con R404A por defecto.

Nivel sonoro: los valores son dados en campo libre y semi esférico a 1 m de distancia con una tolerancia de +/-2 dB (A).

Informaciones de base sobre los datos sonoros:

Los valores han sido medidos en condiciones de laboratorio. Así, los compresores son puestos libremente sobre una bandeja maciza. Las tuberías están conectadas y en la medida de lo posible exentas de vibraciones y fijadas de manera flexible sobre la cámara de medida de tal modo que la transmisión de vibraciones al entorno es excluida. En un sistema real, diferencias significativas con las medidas de laboratorio pueden existir. El ruido emitido por el compresor puede reverberarse sobre las superficies del sistema, generando así un aumento del nivel sonoro del medio ambiente. Las vibraciones del compresor, según el grado de amortización de sus fijaciones, pueden a través de los pies del compresor y de las tuberías transmitirse a la instalación y entrar en resonancia con otros componentes del sistema, contribuyendo así al aumento del nivel sonoro ambiente. Si llega el caso, estas resonancias pueden ser minimizadas por la utilización de elementos amortiguadores y de fijaciones adaptados.

Leyenda y posición de las "Dimensiones":

1 Presostato de alta presión (AP)

2 Conexión para el sensor de temperatura de descarga (AP) (para 4VE(S)-6Y .. 4NES(-20Y) conexión para el sensor del CIC como alternativa

3 Presostato de baja presión (BP)

4 Sistema CIC: orificio de inyección (BP)

4b Conexión para el sensor de CIC

4c Conexión para el sensor de CIC (MP / funcionamiento con subenfriador)

5 Tapón llenado aceite

6 Tapón vaciado aceite

7 Filtro de aceite (tapón magnético)

8 Retorno de aceite (separador de aceite)

9 Conexión para la igualación de aceite y gas (funcionamiento en paralelo)

9a Conexión para la igualación de gas (funcionamiento en paralelo)

9b Conexión para la igualación de aceite (funcionamiento en paralelo)

10 Conexión para el calefactor de aceite

14 Conexión para la presión intermedia (MP)

15 Inyección de líquido (funcionamiento sin subenfriador de líquido y con válvula de expansión termostática)

16 Conexión para el monitoreo de aceite (monitoreo de aceite electro-óptico "OLC-K1" o interruptor diferencial de presión de aceite "Delta-PII")




PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

- 17 Entrada del refrigerante en el subenfriador de líquido
- 18 Salida del refrigerante en el subenfriador de líquido
- 19 Espacio de la abrazadera
- 20 Placa de bornas
- 21 Conexión para mantenimiento de la válvula de aceite
- 22 Válvula de alivio de presión a la atmósfera (lado descarga)
- 23 Válvula de alivio de presión a la atmósfera (lado aspiración)

SL Línea de aspiración  
DL Línea descarga

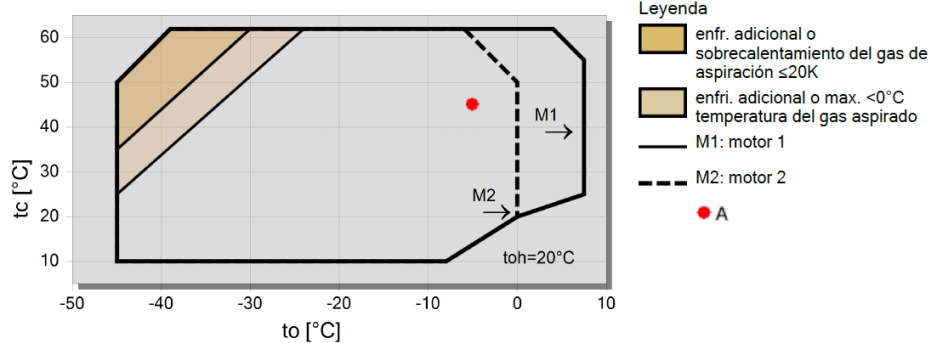
### 2.3 Información catálogo central de compresores 2x4JE15Y

	Central de compresores para el pasillas y el SAS
BITZER Software v6.5.0 rev1610	01.10.2016 / Todos los datos son susceptibles de cambio
	5 / 9

Límites de aplicación


4JE-15

100%





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

	Central de compresores para el pasillas y el SAS
BITZER Software v6.5.0 rev1610	01.10.2016 / Todos los datos son susceptibles de cambio

Resultado

	A		
Temp. de evaporación	-5,00 °C		
Temp. de condensación	45,0 °C		
Compresor	Total	4JE-15Y	4JE-15Y
Escalones de capacidad	--	100%	100%
Potencia frigorífica	83,2 kW	41,6 kW	41,6 kW
Potencia frigorífica *	--	40,4 kW	40,4 kW
Potencia en el evap.	83,2 kW	41,6 kW	41,6 kW
Ratio	--	50,0 %	50,0 %
Potencia absorbida	30,7 kW	15,34 kW	15,34 kW
Corriente (400V)	52,2 A	26,1 A	26,1 A
Gama de tensiones	--	--	--
Capacidad del condensador	113,9 kW	56,9 kW	56,9 kW
COP/EER	2,71	2,71	2,71
COP/EER *	--	2,64	2,64
Caudal másico	2454 kg/h	1227 kg/h	1227 kg/h
Modo de funcionamiento	Estándar	Estándar	Estándar
Temp. Gas de descarga no enfriado	83,7 °C	83,7 °C	83,7 °C

Considere las notas detalladas con respecto al calculo de carga parcial!

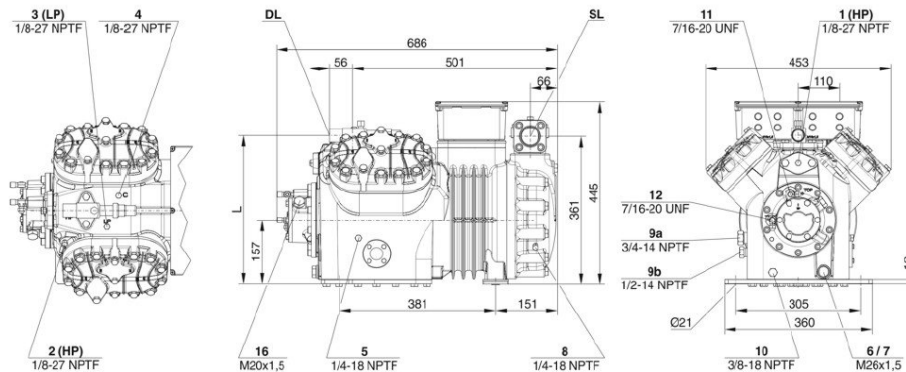
\*según EN12900 (temperatura de gas aspirado 20°C, sin subenfriamiento del líquido)

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

	<b>Central de compresores para el pasillas y el SAS</b>
BITZER Software v6.5.0 rev1610	01.10.2016 / Todos los datos son susceptibles de cambio
	7 / 9

### Datos técnicos: 4JE-15Y

#### Dimensiones y conexiones



#### Datos técnicos

##### Informaciones técnicas

Volumen desplazado (1450 rpm a 50 Hz)	63,5 m <sup>3</sup> /h
Volumen desplazado (1750 rpm a 60Hz)	76,64 m <sup>3</sup> /h
Nº de cilindros x diámetro x carrera	4 x 65 mm x 55 mm
Peso	179 kg
Presión máxima (BP/AP)	19 / 32 bar
Conexión línea aspiración	42 mm - 1 5/8"
Conexión línea descarga	28 mm - 1 1/8"
Tipo de aceite R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Aceite para R22 (R12/R502)	B5.2(Option)

##### Informaciones motor

Versión del motor	2
Tensión del motor (otro bajo demanda)	380-420V -50Hz
Intensidad máxima en funcionamiento	30.8 A
Relación de bobinado	50/50
Intensidad en arranque (rotor bloqueado)	97.0 A Y / 158.0 A YY
Potencia máx. absorbida	19,0 kW

##### Estándar de entrega

Protección motor	SE-B2, CM-RC-01(Option)
Clase de protección	IP54 (Standard), IP66 (Option)
Antivibradores	Standard
Carga de aceite	4,00 dm <sup>3</sup>

##### Opciones disponibles

Sensor de temperatura del gas comprimido	Option
Arranque en vacío	Option
Regulación de capacidad	100-50% (Option)
Regulación de capacidad - en continuo	100-10% (Option)
Ventilador adicional	Option
Sistema CIC	Option
Válvula de servicio aceite	Option
Calefactor de Cáster	140 W (Option)
Control de presión de aceite	MP54 (Option), Delta-PII

##### Nivel sonoro medido

Potencia sonora (-10°C / 45°C)	77,5 dB(A) @50Hz
Potencia sonora (-35°C / 40°C)	81,0 dB(A) @50Hz
Presión sonora @ 1m (-10°C / 45°C)	69,5dB(A) @50Hz
Presión sonora @ 1m (-35°C / 40°C)	73 dB(A) @50Hz
Potencia sonora (-10°C / 45°C) R134a	75,5 dB(A) @50Hz
Presión sonora @ 1m (+5°C / 50°C) R134a	
Presión sonora @ 1m (-10°C / 45°C) R134a	67,5 dB(A) @50Hz



## PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

### Compresores de Pistones Semi-herméticos

Motor 1 = e.g. 4TES-12 (4TCS-12.2) with 12"HP", primary for air-conditioning (e.g. R22,R407C) and air-conditioning with R134a at high ambient temperatures

Motor 2 = e.g. 4TES-9 (4TCS-8.2) with 8"HP", universal Motor for medium and low temperature application (e.g. R404A, R507A, R407A, R407F) and air-conditioning with R134a.

Motor 3 = e.g. 4TES-8, for medium temperature applications and R134a

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

Operation modes 4VES-7 (4VCS-6.2) to 6FE-44 (6F-40.2) and 44JE-30 (44J-26.2) to 66FE-88 (66F-80.2) with R407F/R407A/R22:

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

Datos de potencia con certificado ASERCOM:

El gremio de fabricantes europeos de componentes para la técnica frigorífica ha implementado un programa de certificación para los datos de potencia de los compresores frigoríficos. El alto estándar de esta certificación se garantiza por:

-- Verificación de la plausibilidad de los datos, realizada por expertos.

-- Mediciones regulares por institutos independientes.

Este elevado esfuerzo de trabajo tiene como consecuencia que únicamente se puedan presentar una cantidad limitada de compresores. Por esa razón todavía no se han certificado todos los compresores BITZER.

Los datos de potencia de los compresores que han satisfecho estas estrictas exigencias, pueden ostentar la etiqueta "ASERCOM certified". En este software se ha colocado la etiqueta de certificación de los compresores respectivos a la izquierda bajo el campo de resultados o en la impresión de los datos de potencia. Todos los compresores certificados y otras informaciones se hallan listadas en la página web de ASERCOM ([www.ASERCOM.org](http://www.ASERCOM.org)).

Datos de rendimiento con R404A/R507A a temperaturas de evaporación por debajo de -20°C con refrigeración adicional. Dependiente del tipo de la instalación, se tiene que considerar el consumo de potencia de un ventilador adicional.

Potencia del condensador:

Se puede calcular la potencia del condensador sin y con radiación térmica. Se puede seleccionar esta opción en el menú PROGRAMA/ OPIONES. La radiación térmica es constantemente 5% de la demanda de energía. La potencia del condensador es indicada en la línea potenc. del cond. (con RT) o potencia del condensador.

Dato para los niveles sonoros:

Los datos de rendimientos están basados en un funcionamiento a 50Hz (unidad IP - 60Hz) y con R404A por defecto.

Nivel sonoro: los valores son dados en campo libre y semi esférico a 1 m de distancia con una tolerancia de +/-2 dB (A).

Informaciones de base sobre los datos sonoros:

Los valores han sido medidos en condiciones de laboratorio. Así, los compresores son puestos libremente sobre una bandeja maciza. Las tuberías están conectadas y en la medida de lo posible exentas de vibraciones y fijadas de manera flexible sobre la cámara de medida de tal modo que la transmisión de vibraciones al entorno es excluida. En un sistema real, diferencias significativas con las medidas de laboratorio pueden existir. El ruido emitido por el compresor puede reverberarse sobre las superficies del sistema, generando así un aumento del nivel sonoro del medio ambiente. Las vibraciones del compresor, según el grado de amortización de sus fijaciones, pueden a través de los pies del compresor y de las tuberías transmitirse a la instalación y entrar en resonancia con otros componentes del sistema, contribuyendo así al aumento del nivel sonoro ambiente. Si llega el caso, estas resonancias pueden ser minimizadas por la utilización de elementos amortiguadores y de fijaciones adaptados.

Leyenda y posición de las "Dimensiones":

- 1 Presostato de alta presión (AP)
- 2 Conexión para el sensor de temperatura de descarga (AP) (para 4VE(S)-6Y .. 4NES(-20Y) conexión para el sensor del CIC como alternativa
- 3 Presostato de baja presión (BP)
- 4 Sistema CIC: orificio de inyección (BP)
- 4b Conexión para el sensor de CIC
- 4c Conexión para el sensor de CIC (MP / funcionamiento con subenfriador)
- 5 Tapón llenado aceite
- 6 Tapón vaciado aceite
- 7 Filtro de aceite (tapón magnético)
- 8 Retorno de aceite (separador de aceite)
- 9 Conexión para la igualación de aceite y gas (funcionamiento en paralelo)
- 9a Conexión para la igualación de gas (funcionamiento en paralelo)
- 9b Conexión para la igualación de aceite (funcionamiento en paralelo)
- 10 Conexión para el calefactor de aceite
- 14 Conexión para la presión intermedia (MP)
- 15 Inyección de líquido (funcionamiento sin subenfriador de líquido y con válvula de expansión termostática)
- 16 Conexión para el monitoreo de aceite (monitorización de aceite electro-óptico "OLC-K1" o interruptor diferencial de presión de aceite "Delta-PII")



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

- 17 Entrada del refrigerante en el subenfriador de líquido
- 18 Salida del refrigerante en el subenfriador de líquido
- 19 Espacio de la abrazadera
- 20 Placa de bornas
- 21 Conexión para mantenimiento de la válvula de aceite
- 22 Válvula de alivio de presión a la atmósfera (lado descarga)
- 23 Válvula de alivio de presión a la atmósfera (lado aspiración)

SL Línea de aspiración  
DL Línea descarga

## 2.4 Información catálogo condensador CBN-638



Selección de condensadores axiales/radiales / Datos técnicos

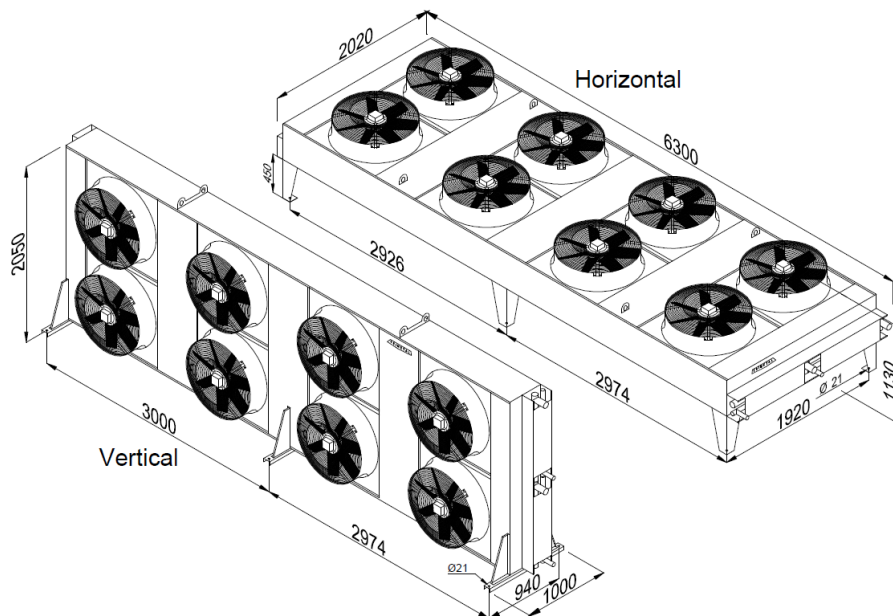
01/10/2016 11:44:

FRIMETAL, S.A.  
c/ San Toribio, 6, 28031 Madrid, España  
www.frimetal.es / com@frimetal.es  
Fax: +34 91 7774761  
Tlf: +34 91 3030426

<u>Modelo</u>	<b>CBN-638 D</b>	<u>Batería</u>	
Capacidad D	425.333 W	Superficie (m2)	2310
Refrigerante	R-404 A	Conexión entrada (mm)	2x79
Temp. Condensación	45°C	Conexión salida (mm)	2x54
Temp. Ambiente	35°C	Volumen interior (dm3)	228

### Motoventiladores

Nº ventiladores	8	Peso total (kg)	1624
Diámetro (mm)	800		
Nivel sonoro (dBA 10 m) D	57		
Nivel sonoro (dBA 10 m) Y	51		
Caudal aire (m3/h) D	140.800	Potencia total (W) D	14.400
Caudal aire (m3/h) Y	107.200	Potencia total (W) Y	9.200
rpm D	900	Consumo total (A) D	31,2
rpm Y	680	Consumo total (A) Y	17,6





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

2.5 Información catálogo condensador CBN-274



Selección de condensadores axiales/radiales / Datos técnicos

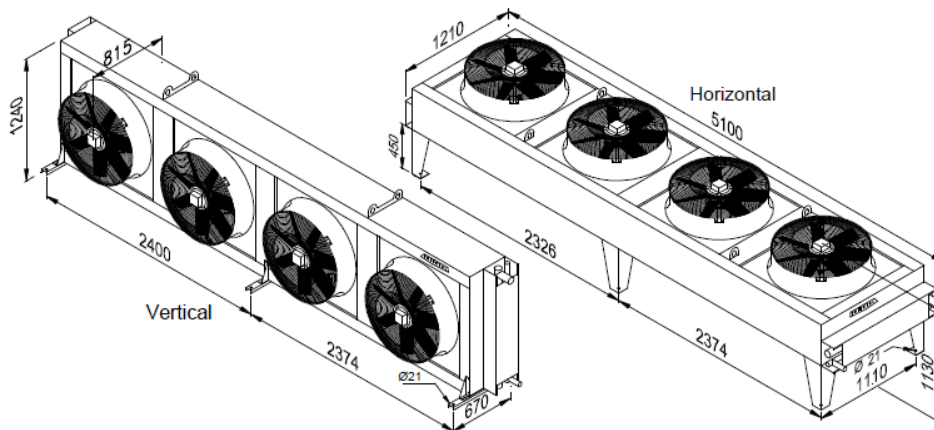
01/10/2016 11:48:24

FRIMETAL, S.A.  
c/ San Toribio, 6, 28031 Madrid, España  
www.frimetal.es / com@frimetal.es  
Fax: +34 91 7774761  
Tlf: +34 91 3030426

<u>Modelo</u>	<u>CBN-274</u>	<u>Y</u>	<u>Batería</u>	
Capacidad Y	148.000 W		Superficie (m2)	739
Refrigerante	R-404 A		Conexión entrada (mm)	79
Temp. Condensación	45°C		Conexión salida (mm)	54
Temp. Ambiente	35°C		Volumen interior (dm3)	73

Motoventiladores

Nº ventiladores	4	Peso total (kg)	653
Diámetro (mm)	800		
Nivel sonoro (dBA 10 m) D	54		
Nivel sonoro (dBA 10 m) Y	48		
Caudal aire (m3/h) D	72.400	Potencia total (W) D	7.200
Caudal aire (m3/h) Y	54.000	Potencia total (W) Y	4.600
rpm D	900	Consumo total (A) D	15,6
rpm Y	680	Consumo total (A) Y	8,8





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

2.6 Información catálogo condensador CBN-160



Selección de condensadores axiales/radiales / Datos técnicos

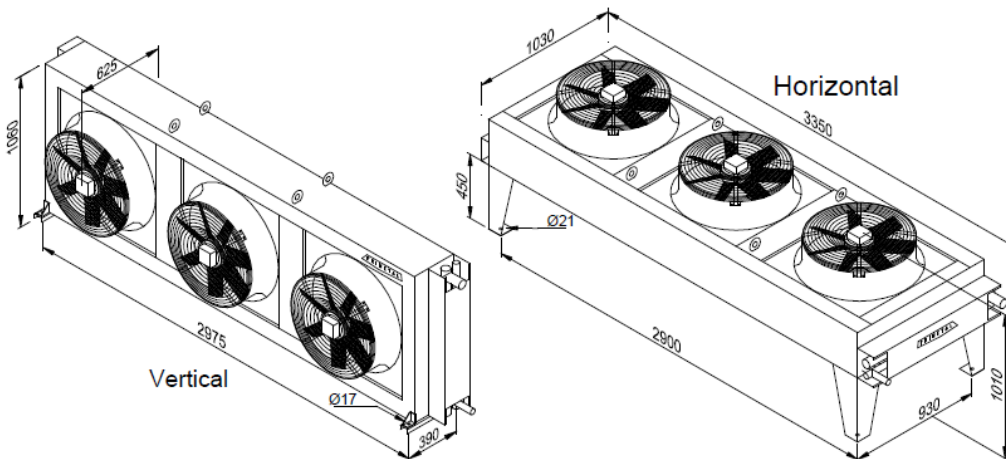
01/10/2016 11:50

FRIMETAL, S.A.  
c/ San Toribio, 6, 28031 Madrid, España  
www.frimetal.es / com@frimetal.es  
Fax: +34 91 7774761  
Tlf: +34 91 3030426

<u>Modelo</u>	<u>CBN-160 D</u>	<u>Batería</u>	
Capacidad D	106.667 W	Superficie (m2)	236
Refrigerante	R-404 A	Conexión entrada (mm)	66
Temp. Condensación	45°C	Conexión salida (mm)	42
Temp. Ambiente	35°C	Volumen interior (dm3)	34

Motoventiladores

Nº ventiladores	3	Peso total (kg)	304
Diámetro (mm)	630		
Nivel sonoro (dBA 10 m) D	64		
Nivel sonoro (dBA 10 m) Y	59		
Caudal aire (m3/h) D	40.500	Potencia total (W) D	5.700
Caudal aire (m3/h) Y	31.500	Potencia total (W) Y	3.600
rpm D	1.310	Consumo total (A) D	9,6
rpm Y	1.050	Consumo total (A) Y	5,85







PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

## 2.7 Información catálogo evaporador FRM-1780

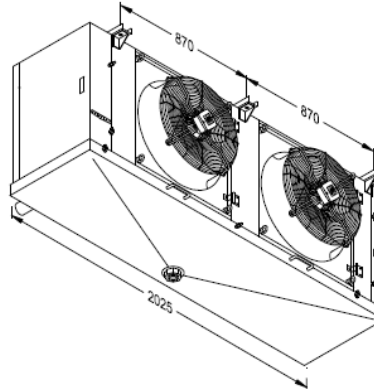
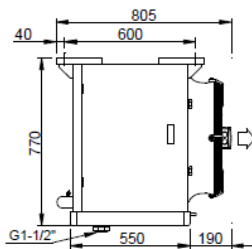


### Selección de evaporadores / Datos técnicos

01/10/2016 11:55:4

FRIMETAL, S.A.  
c/ San Toribio, 6, 28031 Madrid, España  
www.frimetal.es / com@frimetal.es  
Fax: +34 91 7774761  
Tif: +34 91 3030426

<u>Modelo</u>	<u>FRM-1780</u>	<u>Batería</u>	
Refrigerante	R-404 A	Superficie (m2)	145
Capacidad	29.155 W	Conexión entrada	22
Temperatura de cámara	-2°C	Conexión salida (mm)	54
Salto térmico DT1	8°C	Vol. Interior (dm3)	28
		Separación de aletas (mm)	4,2
<u>Ventiladores</u>		<u>Resistencias desescarche (opcionales)</u>	
Número ventiladores	2	nº	Reducido 8 Normal 8
Diámetro (mm)	500	Potencia (W)	12.200
Corriente	400V/3 50/60Hz		
Caudal aire (m3/h)	11.260		
Potencia total (W)	1.440		
Consumo total (A)	2,82		
Nivel sonoro (dBA 10 m)	50		
Proyección (m)	18	Peso total (kg)	159





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

2.8 Información catálogo evaporador FRM-2590

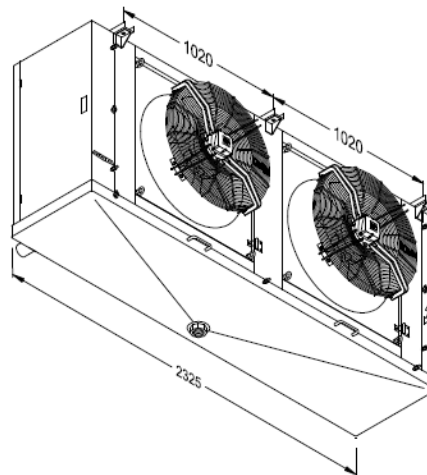
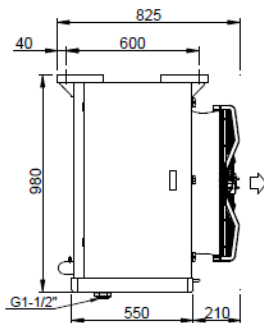


Selección de evaporadores / Datos técnicos

01/10/2016 12:0

FRIMETAL, S.A.  
c/ San Toribio, 6, 28031 Madrid, España  
www.frimetal.es / com@frimetal.es  
Fax: +34 91 7774761  
Tlf: +34 91 3030426

<u>Modelo</u>	FRM-2590	<u>Batería</u>	
Refrigerante	R-404 A	Superficie (m2)	175
Capacidad	44.835 W	Conexión entrada	28
Temperatura de cámara	-2°C	Conexión salida (mm)	66
Salto térmico DT1	8°C	Vol. Interior (dm3)	34
		Separación de aletas (mm)	4,2
<u>Ventiladores</u>		<u>Resistencias desescarche (opcionales)</u>	
Número ventiladores	2		
Diámetro (mm)	630	Reducido	Normal
Corriente	400V/3 50Hz	nº	8
Caudal aire (m3/h)	24.100	Potencia (W)	14.400
Potencia total (W)	3.800		
Consumo total (A)	6,4		
Nivel sonoro (dBA 10 m)	62		
Proyección (m)	32		
		Peso total (kg)	224





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

2.9 Información catálogo evaporador FRL-1795

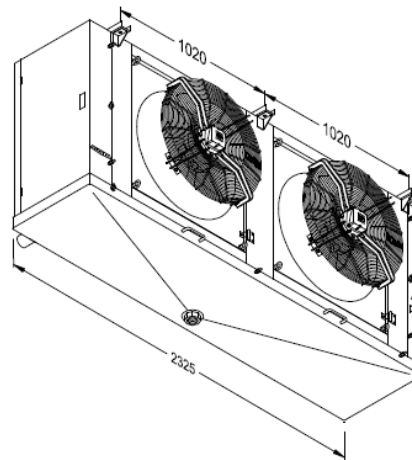
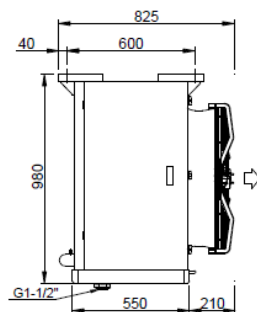


Selección de evaporadores / Datos técnicos

01/10/2016 12:00:5

FRIMETAL, S.A.  
c/ San Toribio, 6, 28031 Madrid, España  
www.frimetal.es / com@frimetal.es  
Fax: +34 91 7774761  
Tlf: +34 91 3030426

<u>Modelo</u>	FRL-1795	<u>Batería</u>	
Refrigerante	R-404 A	Superficie (m2)	88
Capacidad	26.813 W	Conexión entrada	28
Temperatura de cámara	-20°C	Conexión salida (mm)	66
Salto térmico DT1	7°C	Vol. Interior (dm3)	34
		Separación de aletas (mm)	9
<u>Ventiladores</u>		<u>Resistencias desescarche (opcionales)</u>	
Número ventiladores	2		
Diámetro (mm)	630	Reducido	Normal
Corriente	230V/3 50Hz	nº	8
Caudal aire (m3/h)	27.500	Potencia (W)	16.000
Potencia total (W)	3.800		
Consumo total (A)	6,4		
Nivel sonoro (dBA 10 m)	62		
Proyección (m)	32		
		Peso total (kg)	224





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3 SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

2.10 Información catálogo evaporador PIMN-72



Selección de evaporadores / Datos técnicos

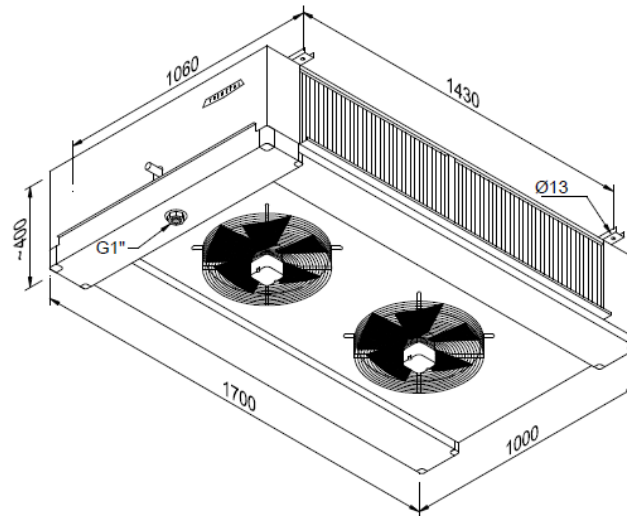
01/10/2016 12:09

FRIMETAL, S.A.  
c/ San Toribio, 6, 28031 Madrid, España  
www.frimetal.es / com@frimetal.es  
Fax: +34 91 7774761  
Tlf: +34 91 3030426

<u>Modelo</u>	<u>PIMN-72</u>	<u>Batería</u>	
Refrigerante	R-404 A	Superficie (m2)	45,5
Capacidad	14.131 W	Conexión entrada	1/2"
Temperatura de cámara	5°C	Conexión salida (mm)	28
Salto térmico DT1	10°C	Vol. Interior (dm3)	8,8
		Separación de aletas (mm)	4,2

<u>Ventiladores</u>		<u>Resistencias desescarche (opcionales)</u>		
Número ventiladores	2	nº	Reducido	Normal
Diámetro (mm)	400	Potencia (W)	4	5.600
Corriente	230V/1 50Hz			
Caudal aire (m3/h)	5.800			
Potencia total (W)	300			
Consumo total (A)	1,32			
Nivel sonoro (dBA 10 m)	45			
Proyección (m)	6	Peso total (kg)	88	



## 3. PRESUPUESTO



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

## Contenido

3.1.	Resumen del presupuesto.....	1
3.2.	Presupuesto completo con descompuestos .....	2
3.3.	Estudio del presupuesto.....	23



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

**3.1. Resumen del presupuesto**

01	UO01	Aislamiento y cerramientos	197.760,89
01.01	UO01.1	Cámara de conservación de 320 m3 (uds)	30.930,84
01.02	UO01.2	Cámara de conservación de 490 m3 (uds)	67.551,70
01.03	UO01.3	Cámara de congelación de 534 m3 (uds)	68.908,44
01.04	UO01.4	SAS y pasillo (uds)	25.701,91
01.05	UO01.5	Sala de máquinas (uds)	4.668,00
02	UO02	Equipo frigorífico	195.135,73
02.01	UO02.1	Instalación equipos de central de cámaras de conservación (uds)	117.390,96
02.02	UO02.2	Instalación equipos de central de cámaras de congelación (uds)	77.744,77
03	UO03	Instalación hidráulica	14.941,64
03.01	UO03.1	Instalación de tuberías de central de cámaras de conservación uds	7.590,34
03.02	UO03.2	Instalación de tuberías de central de cámaras de congelación uds	3.731,68
03.03	UO03.3	Instalación de tuberías de central de SAS y pasillo uds1	3.619,62
04	UO04	Instalación eléctrica	27.772,14
04.01	UO04.1	Instalación eléctrica para centrales cámaras de conservación uds	11.814,28
04.02	UO04.2	Instalación eléctrica para centrales cámaras de congelación uds	9.757,16
04.03	UO04.3	Instalación eléctrica para centrales SAS y pasillo	6.200,70
05	UO05	Transporte marítimo	38.148,00

<b>PRESUPUESTO MATERIAL</b>	<b>DE</b>	<b>EJECUCIÓN</b>	<b>473.758,40</b>
.....			
13% Generales		Gastos	61.588,59
.....			
6% Industrial		Beneficio	28.425,50
.....			
<b>PRESUPUESTO BRUTO</b>			<b>563.772,49</b>
.....			
18% I.V.A.			118.381,7
.....			
<b>PRESUPUESTO LIQUIDO</b>			<b>682.154,2€</b>
.....			



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

**3.2. Presupuesto completo con descompuestos**

**01 Aislamiento y cerramientos**

**01.01 Cámara de conservación de 320 m3 (uds)**

01.01.01 Instalación de perfiles de pie U 100mm m

U001.1.1

000001	Perfil U lacado de 100mm de base	26,00	4,60	119,60
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	5,20	15,77	81,90
MOOA10a	Ayudante construcción h	5,20	13,63	70,98

Clase: Mano de Obra 152,88

Clase: Material 119,60

Total partida 01.01.01 .....26,00 ..10,48 ..... 277,94

01.01.02 Instalación de paneles pared poliuretano esp 100mm m2

U001.1.2

PNTU11ce	Espuma poliuretano 100 mm encajado m2	124,00	27,50	3.410,00
MOOA10a	Ayudante construcción h	37,20	13,63	507,16
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	37,20	15,77	586,52

Clase: Mano de Obra 1.093,68

Clase: Material 3.410,00

Total partida 01.01.02 ..... 124,00 ..36,32 ..... 4.594,20

01.01.03 Instalación de paneles techo poliuretano esp 100mm m2

U001.1.3

PNTU11ce	Espuma poliuretano 100 mm encajado m2	72,00	27,50	1.980,00
MOOA10a	Ayudante construcción h	21,60	13,63	294,48
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	21,60	15,77	340,56

Clase: Mano de Obra 635,04

Clase: Material 1.980,00

Total partida 01.01.03 .....72,00 ..36,32 ..... 2.667,60

01.01.04 Instalación de perfiles L interiores m

U001.1.4

PERFILL5050	Perfil L interior 50x 50 m	54,00	2,50	135,00
MOOA10a	Ayudante construcción h	5,40	13,63	73,44
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	5,40	15,77	85,32





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Clase: Mano de Obra	158,76
Clase: Material	135,00
<b>Total partida 01.01.04</b>	<b>54,00 .....5,44 ..... 299,70</b>

**01.01.05 Instalación de perfiles L exteriores m**

UO01.1.5

PERFILL150100	Perfil L 150x100 mm m	54,00	3,20	172,80
MOOA10a	Ayudante construcción h	5,40	13,63	73,44
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	5,40	15,77	85,32

Clase: Mano de Obra	158,76
Clase: Material	172,80

<b>Total partida 01.01.05</b>	<b>54,00 .....6,14 ..... 338,04</b>
-------------------------------	-------------------------------------

**01.01.06 Instalación de perfiles Omega para sustentación de panel techo m**

UO01.1.6

PERFILOMEGA	Perfil Omega de aluminio sustentación panel	10,00	1,75	17,50
MOOA10a	Ayudante construcción h	2,00	13,63	27,30
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	2,00	15,77	31,50

Clase: Mano de Obra	58,80
Clase: Material	17,50

<b>Total partida 01.01.06</b>	<b>10,00 .....7,63 ..... 77,80</b>
-------------------------------	------------------------------------

**01.01.07 Instalación de puerta corredera positiva 200x260 cm (uds)**

PUERTA200x260

PUerta200x2601	Puerta corredera positiva 200x260 cm (uds)	1,00	2.000,00	2.000,00
MOOA10a	Ayudante construcción h	0,50	13,63	6,82
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	0,50	15,77	7,89

Clase: Mano de Obra	14,71
Clase: Material	2.000,00

<b>Total partida 01.01.07</b>	<b>1,00 .....2.014,71 ..... 2.055,00</b>
-------------------------------	--

<b>Total capítulo 01.01</b>	<b>10.310,28</b>
-----------------------------	------------------

**01.02 Cámara de conservación de 490 m3 (uds)**

**01.02.01 Instalación de perfiles de pie U 100mm m**

UO01.1.1

000001	Perfil U lacado de 100mm de base	52,50	4,60	241,50
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	10,50	15,77	165,38



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

	MOOA10a	Ayudante construcción h	10,50	13,63	143,33
		Clase: Mano de Obra			308,70
		Clase: Material			241,50
		Total partida 01.02.01 .....	52,50	10,48	561,23
<b>01.02.02</b>		<b>Instalación de paneles pared poliuretano esp 100mm m2</b>			
U001.1.2					
	PNTU11ce	Espuma poliuretano 100 mm encajado m2	173,00	27,50	4.757,50
	MOOA10a	Ayudante construcción h	51,90	13,63	707,57
	MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	51,90	15,77	818,29
		Clase: Mano de Obra			1.525,86
		Clase: Material			4.757,50
		Total partida 01.02.02 .....	173,00	36,32	6.409,65
<b>01.02.03</b>		<b>Instalación de paneles techo poliuretano esp 100mm m2</b>			
U001.1.3					
	PNTU11ce	Espuma poliuretano 100 mm encajado m2	100,00	27,50	2.750,00
	MOOA10a	Ayudante construcción h	30,00	13,63	409,00
	MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	30,00	15,77	473,00
		Clase: Mano de Obra			882,00
		Clase: Material			2.750,00
		Total partida 01.02.03 .....	100,00	36,32	3.705,00
<b>01.02.04</b>		<b>Instalación de perfiles L interiores m</b>			
U001.1.4					
	PERFILL5050	Perfil L interior 50x 50 m	66,00	2,50	165,00
	MOOA10a	Ayudante construcción h	6,60	13,63	89,76
	MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	6,60	15,77	104,28
		Clase: Mano de Obra			194,04
		Clase: Material			165,00
		Total partida 01.02.04 .....	66,00	5,44	366,30
<b>01.02.05</b>		<b>Instalación de perfiles L exteriores m</b>			
U001.1.5					
	PERFILL150100	Perfil L 150x100 mm m	66,00	3,20	211,20
	MOOA10a	Ayudante construcción h	6,60	13,63	89,76
	MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	6,60	15,77	104,28
		Clase: Mano de Obra			194,04



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Clase: Material	211,20
Total partida 01.02.05 .....	66,00 ....6,14 ..... 413,16

01.02.06 Instalación de puerta corredera positiva 200x260 cm (uds)

PUERTA200x260

PUerta200x2601	Puerta corredera positiva 200x260 cm (uds)	1,00	2.000,00	2.000,00
MOOA10a	Ayudante construcción h	0,50	13,63	6,82
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	0,50	15,77	7,89

Clase: Mano de Obra 14,71

Clase: Material 2.000,00

Total partida 01.02.06 .....1,00 ..2.014,71 ..... 2.055,00

**Total capítulo 01.02 ..... 13.510,34**

**01.03 Cámara de congelación de 534 m3 (uds)**

01.03.01 Instalación de perfil pie L 200x100 mm m

U001.3.1

PERFILL200100	Perfil L 200x100 lacado blanco (m)	43,00	3,60	154,80
MOOA10a	Ayudante construcción h	8,60	13,63	117,39
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	8,60	15,77	135,45

Clase: Mano de Obra 252,84

Clase: Material 154,80

Total partida 01.03.01 .....43,00 ....9,48 ..... 415,81

01.03.02 Instalación de panel poliuretano esp 150mm m2

U001.3.2

PUR200	Panel de poliuretano esp de 150 mm m2	200,00	34,00	6.800,00
MOOA10a	Ayudante construcción h	60,00	13,63	818,00
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	60,00	15,77	946,00

Clase: Mano de Obra 1.764,00

Clase: Material 6.800,00

Total partida 01.03.02 .....200,00 ..42,82 ..... 8.736,00

01.03.03 Instalación de panel poliuretano desnudo esp 80 mm m2

U001.3.3

PUR80des	Panel aislante poliuretano desnudo 80mm	240,00	13,00	3.120,00
MOOA10a	Ayudante construcción h	48,00	13,63	655,20
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	48,00	15,77	756,00



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

	Clase: Mano de Obra			1.411,20
	Clase: Material			3.120,00
	Total partida 01.03.03 .....	240,00	..18,88	..... 4.622,40
<b>01.03.04</b>	<b>Instalación de perfiles L interiores m</b>			
U001.1.4	PERFILL5050 Perfil L interior 50x 50 m	70,00	2,50	175,00
	MOOA10a Ayudante construcción h	7,00	13,63	95,20
	MOOA.5a Oficial de 1ª construcción h	7,00	15,77	110,60
	Clase: Mano de Obra			205,80
	Clase: Material			175,00
	Total partida 01.03.04 .....	70,00	....5,44	..... 388,50
<b>01.03.05</b>	<b>Instalación de perfiles L exteriores m</b>			
U001.1.5	PERFILL150100 Perfil L 150x100 mm m	70,00	3,20	224,00
	MOOA10a Ayudante construcción h	7,00	13,63	95,20
	MOOA.5a Oficial de 1ª construcción h	7,00	15,77	110,60
	Clase: Mano de Obra			205,80
	Clase: Material			224,00
	Total partida 01.03.05 .....	70,00	....6,14	..... 438,20
<b>01.03.06</b>	<b>Instalación Puerta 200x260 para cámaras negativas (uds)</b>			
PUERTA-200x260	PUERTA-200x260- Puerta corredera negativa 200x260 cm (uds)	1,00	2.335,00	2.335,00
	MOOA.5a Oficial de 1ª construcción h	0,50	15,77	7,89
	MOOA10a Ayudante construcción h	0,50	13,63	6,82
	VALVULASPRESOS Válvulas presostáticas negativas	1,00	225,00	225,00
	Clase: Mano de Obra			14,71
	Clase: Material			2.560,00
	Total partida 01.03.06 .....	1,00	.2.574,71	..... 2.626,20
	<b>Total capítulo 01.03 .....</b>			<b>17.227,11</b>
<b>01.04</b>	<b>SAS y pasillo (uds)</b>			
<b>01.04.01</b>	<b>Instalación de perfil U 80 mm m</b>			
U001.4.1	PERFILU80 Perfil U 80 mm pie panel m	36,00	3,10	111,60
	MOOA10a Ayudante construcción h	7,20	13,63	98,28



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

	MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	7,20	15,77	113,40
		Clase: Mano de Obra			211,68
		Clase: Material			111,60
		Total partida 01.04.01 .....	36,00	8,98	329,76
<b>01.04.02</b>		<b>Instalación Panel pared poliuretano de esp 80mm m2</b>			
U001.4.2					
	PANEL80	Panel poliuretano esp 80 mm	130,00	25,00	3.250,00
	MOOA10a	Ayudante construcción h	26,00	13,63	354,90
	MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	26,00	15,77	409,50
		Clase: Mano de Obra			764,40
		Clase: Material			3.250,00
		Total partida 01.04.02 .....	130,00	30,88	4.095,00
<b>01.04.03</b>		<b>Instalación Panel techo poliuretano de esp 80mm m2</b>			
U001.4.3					
	PANEL80	Panel poliuretano esp 80 mm	265,00	25,00	6.625,00
	MOOA10a	Ayudante construcción h	53,00	13,63	723,45
	MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	53,00	15,77	834,75
		Clase: Mano de Obra			1.558,20
		Clase: Material			6.625,00
		Total partida 01.04.03 .....	265,00	30,88	8.347,50
<b>01.04.04</b>		<b>Instalación de perfiles L exteriores m</b>			
U001.1.5					
	PERFILL150100	Perfil L 150x100 mm m	20,00	3,20	64,00
	MOOA10a	Ayudante construcción h	2,00	13,63	27,20
	MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	2,00	15,77	31,60
		Clase: Mano de Obra			58,80
		Clase: Material			64,00
		Total partida 01.04.04 .....	20,00	6,14	125,20
<b>01.04.05</b>		<b>Instalación de perfiles L interiores m</b>			
U001.1.4					
	PERFILL5050	Perfil L interior 50x 50 m	60,00	2,50	150,00
	MOOA10a	Ayudante construcción h	6,00	13,63	81,60
	MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	6,00	15,77	94,80
		Clase: Mano de Obra			176,40



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

	Clase: Material				150,00
	Total partida 01.04.05 .....	60,00	5,44		333,00
<b>01.04.06</b>	<b>Instalación de puerta corredera positiva 200x260 cm (uds)</b>				
PUERTA200x260					
	PUerta200x2601 Puerta corredera positiva 200x260 cm (uds)	1,00	2.000,00		2.000,00
	MOOA10a Ayudante construcción h	0,50	13,63		6,82
	MOOA.5a Oficial de 1ª construcción h	0,50	15,77		7,89
	Clase: Mano de Obra				14,71
	Clase: Material				2.000,00
	Total partida 01.04.06 .....	1,00	2.014,71		2.055,00
<b>01.04.07</b>	<b>Instalación Puerta seccional 230x240cm uds</b>				
PUERTASECC					
	PUERTASECCC Puerta seccional motorizada 230x240cm uds	1,00	2.395,00		2.395,00
	MOOA10a Ayudante construcción h	0,80	13,63		10,90
	MOOA.5a Oficial de 1ª construcción h	0,80	15,77		12,62
	Clase: Mano de Obra				23,52
	Clase: Material				2.395,00
	Total partida 01.04.07 .....	1,00	2.418,52		2.466,89
<b>01.04.08</b>	<b>Instalación Puerta seccional 250x300cm uds</b>				
PUERTASECC250x300					
	PUERTASECC250x300SAS Puerta seccional 250 x300cm (uds)	1,00	2.275,00		2.275,00
	MOOA10a Ayudante construcción h	0,80	13,63		10,90
	MOOA.5a Oficial de 1ª construcción h	0,80	15,77		12,62
	Clase: Mano de Obra				23,52
	Clase: Material				2.275,00
	Total partida 01.04.08 .....	1,00	2.298,52		2.344,49
<b>01.04.09</b>	<b>Instalación puerta seccional 300x300cm uds</b>				
PUERTASECC300x300					
	PUERTASECCC300x300 Puerta Seccional 300x300cm uds	1,00	1.654,00		1.654,00
	Clase: Material				1.654,00
	Total partida 01.04.09 .....	1,00	1.654,00		1.687,08



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

00

01.04.10 Instalación Puerta peatonal Uds

PUERTA80x200

PUERTAPEATONAL	Puerta peatonal 80x200cm (uds)	1,00	300,00	300,00
MOOA10a	Ayudante construcción h	0,40	13,63	5,45
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	0,40	15,77	6,31

Clase: Mano de Obra 11,76

Clase: Material 300,00

Total partida 01.04.10 .....1,00 311,76 ..... 318,00

01.04.11 Instalación de plataforma hidráulica (Uds)

PLATAFORMA

PLATAFORMHIDRAULIC	Plataforma Hidráulica de 6T estática	1,00	3.500,00	3.500,00
MOOA10a	Ayudante construcción h	1,00	13,63	13,63
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	1,00	15,77	15,77

Clase: Mano de Obra 29,40

Clase: Material 3.500,00

Total partida 01.04.11 .....1,00 3.529,40 ..... 3.599,99

**Total capítulo 01.04 ..... 25.701,91**

**01.05 Sala de máquinas (uds)**

01.05.01 Instalación panel 60mm (m2)

INSTPANEL60

PANEL60	Panel aislante poliuretano esp 60 mm techo m2	200,00	17,00	3.400,00
MOOA10a	Ayudante construcción h	40,00	13,63	546,00
MOOA.5a	Oficial de 1ª construcción h	40,00	15,77	630,00

Clase: Mano de Obra 1.176,00

Clase: Material 3.400,00

Total partida 01.05.01 .....200,00 22,88 ..... 4.668,00

**Total capítulo 01.05 ..... 4.668,00**

**Total capítulo 01.05 ..... 197.760,89**

**02 Equipo frigorífico**



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

**02.01 Instalación equipos de central de cámaras de conservación (uds)**

02.01.01 Instalación de central 4x6FE44Y

UO2.1.1

UO2.1.1.1	Central de compresores 4X6FE-44Y uds	1,00	37.500,00	37.500,00
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	0,70	17,10	11,97
MOOA6a	Peón frigorista h	0,70	15,20	10,64
Carretilla	Carretilla Elevadora 4.6m 3000 kg h	0,50	13,30	6,65

Clase: Mano de Obra	22,61
Clase: Maquinaria	6,65
Clase: Material	37.500,00

Total partida 02.01.01 .....1,00 37.529, 26 .... 38.279,85

02.01.02 Instalación de condensador CBN 638

UO2.1.2

CBN638	Condensador CBN 638 (uds)	1,00	16.875,00	16.875,00
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	0,60	17,10	10,26
MOOA6a	Peón frigorista h	0,60	15,20	9,12
Carretilla	Carretilla Elevadora 4.6m 3000 kg h	0,50	13,30	6,65

Clase: Mano de Obra	19,38
Clase: Maquinaria	6,65
Clase: Material	16.875,00

Total partida 02.01.02 .....1,00 16.901, 03 .... 17.239,05

02.01.03 Instalación de Evaporador FRM 1780

UO2.1.3

FRM1780	Evaporador FRM-1780 (uds)	3,00	5.620,00	16.860,00
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	3,60	17,10	61,56
MOOA6a	Peón frigorista h	3,60	15,20	54,72
Carretilla	Carretilla Elevadora 4.6m 3000 kg h	1,80	13,30	23,94
ValvulabolaFRM-1780	Válvula Bola FRM 1780	6,00	120,00	720,00
ValvsolFRM1780	Válvula solenoide FRM 1780	3,00	234,00	702,00
ValvExpFRM1780	Válvula Expansión FRM 1780	3,00	356,00	1.068,00

Clase: Mano de Obra	116,28
Clase: Maquinaria	23,94
Clase: Material	19.350,00

Total partida 02.01.03 .....3,00 6.496,7 4 .... 19.880,01





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

02.01.04 Instalación de Evaporador FRM 2590

U02.1.4

FRM2590	Evaporador FRM-2590 uds	5,00	7.338,00	36.690,00
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	6,00	17,10	102,60
MOOA6a	Peón frigorista h	6,00	15,20	91,20
Carretilla	Carretilla Elevadora 4.6m 3000 kg h	3,00	13,30	39,90
ValvEXPRM2590	Válvula de expansión FRM 2590	5,00	368,00	1.840,00
ValvBOLAFRM2590	Válvula Bola FRM 2590	10,00	130,00	1.300,00
ValvSOLFRM2590	Válvula Solenoide FRM 2590	5,00	221,00	1.105,00

Clase: Mano de Obra 193,80

Clase: Maquinaria 39,90

Clase: Material 40.935,00

Total partida 02.01.04 .....5,00 8.233,7 .... 41.992,05  
4

**Total capítulo 02.01 ..... 117.390,96**

**02.02 Instalación equipos de central de cámaras de congelación  
(uds)**

02.02.01 Instalación de central frigorífica 4x4FE-28Y

U002.2.1

4x4FE-28Y	Central frigorífica 4x4FE-28Y uds	1,00	33.125,00	33.125,00
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	0,70	17,10	11,97
MOOA6a	Peón frigorista h	0,70	15,20	10,64
Carretilla	Carretilla Elevadora 4.6m 3000 kg h	0,50	13,30	6,65

Clase: Mano de Obra 22,61

Clase: Maquinaria 6,65

Clase: Material 33.125,00

Total partida 02.02.01 .....1,00 33.154, ..... 33.817,35  
26

02.02.02 Instalación de condensador CBN-274

U002.2.2

CBN274	Condensador CBN-274	1,00	12.000,00	12.000,00
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	0,80	17,10	13,68
MOOA6a	Peón frigorista h	0,80	15,20	12,16
Carretilla	Carretilla Elevadora 4.6m 3000 kg h	0,50	13,30	6,65

Clase: Mano de Obra 25,84

Clase: Maquinaria 6,65

Clase: Material 12.000,00

Total partida 02.02.02 .....1,00 12.032, ..... 12.273,14  
49



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

02.02.03 Instalación evaporador FRL-1795

U002.2.3

FRL1795	Evaporador FRL-1795 uds	4,00	6.842,00	27.368,00
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	4,80	17,10	82,08
MOOA6a	Peón frigorista h	4,80	15,20	72,96
Carretilla	Carretilla Elevadora 4.6m 3000 kg h	3,20	13,30	42,56
ValvBOLAFRL1795	Válvula bola FRL-1795	8,00	140,00	1.120,00
ValvEXPFR1795	Válvula EXP-1795	4,00	376,00	1.504,00
ValvSO1795	Válvula Solenoide FRL-1795	4,00	211,00	844,00

Clase: Mano de Obra 155,04

Clase: Maquinaria 42,56

Clase: Material 30.836,00

Total partida 02.02.03 .....4,00 7.758,4 .... 31.654,28  
0

**Total capítulo 02.02 ..... 77.744,77**

**Total capítulo 02.02 ..... 195.135,73**

**03 Instalación hidráulica**

**03.01 Instalación de tuberías de central de cámaras de conservación uds**

03.01.01 Instalación tuberías (1/2") m

U03.1.1

COBRE1/2"	TUbería cobre 1/2" m	40,50	3,10	125,55
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	8,10	17,10	138,51
MOOA6a	Peón frigorista h	8,10	15,20	123,12
ARMAFLEX1/2"	Aislante Armaflex para tubería de 1/2"	40,50	2,20	89,10
Accesorios	Codos y uniones tuberías	16,20	1,50	24,30
Accesoriosujeción	Accesorios para fijación a estructura	40,50	8,00	324,00

Clase: Mano de Obra 261,63

Clase: Material 562,95

Total partida 03.01.01 .....40,50 ... 20,36 ..... 841,19

03.01.02 Instalación tuberías (1 1/8") m

U03.1.2

COBRE11/8"	Tubería cobre 1-1/8" (m)	13,50	4,20	56,70
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	2,70	17,10	46,17
MOOA6a	Peón frigorista h	2,70	15,20	41,04
ARMAFLEX1-1/8"	Aislante Armaflex tubería 1-1/8"	13,50	2,40	32,40
Accesorios	Codos y uniones tuberías	4,05	1,50	6,08



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Accesorios	sujección	Accesorios para fijación a estructura	13,50	8,00	108,00
Clase: Mano de Obra			87,21		
Clase: Material			203,18		
Total partida 03.01.02 .....			13,50	21,51	296,19
<b>03.01.03 Instalación tuberías (2 1/8") m</b>					
U03.1.3					
COBRE2-1/8"	Tubería	cobre 2-1/8" m	134,00	5,95	797,30
MOOA11a	Oficial	1º Frigorista h	26,80	17,10	458,28
MOOA6a	Peón	frigorista h	26,80	15,20	407,36
ARMAFLEX2-1/8"	Aislante	tuberías Armaflex 2-1/8" (m)	93,80	2,80	262,64
Accesorios	Codos	y uniones tuberías	53,60	1,50	80,40
Accesorios	sujección	Accesorios para fijación a estructura	134,00	8,00	1.072,00
Clase: Mano de Obra			865,64		
Clase: Material			2.212,34		
Total partida 03.01.03 .....			134,00	22,97	3.139,62
<b>03.01.04 Instalación tuberías (7/8") m</b>					
U03.1.4					
COBRE7/8"	Tubería	cobre 7/8" m	9,50	3,80	36,10
MOOA11a	Oficial	1º Frigorista h	1,90	17,10	32,49
MOOA6a	Peón	frigorista h	1,90	15,20	28,88
Accesorios	Codos	y uniones tuberías	3,80	1,50	5,70
ARMAFLEX7/8"	Aislante	Armaflex tubería 7/8"	9,50	2,30	21,85
Accesorios	sujección	Accesorios para fijación a estructura	9,50	8,00	76,00
Clase: Mano de Obra			61,37		
Clase: Material			139,65		
Total partida 03.01.04 .....			9,50	21,16	205,01
<b>03.01.05 Instalación tuberías (1-5/8") m</b>					
U03.1.5					
COBRE1-5/8"	TUbería	cobre 1-5/8" m	9,50	5,10	48,45
MOOA11a	Oficial	1º Frigorista h	1,90	17,10	32,49
MOOA6a	Peón	frigorista h	1,90	15,20	28,88
Accesorios	Codos	y uniones tuberías	3,80	1,50	5,70
ARMAFLEX1-5/8"	Aislante	tuberías armaflex 1 5/8"		2,50	
Accesorios	sujección	Accesorios para fijación a estructura	9,50	8,00	76,00
Clase: Mano de Obra			61,37		
Clase: Material			130,15		
Total partida 03.01.05 .....			9,50	20,16	195,32



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

03.01.06 Instalación tuberías (3-5/8") m

U03.1.6

COBRE3-5/8"	TUbería Cobre 3 5/8" m	82,20	13,10	1.076,82
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	16,44	17,10	281,12
MOOA6a	Peón frigorista h	16,44	15,20	249,89
Accesorios	Codos y uniones tuberías	32,88	1,50	49,32
Accesoriosujeción	Accesorios para fijación a estructura	82,20	8,00	657,60

Clase: Mano de Obra 531,01

Clase: Material 706,92

Total partida 03.01.06 .....82,20 ... 28,16 ... 2.360,78

03.01.07 Instalación tuberías (4 1/8") m

U03.1.7

COBRE4-1/8"	Tubería cobre 4 1/8"	18,50	14,20	262,70
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	3,70	17,10	63,27
MOOA6a	Peón frigorista h	3,70	15,20	56,24
Accesorios	Codos y uniones tuberías	7,40	1,50	11,10
Accesoriosujeción	Accesorios para fijación a estructura	18,50	8,00	148,00

Clase: Mano de Obra 119,51

Clase: Material 421,80

Total partida 03.01.07 .....18,50 ... 29,26 ..... 552,23

**Total capítulo 03.01 ..... 7.590,34**

**03.02 Instalación de tuberías de central de cámaras de congelación uds**

03.02.01 Instalación tuberías (1 1/8") m

U03.1.2

COBRE11/8"	Tubería cobre 1-1/8" (m)	18,00	4,20	75,60
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	3,60	17,10	61,56
MOOA6a	Peón frigorista h	3,60	15,20	54,72
ARMAFLEX1-1/8"	Aislante Armaflex tubería 1-1/8"	18,00	2,40	43,20
Accesorios	Codos y uniones tuberías	5,40	1,50	8,10
Accesoriosujeción	Accesorios para fijación a estructura	18,00	8,00	144,00

Clase: Mano de Obra 116,28

Clase: Material 270,90

Total partida 03.02.01 .....18,00 ... 21,51 ..... 394,92

03.02.02 Instalación tuberías (2 1/8") m

U03.1.3

COBRE2-1/8"	Tubería cobre 2-1/8" m	65,00	5,95	386,75
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	13,00	17,10	222,30



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

MOOA6a	Peón frigorista h	13,00	15,20	197,60
ARMAFLEX2-1/8"	Aislante tuberías Armaflex 2-1/8" (m)	45,50	2,80	127,40
Accesorios	Codos y uniones tuberías	26,00	1,50	39,00
Accesoriosujeción	Accesorios para fijación a estructura	65,00	8,00	520,00

Clase: Mano de Obra 419,90

Clase: Material 1.073,15

Total partida 03.02.02 .....65,00 ... 22,97 ... 1.522,95

03.02.03 Instalación tuberías (4 1/8") m

UO3.1.7

COBRE4-1/8"	Tubería cobre 4 1/8"	16,00	14,20	227,20
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	3,20	17,10	54,72
MOOA6a	Peón frigorista h	3,20	15,20	48,64
Accesorios	Codos y uniones tuberías	6,40	1,50	9,60
Accesoriosujeción	Accesorios para fijación a estructura	16,00	8,00	128,00

Clase: Mano de Obra 103,36

Clase: Material 364,80

Total partida 03.02.03 .....16,00 ... 29,26 ..... 477,60

03.02.04 Instalación tuberías (5 1/8") m

UO3.1.8

COBRE5-1/8"	Tubería cobre 5 1/8"	47,00	15,10	709,70
MOOA10a	Ayudante construcción h	9,40	13,63	128,31
MOOA6a	Peón frigorista h	9,40	15,20	142,88
Accesorios	Codos y uniones tuberías	94,00	1,50	141,00
Accesoriosujeción	Accesorios para fijación a estructura	23,50	8,00	188,00

Clase: Mano de Obra 271,19

Clase: Material 1.038,70

Total partida 03.02.04 .....47,00 ... 27,87 ... 1.336,21

**Total capítulo 03.02 ..... 3.731,68**

**03.03 Instalación de tuberías de central de SAS y pasillo uds1**

03.03.01 Instalación tuberías (1/2") m

UO3.1.1

COBRE1/2"	Tubería cobre 1/2" m	30,00	3,10	93,00
MOOA11a	Oficial 1ª Frigorista h	6,00	17,10	102,60
MOOA6a	Peón frigorista h	6,00	15,20	91,20
ARMAFLEX1/2"	Aislante Armaflex para tubería de 1/2"	30,00	2,20	66,00
Accesorios	Codos y uniones tuberías	12,00	1,50	18,00
Accesoriosujeción	Accesorios para fijación a estructura	30,00	8,00	240,00

Clase: Mano de Obra 193,80



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

Clase: Material				417,00
Total partida 03.03.01	.....	30,00	... 20,36	..... 623,10

03.03.02 Instalación tuberías (1 3/8" m)

U03.1.9

COBRE1-3/8" Tubería cobre 1 3/8" m	56,00	5,00	280,00
MOOA11a Oficial 1ª Frigorista h	11,20	17,10	191,52
MOOA6a Peón frigorista h	11,20	15,20	170,24
Accesorios Codos y uniones tuberías	22,40	1,50	33,60
Accesoriosujeción Accesorios para fijación a estructura	28,00	8,00	224,00
ARMAFLEX1-3/8" Aislante Armaflex 1 3/8" m	56,00	2,45	137,20

Clase: Mano de Obra 361,76

Clase: Material 674,80

Total partida 03.03.02 .....56,00 ... 18,51 ... 1.057,28

03.03.03 Instalación tuberías (7/8" m)

U03.1.4

COBRE7/8" Tubería cobre 7/8" m	11,00	3,80	41,80
MOOA11a Oficial 1ª Frigorista h	2,20	17,10	37,62
MOOA6a Peón frigorista h	2,20	15,20	33,44
Accesorios Codos y uniones tuberías	4,40	1,50	6,60
ARMAFLEX7/8" Aislante Armaflex tubería 7/8"	11,00	2,30	25,30
Accesoriosujeción Accesorios para fijación a estructura	11,00	8,00	88,00

Clase: Mano de Obra 71,06

Clase: Material 161,70

Total partida 03.03.03 .....11,00 ... 21,16 ..... 237,38

03.03.04 Instalación tuberías (1" m)

U03.1.10

COBRE1" Tubería cobre 1" m	29,00	3,60	104,40
MOOA11a Oficial 1ª Frigorista h	5,80	17,10	99,18
MOOA6a Peón frigorista h	5,80	15,20	88,16
Accesorios Codos y uniones tuberías	11,60	1,50	17,40
Accesoriosujeción Accesorios para fijación a estructura	14,50	8,00	116,00

Clase: Mano de Obra 187,34

Clase: Material 237,80

Total partida 03.03.04 .....29,00 ... 14,66 ..... 433,55

03.03.05 Instalación tuberías (2 5/8" m)

U03.1.11

COBRE2-5/8" Tubería cobre 2 5/8"	67,00	7,20	482,40
MOOA11a Oficial 1ª Frigorista h	13,40	17,10	229,14



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

MOOA6a	Peón frigorista h	13,40	15,20	203,68
Accesorios	Codos y uniones tuberías	40,20	1,50	60,30
Accesorios	Accesorios para fijación a estructura	33,50	8,00	268,00

Clase: Mano de Obra 432,82

Clase: Material 810,70

Total partida 03.03.05 .....67,00 ... 18,56 ... 1.268,31

**Total capítulo 03.03 ..... 3.619,62**

**Total capítulo 03.03 ..... 14.941,64**

## 04 Instalación eléctrica

### 04.01 Instalación eléctrica para centrales cámaras de conservación uds

04.01.01 Cuadro eléctrico de control de maniobra y protección de compresores,  
condensador central cámaras de conservación uds  
CUADROCENTRAL+

Total partida 04.01.01 .....1,00 4.000,0 ... 4.080,00  
0

04.01.02 Oficial 1ª Electricidad h  
MOOA12a

Total partida 04.01.02 .....3,00 ... 17,20 ..... 52,62

04.01.03 Aprendiz de electricidad h  
MOOA7a

Total partida 04.01.03 .....3,00 ... 12,50 ..... 38,25

04.01.04 Cable unipolar de s=300mm2 m  
CABLE300mm2

Total partida 04.01.04 .....8,00 ... 50,30 ..... 410,48



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

04.01.05 Cable unipolar s=240 mm<sup>2</sup> m  
CABLE240mm<sup>2</sup>

Total partida 04.01.05 .....8,00 ... 42,50 ..... 346,80

04.01.06 Cable trifásico S=25mm<sup>2</sup> m  
CABLE25mm<sup>2</sup>

Total partida 04.01.06 ..... 10,00 ... 23,00 ..... 234,60

04.01.07 Cable trifásico s=4mm<sup>2</sup> m  
CABLE4mm<sup>2</sup>

Total partida 04.01.07 ..... 60,00 ..... 4,50 ..... 275,40

04.01.08 Cable trifásico s=2,5mm<sup>2</sup> m  
CABLE2,5mm<sup>2</sup>

Total partida 04.01.08 ..... 165,00 ..... 3,56 ..... 598,95

04.01.09 Cable bifásico s=1,5mm<sup>2</sup> m  
CABLE1,5mm<sup>2</sup>

Total partida 04.01.09 ..... 150,00 ..... 1,56 ..... 238,50

04.01.10 Cable trifásico s=6mm<sup>2</sup> m  
CABLE6mm<sup>2</sup>

Total partida 04.01.10 ..... 135,00 ..... 5,20 ..... 715,50

04.01.11 Cable trifásico s=10mm<sup>2</sup> m  
CABLE10mm<sup>2</sup>

Total partida 04.01.11 ..... 35,00 ..... 9,27 ..... 331,10





PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

04.01.12 Aparamenta eléctrica A9F75420  
A9F75420

Total partida 04.01.12 .....3,00 . 156,00 ..... 477,36

04.01.13 Aparamenta eléctrica A9F75432  
A9F75432

Total partida 04.01.13 .....5,00 . 169,00 ..... 861,90

04.01.14 Aparamenta eléctrica A9F75404  
A9F75404

Total partida 04.01.14 .....3,00 . 150,00 ..... 459,00

04.01.15 Aparamenta eléctrica A9F75416  
A9F75416

Total partida 04.01.15 .....8,00 . 152,00 ... 1.240,32

04.01.16 Aparamenta eléctrica A9F75410  
A9F75410

Total partida 04.01.16 .....5,00 . 148,00 ..... 754,80

04.01.17 Aparamenta eléctrica A9F73203  
A9F73203

Total partida 04.01.17 .....3,00 ... 70,00 ..... 214,20

04.01.18 Aparamenta eléctrica A9F73204  
A9F73204

Total partida 04.01.18 .....5,00 ... 75,00 ..... 382,50



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

04.01.19 Accesorios montaje eléctricos

Accesorioelec

Total partida 04.01.19 ..... 10,00 ... 10,00 ..... 102,00

**Total capítulo 04.01 ..... 11.814,28**

**04.02 Instalación eléctrica para centrales cámaras de  
congelación uds**

04.02.01 Cuadro eléctrico de central para cámaras de congelación con control de  
maniobra y protección uds

CUADROCENT  
RAL-

Total partida 04.02.01 ..... 1,00 5.500,0 ... 5.610,0  
0

04.02.02 Cable trifásico s=10mm2 m

CABLE10mm2

Total partida 04.02.02 ..... 185,00 ..... 9,27 ... 1.750,10

04.02.03 Cable trifásico s=6mm2 m

CABLE6mm2

Total partida 04.02.03 ..... 22,00 ..... 5,20 ..... 116,60

04.02.04 Cable trifásico s=2,5mm2 m

CABLE2,5mm2

Total partida 04.02.04 ..... 52,00 ..... 3,56 ..... 188,76

04.02.05 Cable bifásico s=1,5mm2 m

CABLE1,5mm2

Total partida 04.02.05 ..... 90,00 ..... 1,56 ..... 143,10



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

04.02.06 Aparamenta eléctrica A9F7440  
A9F79440

Total partida 04.02.06 .....4,00 ... 75,00 ..... 306,00

04.02.07 Aparamenta eléctrica A9F75410  
A9F75410

Total partida 04.02.07 .....4,00 . 148,00 ..... 603,84

04.02.08 Aparamenta eléctrica A9F75425  
A9F75425

Total partida 04.02.08 .....4,00 . 159,60 ..... 651,16

04.02.09 Aparamenta eléctrica A9F73204  
A9F73204

Total partida 04.02.09 .....4,00 ... 75,00 ..... 306,00

04.02.10 Accesorios montaje eléctricos  
Accesorioselec

Total partida 04.02.10 .....8,00 ... 10,00 ..... 81,60

**Total capítulo 04.02 ..... 9.757,16**

**04.03 Instalación eléctrica para centrales SAS y pasillo**

04.03.01 Cuadro eléctrico con maniobra y protección para central de SAS y pasillo uds  
CUADROSAS

Total partida 04.03.01 .....1,00 4.200,0 ... 4.284,00  
0

04.03.02 Cable trifásico S=25mm2 m  
CABLE25mm2



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

---

	Total partida 04.03.02 .....	1,00	... 23,00	..... 23,46
04.03.03	Cable trifásico s=2,5mm2 m CABLE2,5mm2			
	Total partida 04.03.03 .....	160,00	..... 3,56	..... 580,80
04.03.04	Cable bifásico s=1,5mm2 m CABLE1,5mm2			
	Total partida 04.03.04 .....	80,00	..... 1,56	..... 127,20
04.03.05	Aparamenta eléctrica A9F75416 A9F75416			
	Total partida 04.03.05 .....	1,00	. 152,00	..... 155,04
04.03.06	Aparamenta eléctrica A9F75404 A9F75404			
	Total partida 04.03.06 .....	6,00	. 150,00	..... 918,00
04.03.07	Aparamenta eléctrica A9F73206 A9F73206			
	Total partida 04.03.07 .....	1,00	... 80,00	..... 81,60
04.03.08	Accesorios montaje eléctricos Accesorioselec			
	Total partida 04.03.08 .....	3,00	... 10,00	..... 30,60
	<b>Total capítulo 04.03 .....</b>			<b>6.200,70</b>
	<b>Total capítulo 04.03 .....</b>			<b>27.772,14</b>



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN DE ALMACÉN FRIGORÍFICO DE ALIMENTOS DE 6.909 M3  
SITUADO EN ARGELIA CON 4 CÁMARAS NEGATIVAS Y 8 POSITIVAS

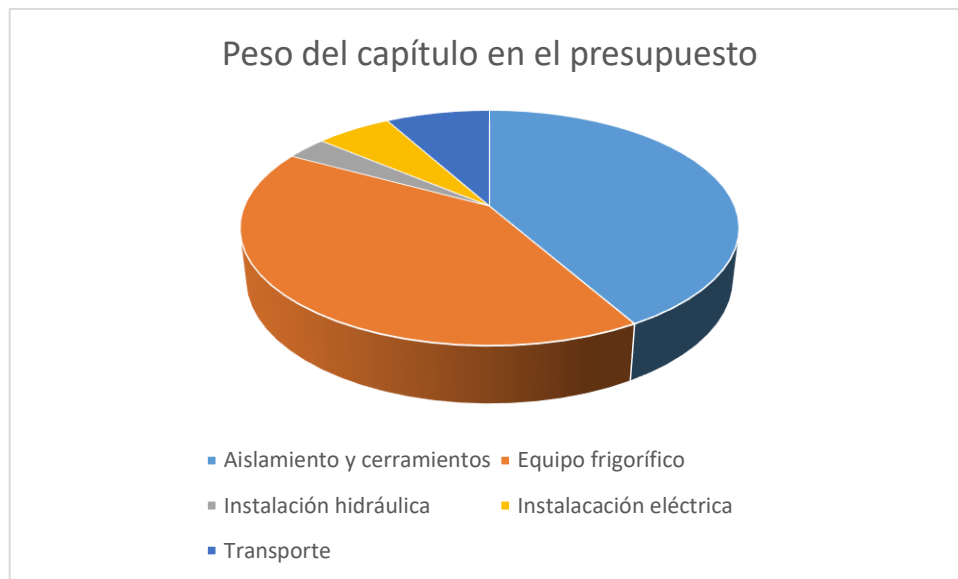
**05 Transporte marítimo**

05.01 CONTENEDOR HC 40ft TRANSPORTE MARÍTIMO ARGEL  
TRANSPORTE

Total partida 05.01	.....20,00	.1.870,0	.38.148,00
		0	
<b>Total capítulo 05</b>	.....		<b>38.148,00</b>
<b>Total presupuesto</b>	.....		<b>473.758,40</b>

**3.3. Estudio del presupuesto**

Se va a estudiar el porcentaje de importancia que tiene cada parte en el presupuesto.



Como se puede observar las partes claramente diferenciadas son el aislamiento y la maquinaria frigorífica. Por esta razón es importante ajustarse a las necesidades energética y es importante el balance energético en los cálculos.

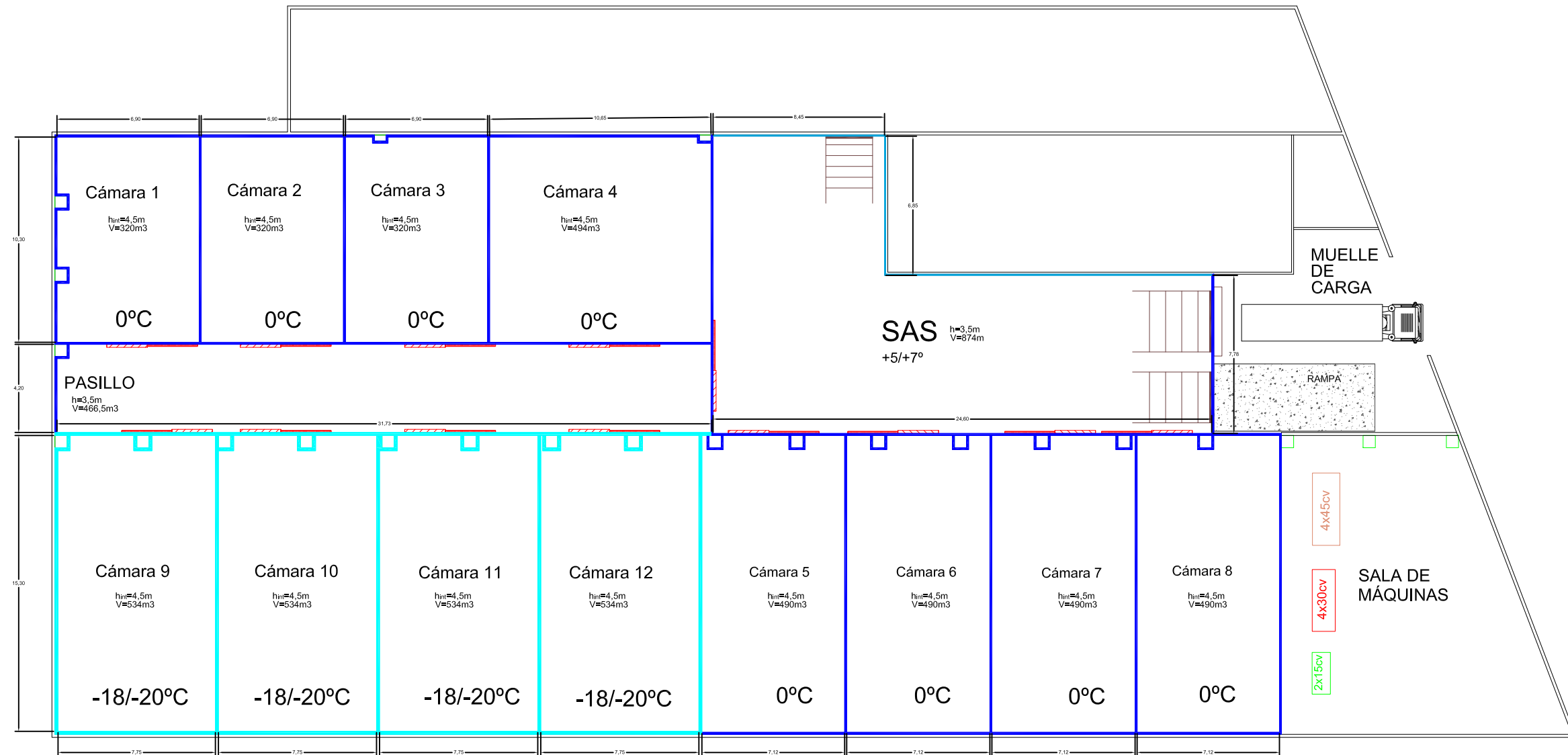
Respecto a realizar el análisis además de los capítulos no se consigue una información demasiado relevante, ya que la parte de la instalación perteneciente a las cámaras de conservación requieren mayor volumen de presupuesto ya que las dimensiones de esa parte son mayores y por lo tanto tienen mayores necesidades.

## 4. PLANOS



#### **4. PLANOS**

- 4.1. Distribución en planta de almacén frigorífico**
- 4.2. Instalación de paneles de almacén frigorífico**
- 4.3. Instalación de equipos de almacén frigorífico**
- 4.4. Recorrido de instalación de tubería refrigerante**
- 4.5. Dimensionado de tubería refrigerante**
- 4.6. Planos de instalación eléctrica**
  - 4.6.1. Cuadro eléctrico de cámaras 1, 2, 3 y 4
  - 4.6.2. Cuadro eléctrico de cámaras 5, 6, 7 y 8
  - 4.6.3. Cuadro eléctrico de central de cámaras de conservación
  - 4.6.4. Cuadro eléctrico de cámaras 9, 10, 11 y 12
  - 4.6.5. Cuadro eléctrico de central de cámaras de congelación
  - 4.6.6. Cuadro eléctrico de central de SAS y pasillo



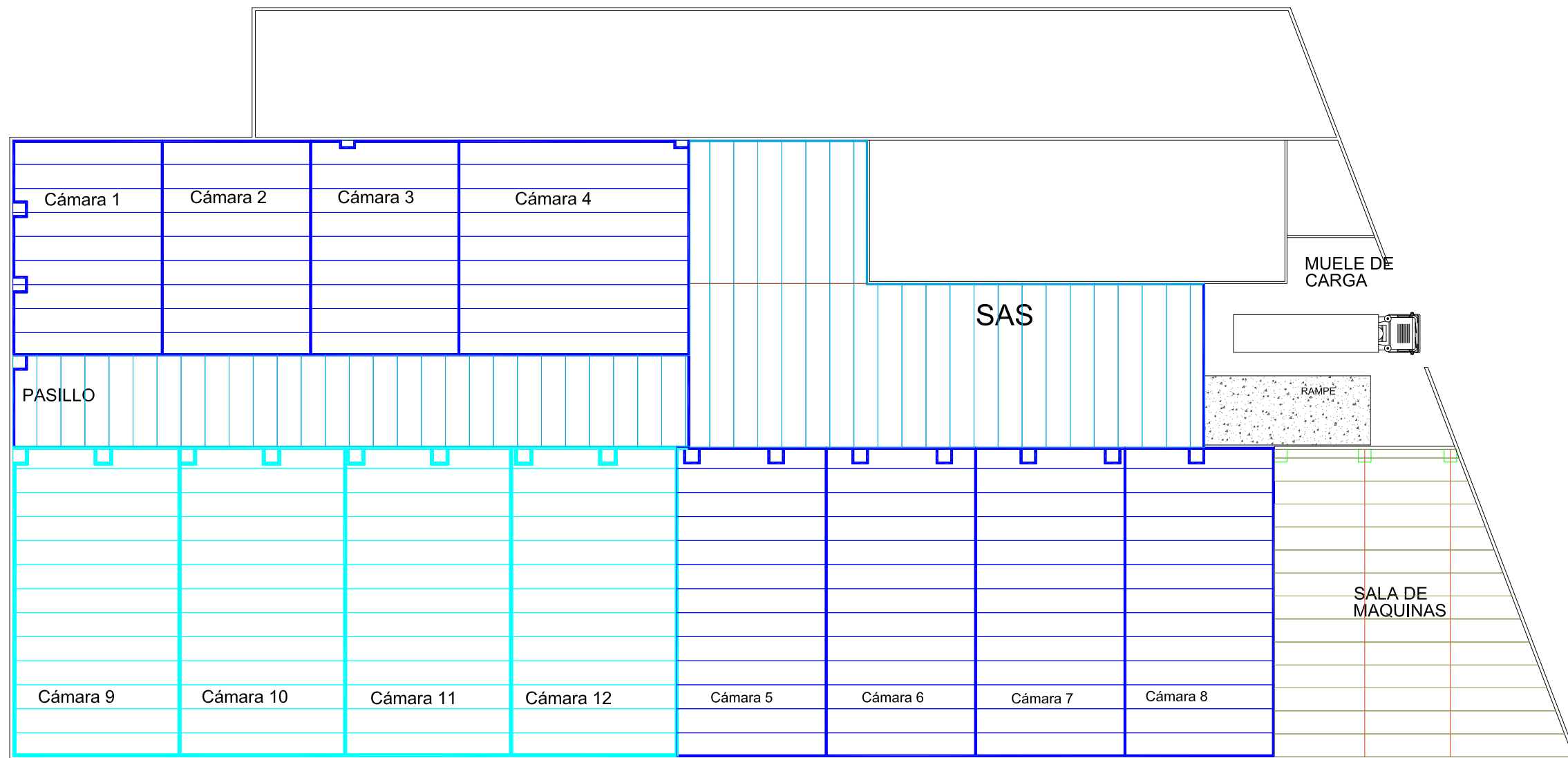
Cámara (+)	V (m3)	KW (T <sup>o</sup> c=+0°C) por cámara
1, 2 y 3	320	29,15
4	494	44,83
5-8	490	44,83
	3.426	311,60

Cámara (-)	V (m3)	KW (T <sup>o</sup> c=-20°C) por cámara
9-12	534	26,81
	2.136	107,2

Cámara	V (m3)	KW (T <sup>o</sup> c=+5°C)
Pasillo+SAS	1.362	84,60

	Paneles 100mm		
	Paneles 160mm		
	Paneles 80mm		
	Puerta corredera (+)	9	2.000x2.600 mm
	Puerta corredera (-)	4	2.000x2.600 mm
	Puerta seccional	1	2.300x2.400 mm
	Puerta seccional	1	3.000x3.000 mm
	Puerta seccional	1	2.500x3.000 mm
	Plataforma hidráulica	1	2.000x2.000 mm





- █ Paneles 100mm
- █ Paneles 160mm
- █ Paneles 80mm

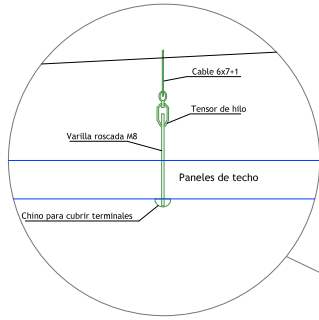
Cámaras (-) Panel techo 160mm

Cámaras (+) Panel techo 100mm

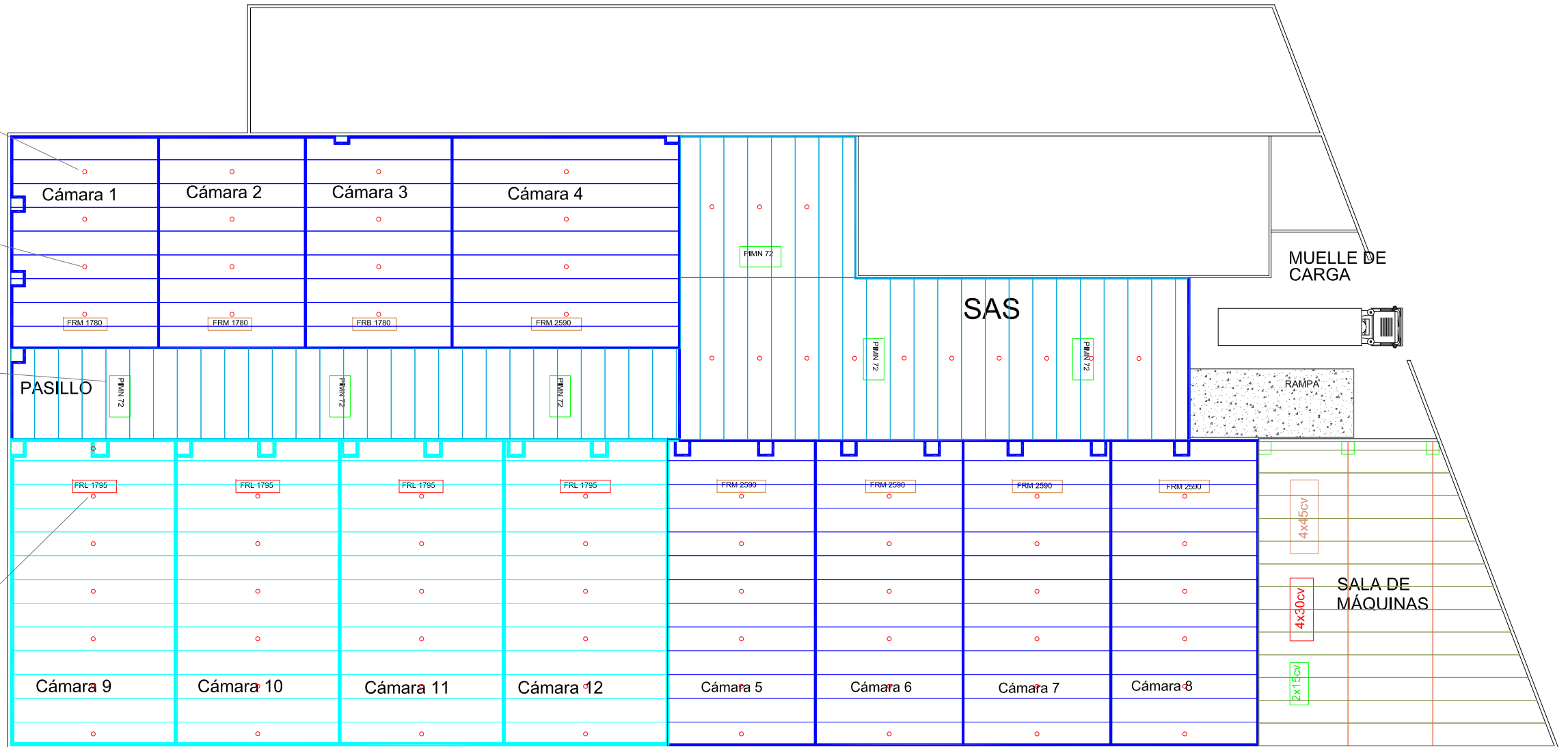
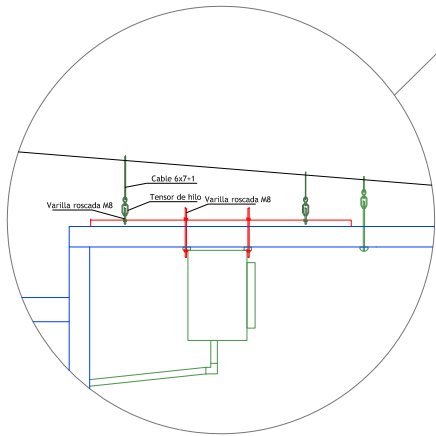
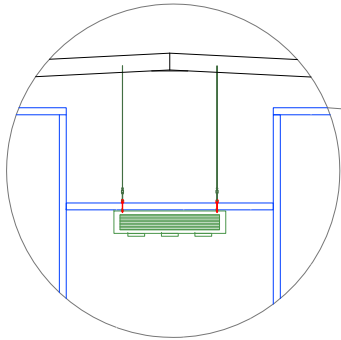
Pasillo/SAS Panel techo 80mm

Sala máquinas Panel techo 60mm

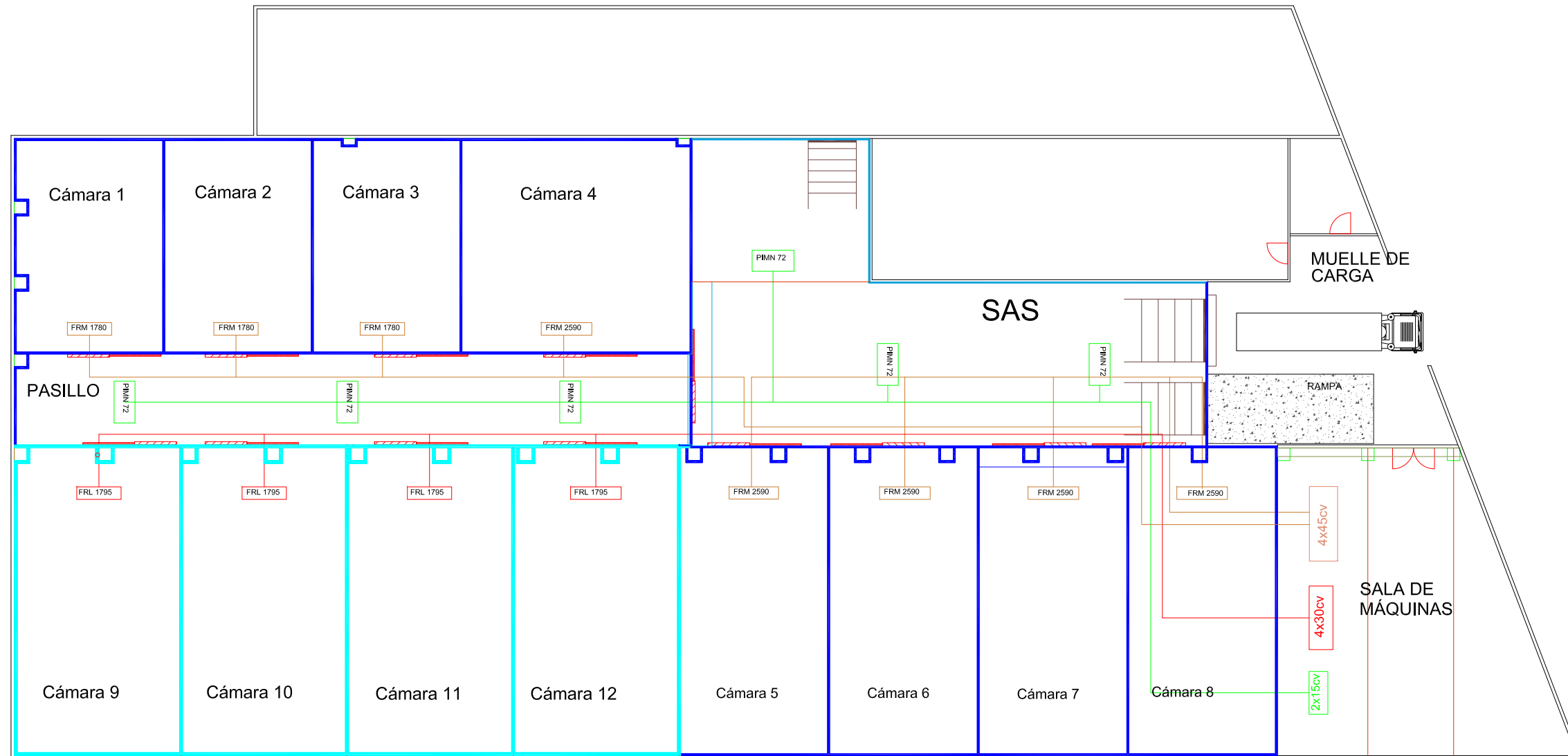
— Perfil Omega



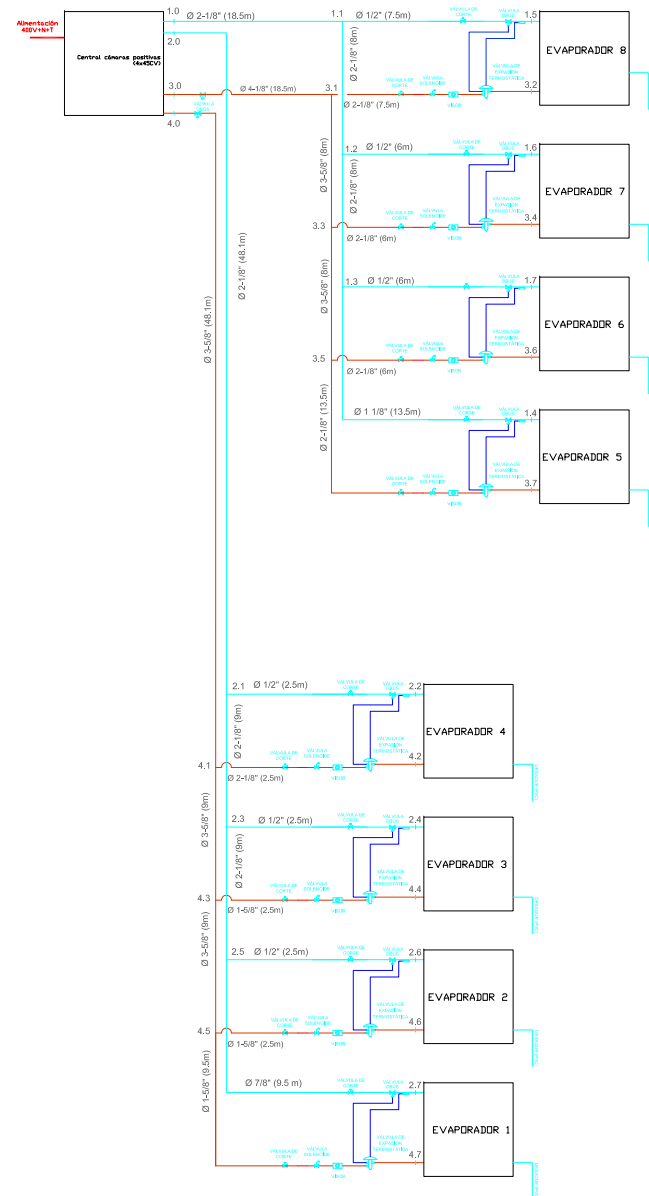
Chino para cubrir terminales



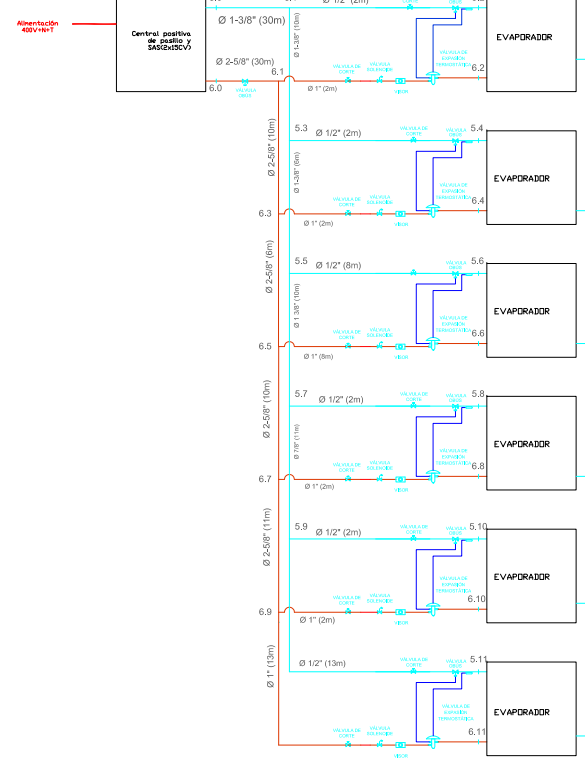
Dimensiones Equip.	Long.	Ancho	Altura	Peso
Evap. FRM 1780	2,02m	0,80m	0,77m	159 Kg
Evap. FRM 2590	2,35m	0,83m	1,00m	224 Kg
Evap. FRL 1795	2,33m	0,83m	1,00m	224 Kg
Evap. PIMN 72	1,70m	1,00m	0,4m	88 Kg
Condensador (+)	6,30m	2,1m	1,15m	1.624 Kg
Condensador (-)	5,10m	1,20m	1,13m	653 Kg
Condensador (SAS)	2,90m	0,93m	1,00m	304 Kg



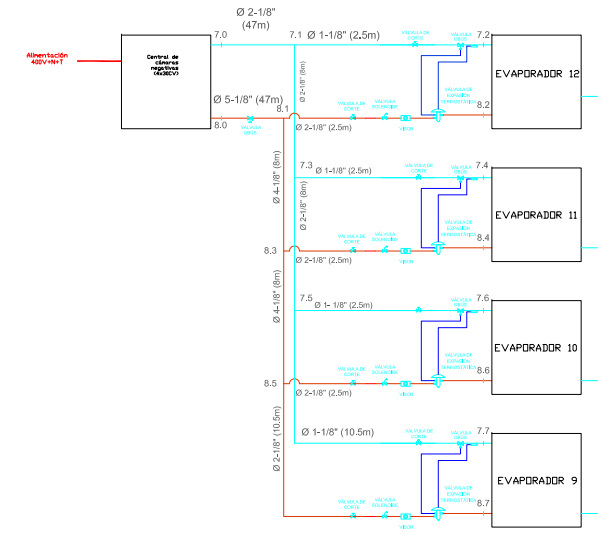
Central de cámaras positivas(4x45CV)

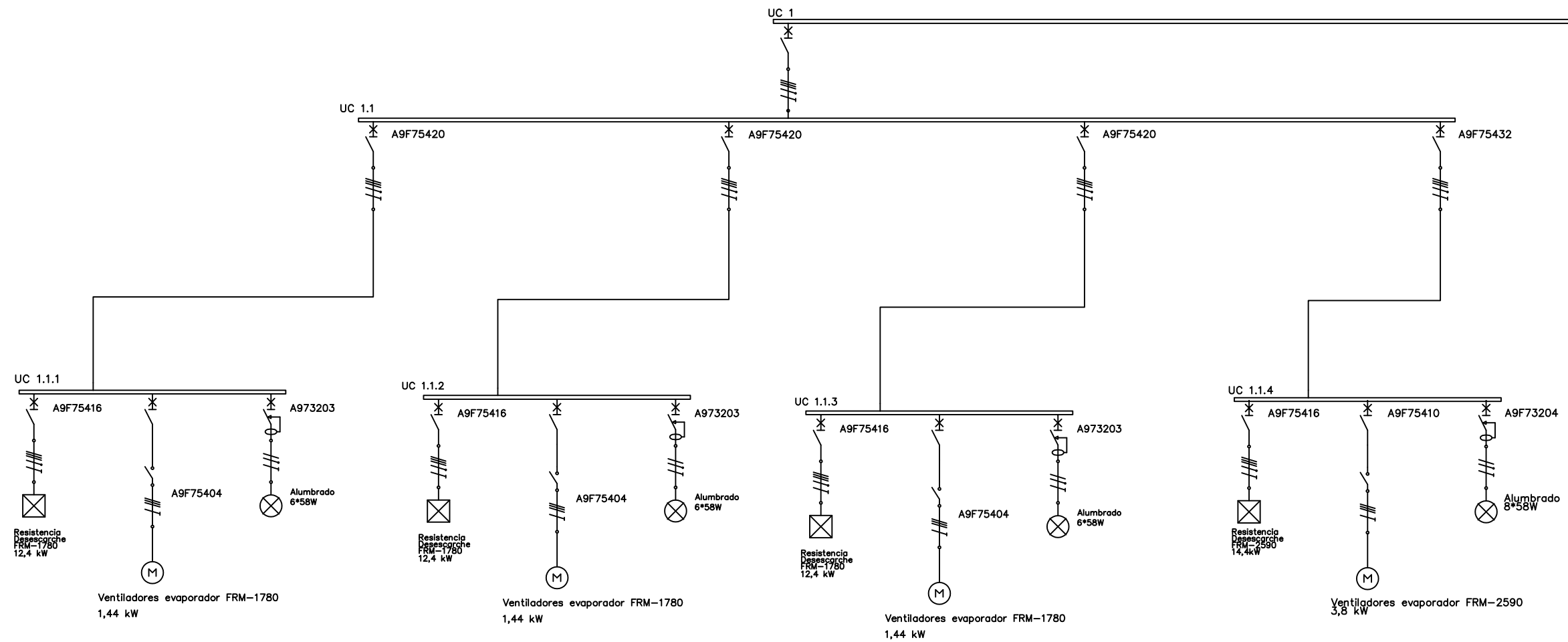


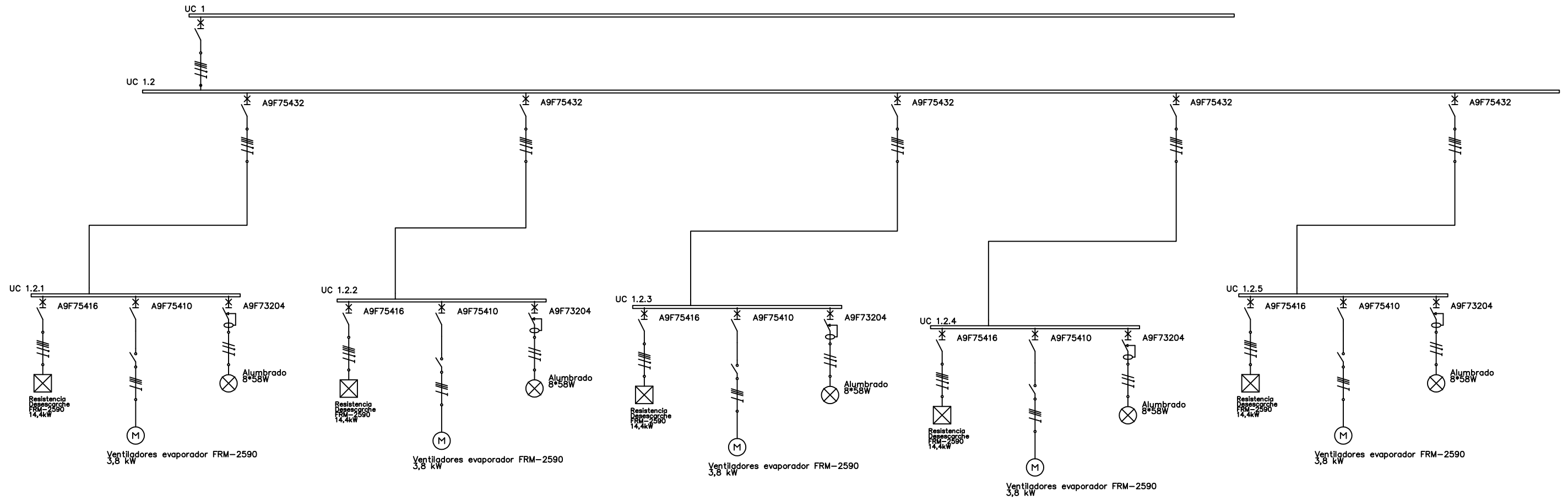
Central positiva de pasillo y SAS (2x15CV)

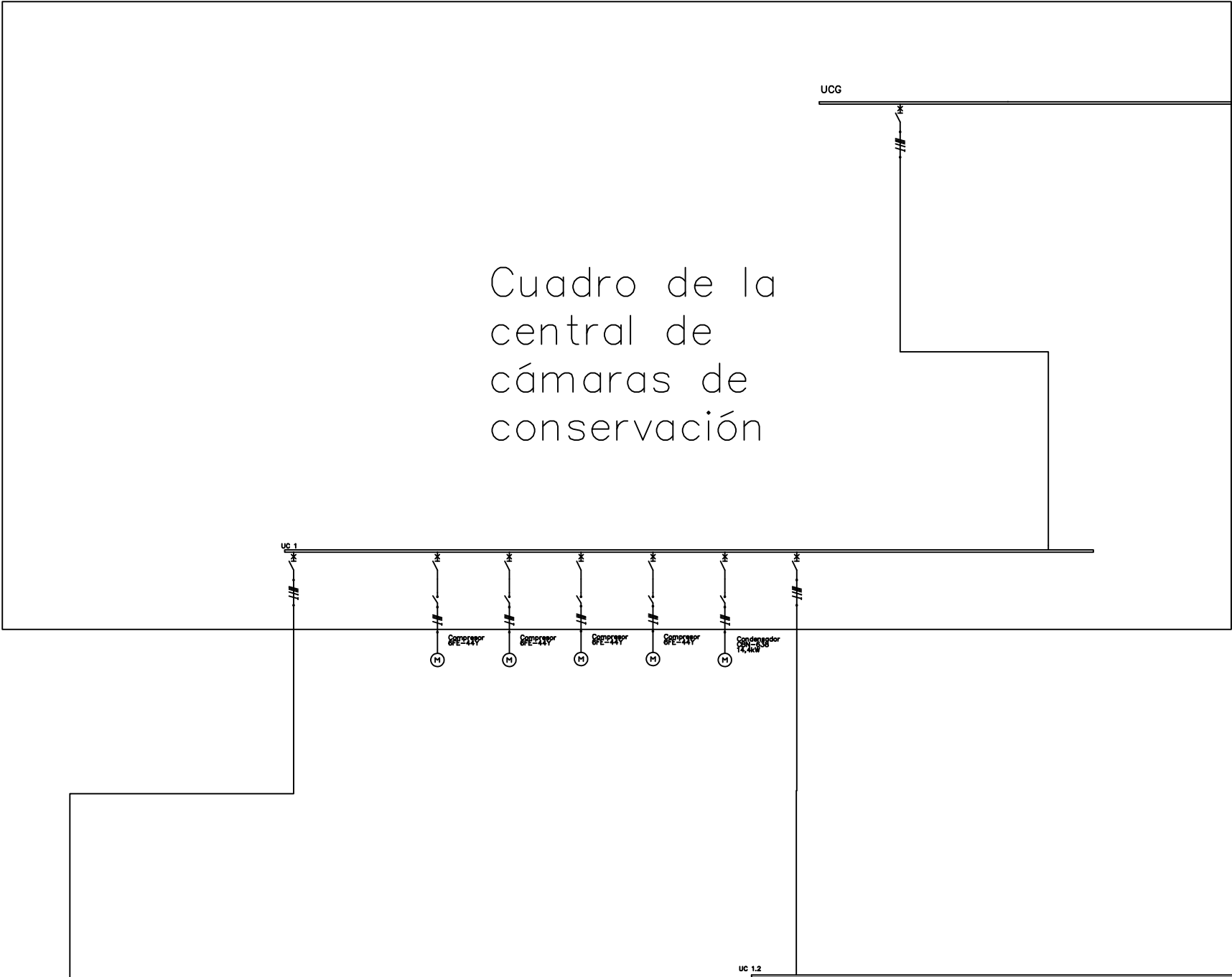


Central de cámaras negativas (4x30CV)





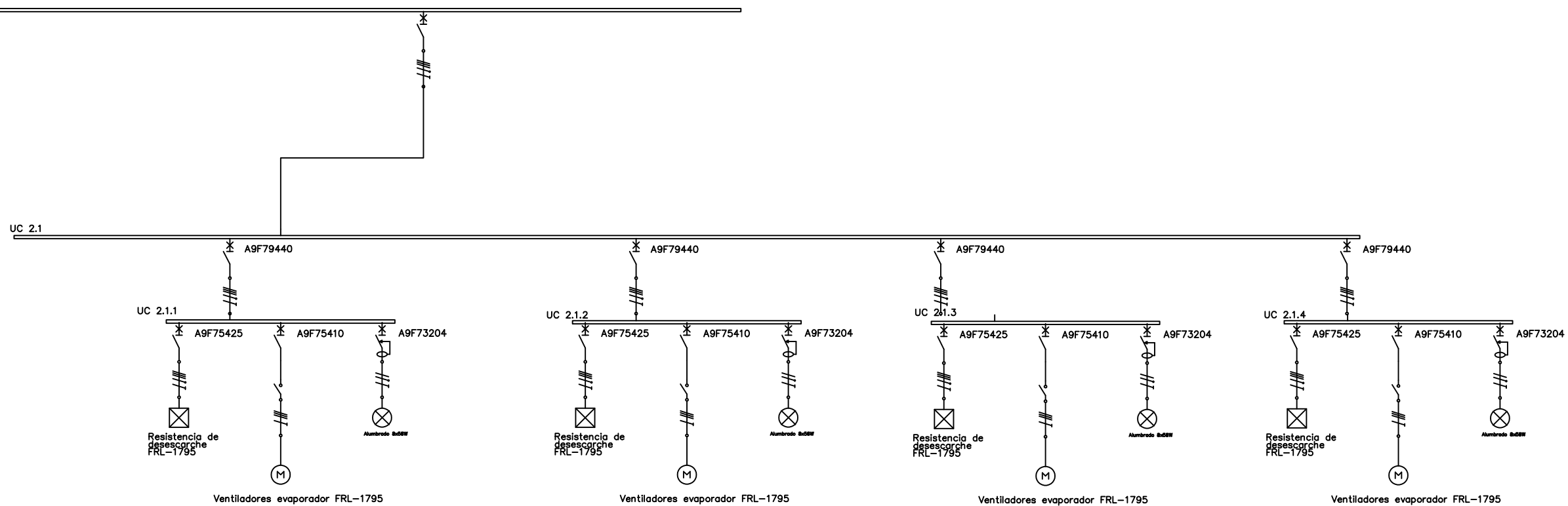




UC 1.1

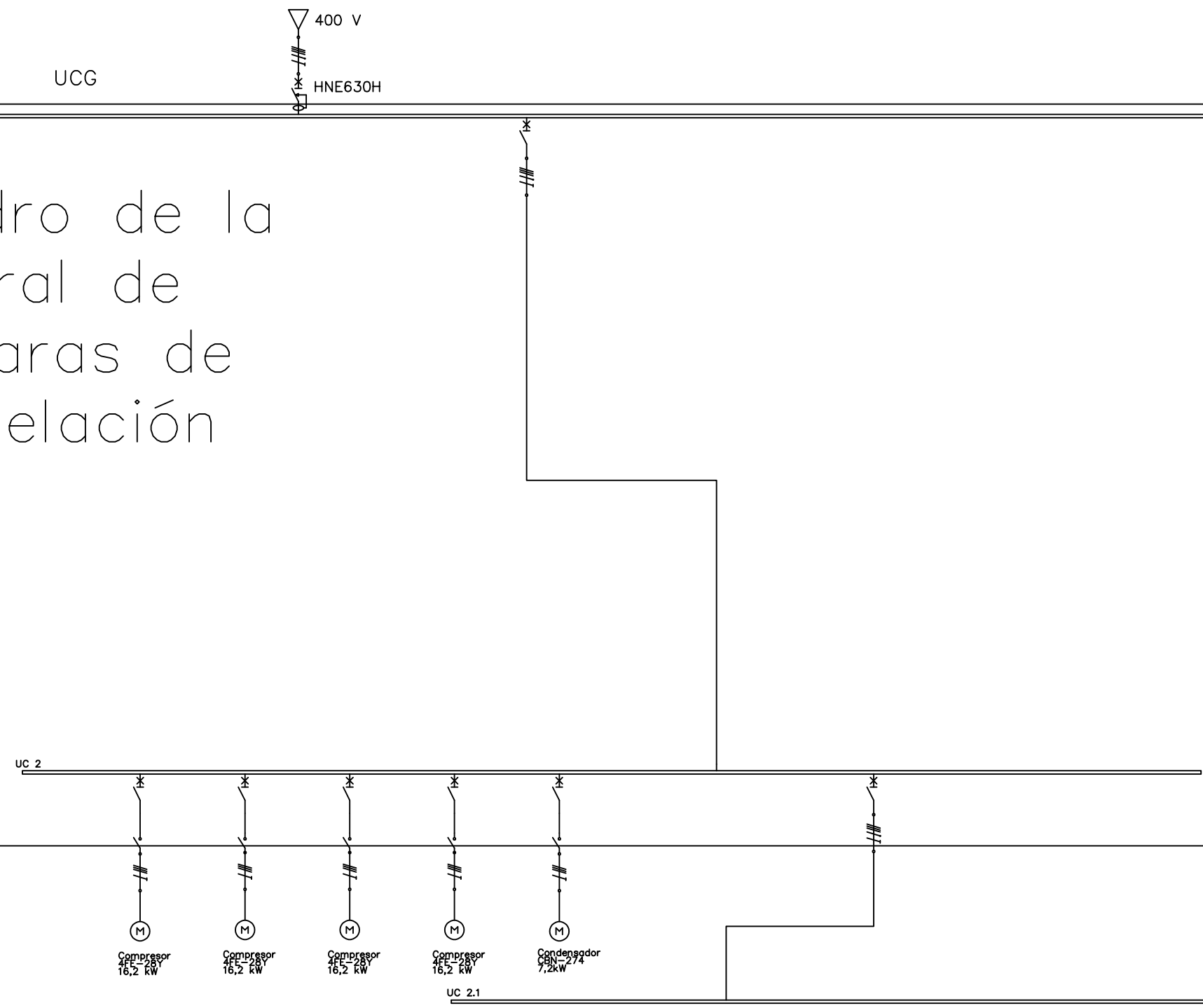
UC 1.2

UC2





# Cuadro de la central de cámaras de congelación



UCG

