

---

## **MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA**

**DINOSOL SUPERMERCADOS S.L.**

---



### **DIRECCIÓN CLIENTE**

Dirección:

CTRA. DEL RINCÓN, S/N, 4ª PLANTA Edif. Anexo C.C. Las Arenas

Población:

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Código Postal:

35010

Provincia:

LAS PALMAS

### **EMPLAZAMIENTO INSTALACIÓN**

Dirección:

AVDA. BLAS PÉREZ GONZÁLEZ, 4

Población:

PUERTO DE LA CRUZ

Código Postal:

35610

Provincia:

SANTA CRUZ DE TENERIFE

## Contenido

<b>1. OBJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
<b>3. TITULAR .....</b>	<b>3</b>
<b>4. DOMICILIO A EFECTOS DE NOTIFICACIONES .....</b>	<b>3</b>
<b>5. UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>6. EMPRESA INSTALADORA .....</b>	<b>4</b>
<b>7. ACTIVIDAD .....</b>	<b>4</b>
<b>8. REGLAMENTOS DE APLICACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>9. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>7</b>
9.1. CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA .....	7
9.2. CLASIFICACIÓN DEL LOCAL .....	8
9.3. CLASIFICACIÓN DEL GAS REFRIGERANTE .....	9
9.4. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	10
9.5. SALA DE MÁQUINAS .....	11
9.6. RESUMEN .....	11
<b>10. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA .....</b>	<b>12</b>
<b>11. CARGAS TÉRMICAS MUEBLES FRIGORÍFICOS Y CÁMARAS .....</b>	<b>13</b>
<b>12. MAQUINARIA INSTALADA .....</b>	<b>14</b>
12.1. CENTRALES POSITIVAS .....	14
12.2. CENTRAL NEGATIVA .....	15
12.3. EVAPORADORES .....	16
12.3.1. VALVULERÍA Y ELEMENTOS MUEBLES Y EVAPORADORES .....	16
12.4. ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN CÁMARAS .....	17
<b>13. CUADROS ELÉCTRICOS .....</b>	<b>20</b>
13.1. TELEGESTIÓN .....	21
<b>14. INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....</b>	<b>22</b>
<b>15. TUBERÍAS Y AISLAMIENTO .....</b>	<b>23</b>
15.1. TUBERÍAS .....	23
15.2. SUPORTACIONES .....	23
15.3. AISLAMIENTO .....	24
<b>16. SALAS DE MÁQUINAS .....</b>	<b>24</b>
16.1. VENTILACIÓN SALA DE MÁQUINAS .....	24
16.2. DETECTOR DE FUGAS EN SALA DE MÁQUINAS .....	25
16.3. INTERRUPTOR DE EMERGENCIA .....	25
16.4. INTERRUPTOR ACTIVACIÓN VENTILACIÓN FORZADA SALA MÁQUINAS .....	25
16.5. EXTINTORES PORTÁTILES .....	26
16.6. PLACA DE IDENTIFICACIÓN .....	26
16.7. CARTEL DE SEGURIDAD .....	27
<b>17. EQUIPOS A PRESIÓN .....</b>	<b>28</b>
17.1. EQUIPOS A PRESIÓN CENTRAL POSITIVA .....	28
<b>18. PROTECCIÓN CONTRA SOBREPRESIONES .....</b>	<b>29</b>

18.1.	VÁLVULAS DE SEGURIDAD.....	29
18.2.	DESCARGA DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD.....	30
18.3.	LIMITADORES DE PRESIÓN .....	33
18.4.	PROTECCIÓN INTERNA COMPRESORES.....	33
19.	<b>CARGA MÁXIMA ADMISIBLE DE REFRIGERANTE.....</b>	<b>34</b>
20.	<b>CONTROL DE FUGAS .....</b>	<b>35</b>
21.	<b>REVISIONES E INSPECCIONES PERIÓDICAS .....</b>	<b>38</b>
21.1.	REVISIONES PERIÓDICAS .....	38
21.2.	INSPECCIONES PERIÓDICAS.....	40
22.	<b>CONSIDERACIONES FINALES .....</b>	<b>42</b>
23.	<b>ANEXOS .....</b>	<b>43</b>
23.1.	PLANO DE SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	43
23.2.	DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS Y CANALIZACIONES.....	45
23.3.	ESQUEMAS FRIGORÍFICOS DE PRINCIPIO .....	50
23.3.1.	ESQUEMA FRIGORÍFICO CENTRAL POSITIVA .....	50
23.3.2.	ESQUEMA FRIGORÍFICO CENTRAL NEGATIVA .....	50
23.3.3.	ESQUEMA FRIGORÍFICO SERVICIOS .....	50
23.4.	FICHA DE SEGURIDAD REFRIGERANTE (FDS) .....	52
23.4.1.	FDS R-448A .....	52

## 1. OBJETO

El objeto de esta memoria es el de describir la instalación frigorífica dedicada a la conservación de productos perecederos en un supermercado, del que es su titular DINOSOL SUPERMERCADOS, S.L., y que está situada en la localidad de Puerto de la Cruz (Santa Cruz de Tenerife), de modo que quede incorporada en el Registro de Instalaciones Frigoríficas del Gobierno de Canarias.

## 2. ANTECEDENTES

No existen antecedentes administrativos de la instalación objeto de este proyecto y, por lo tanto, se tramitará como nueva instalación.

## 3. TITULAR

Titular:

DINOSOL SUPERMERCADOS S.L.

CIF:

B61742565

Domicilio social: **Error! Not a valid link.**

## 4. DOMICILIO A EFECTOS DE NOTIFICACIONES

Dirección:

C/ Luis Correa Medina, 9

35013 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA (LAS PALMAS)

Teléfono:

928303600

## 5. UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Dirección:

AVDA. BLAS PÉREZ GONZÁLEZ, 4

PUERTO DE LA CRUZ

SANTA CRUZ DE TENERIFE

Teléfono:

922443768

Número de inscripción de la instalación:

## 6. EMPRESA INSTALADORA

Nombre:

GESTÉCNICA INTEGRAL 10. S.L.

NIF:

B76501931

Domicilio Social:

C/ ISAAC PERAL, Nº 3, NAVE 5

38109

EL ROSARIO,

SANTA CRUZ DE TENERIFE

SANTA CRUZ DE TENERIFE

Teléfono:

922618202

Email:

[gestecnicaintegral10@gestecnicaintegral10.es](mailto:gestecnicaintegral10@gestecnicaintegral10.es)

N.º REIF:

38020755

## 7. ACTIVIDAD

Supermercado para la venta al público de productos alimentarios perecederos, así como otros productos.

## **8. NORMATIVA DE APLICACIÓN**

### **RD. 552/2019**

Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias. Es el Reglamento que se encuentra en vigor desde el 2 de enero de 2020 y del que se observarán las disposiciones de cumplimiento obligatorio para instalaciones en funcionamiento antes de su entrada en vigor, así como las instrucciones para el alta de instalaciones ya existentes no inscritas en el correspondiente Registro.

### **RD. 709/2015**

Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 2014/68/UE, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos a presión, y que deroga la Directiva 97/23/CE. Este Real Decreto deroga el Real Decreto 769/1999, por el que se dictaban las disposiciones de aplicación de la Directiva 97/23/CE.

### **RD 842/2002**

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

### **REGLAMENTO CE 1005/2009**

Reglamento (CE) N.º 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de septiembre de 2009 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono.

Este RD 1005/2009, deroga el Reglamento (CE) N.º 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de junio de 2000 sobre las sustancias que agotan la capa de ozono, a partir del 1 de enero de 2010.

### **RD 115/2017**

Real Decreto 115/2017, de 17 de febrero, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan y por el que se establecen los requisitos técnicos para las instalaciones que desarrollen actividades que emitan gases fluorados.

### **REGLAMENTO CE 1516/2007**

Reglamento (CE) N.º 1516/2007 de la Comisión de 19 de diciembre de 2007 por el que se establecen, de conformidad con el Reglamento (CE) N.º 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, requisitos de control de fugas estándar para los equipos fijos de refrigeración, aires acondicionado y bombas de calor que contengan determinados gases fluorados de efecto invernadero

### **REGLAMENTO UE 517/2014**

Reglamento (UE) N.º 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de abril de 2014 sobre los gases fluorados de efecto invernadero (que deroga el Reglamento CE 842/2006 de 17 de mayo de 2006).

### **REGLAMENTO DE EJECUCIÓN UE 2068/2015**

Reglamento de ejecución (UE) 2068/2015 de la Comisión de 17 de noviembre de 2015 por el que se establece, con arreglo al Reglamento (UE) N.º 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, el modelo de las etiquetas de los productos y aparatos que contengan gases fluorados de efecto invernadero.

**RD 314/2006**

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y modificaciones posteriores.

**LEY 31/1995**

Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

**RD 485/1997**

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y salud en el trabajo.

**RD 1627/1997**

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Transpone la Directiva Europea 92/57/CEE, de 24 de junio. El RD 2177/2004, de 12 de noviembre, modifica el anexo IV. El RD 604/2006, de 19 de mayo, incorpora una disposición adicional única. El RD 1109/2007, de 24 de agosto, modifica los artículos 13.4 y 18.2. Finalmente, el RD 337/2010, de 19 de marzo, deroga el artículo 18 y modifica el 19.1.

## 9. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

### 9.1. CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA

Según lo especificado en el Artículo 6 del Capítulo II del Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas (RSIF), existen dos grupos de clasificación:

1.- Atendiendo al método de extracción de calor (enfriamiento) o cesión de calor (calentamiento) a la atmósfera o al medio a tratar:

**Sistemas directos:** cuando el evaporador o el condensador del sistema de refrigeración está en contacto directo con el medio que se enfría o calienta.

**Sistemas indirectos:** cuando el evaporador o el condensador del sistema de refrigeración, situado fuera del local en donde se extrae o cede calor al medio a tratar, enfría o calienta un fluido secundario que se hace circular por unos intercambiadores para enfriar o calentar el medio citado.

2.- Atendiendo a criterios de seguridad, los sistemas de refrigeración se clasifican en los siguientes tipos, según cuál sea su emplazamiento:

**Tipo 1:** Sistema de refrigeración con todas las partes que contengan refrigerante situadas en un espacio ocupado por personas.

**Tipo 2:** Sistema de refrigeración con los compresores, recipientes y condensadores situados en una sala de máquinas no ocupada por personas o al aire libre. Los enfriadores, las tuberías y las válvulas pueden estar situados en espacios ocupados por personas.

**Tipo 3:** Sistema de refrigeración con todas las partes que contienen refrigerante situado en una sala de máquinas no ocupada por personas o al aire libre.

**Tipo 4:** Sistema de refrigeración en el que todas las partes que contienen refrigerante están situadas en el interior de una envolvente ventilada.

En esta instalación, la clasificación en función de los dos grupos es:

Atendiendo al método de enfriamiento:

**Sistema Directo**

Atendiendo a los criterios de seguridad del sistema:

**Tipo 2**

## 9.2. CLASIFICACIÓN DEL LOCAL

Según lo especificado en el Artículo 7 del Capítulo II del Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (RSIF), atendiendo a criterios de seguridad, los locales (recintos, edificios o parte de edificios) en los que se ubican las instalaciones frigoríficas se clasifican en las categorías siguientes:

**Categoría A.** Acceso general. Habitaciones, recintos o construcciones en los que las personas tienen limitada su capacidad de movimiento, no se controla el número de personas presentes, y puede acceder cualquier persona sin que, necesariamente, tenga que conocer las precauciones de seguridad requeridas.

**Categoría B.** Acceso supervisado. Habitaciones, recintos o construcciones con un aforo limitado de personas, algunas de las cuales deben necesariamente conocer las precauciones generales de seguridad requeridas del establecimiento, principalmente ubicación de salidas de emergencia y zonas de paso.

**Categoría C.** Acceso autorizado. Habitaciones, recintos o construcciones en los que sólo tienen acceso personas autorizadas, que conozcan las precauciones de seguridad generales y específicas del establecimiento, principalmente salidas de emergencia y zonas de paso, y en los que se desarrollan actividades de fabricación, procesamiento o almacenamiento de materiales o productos.

En esta instalación, la clasificación del local es:

Atendiendo a los criterios de seguridad del local:

**Categoría A**



### 9.3. CLASIFICACIÓN DEL GAS REFRIGERANTE

Según el apartado 4 de la IF-02 del RSIF, los refrigerantes se clasifican según el grado de seguridad en función de su inflamabilidad y toxicidad, dentro de los siguientes grupos:

#### INFLAMABILIDAD

Los refrigerantes deberán incluirse dentro de una de las tres categorías, 1, 2 y 3 basándose en lo siguiente:

**Categoría 1:** Refrigerantes que no muestran propagación de llama cuando se ensayan a +60°C y 101,3 kPa

**Categoría 2:** Refrigerantes que cumplan las tres condiciones siguientes: Muestran propagación de llama cuando se ensayan a +60 °C y 101,3 kPa; tienen un límite inferior de inflamabilidad, cuando forman una mezcla con el aire, igual o superior al 3,5% en volumen (V/V); y tienen un calor de combustión menor de 19.000 kJ/kg.

Dentro de este grupo la norma ISO 817 ha introducido el criterio de la disminución de riesgo a causa de la baja velocidad de propagación de la llama de ciertas sustancias, estableciendo la **Categoría 2L**, el cual además de satisfacer las tres condiciones anteriores presenta una velocidad de propagación de la llama inferior a 10 cm/s.

**Categoría 3:** Refrigerantes que cumplan las tres condiciones siguientes: Muestran propagación de llama cuando se ensayan a +60 °C y 101,3 kPa; tienen un límite inferior de inflamabilidad, cuando forman una mezcla con el aire, inferior al 3,5% en volumen (V/V); y tienen un calor de combustión mayor o igual a 19.000 kJ/kg.

#### TOXICIDAD

Los refrigerantes deberán incluirse dentro de una de las categorías A y B basándose en su toxicidad:

**Categoría A:** Refrigerantes cuya concentración media en el tiempo no tiene efectos adversos para la mayoría de los trabajadores que pueden estar expuestos al refrigerante durante una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas semanales y cuyo valor es igual o superior a una concentración media de 400 ml/m<sup>3</sup> [400 ppm. (V/V)].

**Categoría B:** Refrigerantes cuya concentración media en el tiempo no tiene efectos adversos para la mayoría de los trabajadores que puedan estar expuestos al refrigerante durante una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas semanales y cuyo valor es inferior a una concentración media de 400 ml/m<sup>3</sup> [400 ppm. (V/V)].

Refrigerante HFC **R-448A** (26% R-32 / 26% R-125 / 20% R-1234yf / 21% R-134a / 7% R-1234ze)

- Clasificación en función de su inflamabilidad: (Refrigerante no inflamable en estado de vapor a cualquier concentración en el aire)	Grupo 1
- Clasificación en función de su toxicidad: Refrigerante no inflamable y de acción tóxica ligera o nula	Grupo A
- Grupo de seguridad:	A1
- Clasificación según Reglamento Equipos a Presión:	2
- Potencial de calentamiento atmosférico (según RSIF):	1.387
- Potencial de agotamiento de la capa de ozono:	0
- Límite práctico admisible:	0,388 kg/m <sup>3</sup>

Se adjunta ficha de seguridad en el apartado de los Anexos.

#### 9.4. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Según lo especificado en el Artículo 8 del Capítulo II del Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas (RSIF), las instalaciones frigoríficas se clasifican en función del riesgo potencial en las categorías siguientes:

**Nivel 1.** Instalaciones formadas por uno o varios sistemas frigoríficos independientes entre sí con una potencia eléctrica instalada en los compresores por cada sistema inferior o igual a 30 kW siempre que la suma total de las potencias eléctricas instaladas en los compresores frigoríficos, de todos los sistemas, no exceda de 100 kW, o por equipos o sistemas compactos de cualquier potencia, con condensador incorporado (no remoto), siempre que se trate de unidades enfriadoras de agua, de fluidos secundarios, bombas de calor, o que formen parte de las mismas y que en ambos casos utilicen refrigerantes de alta seguridad (L1), y que no refrigeren cámaras de atmósfera artificial de cualquier volumen, o conjuntos de las mismas.

**Nivel 2.** Instalaciones formadas por uno o varios sistemas frigoríficos independientes entre sí con una potencia eléctrica instalada en los compresores superior a 30 kW en alguno de los sistemas, o que la suma total de las potencias eléctricas instaladas en los compresores frigoríficos exceda de 100 kW, o que enfríen cámaras de atmósfera artificial, o que utilicen refrigerantes de media y baja seguridad (L2 y L3).

Diferentes sistemas de refrigeración configuran la misma instalación frigorífica cuando tienen en común alguno de los siguientes elementos o componentes:

- a) Equipos ubicados en una misma sala de máquinas o que atienden a un mismo espacio, como cámaras frigoríficas, salas de proceso, etc.
- b) Circuito de condensación

Denominación	Potencia absorbida		
Sistema 1: Compresores central positiva:	3 x 9.370 W	=28.110 W	< 30 kW
Sistema 2: Compresores central negativa:	3 x 8.130 W	=24.390 W	< 30 kW
TOTAL	28.110 W + 24.390 W	=52.500 W	<100 kW

Por lo tanto, **Nivel 1**, al tener todos sus sistemas una potencia máxima absorbida inferior a 30 kW y ser la suma de todos ellos inferior a 100 kW.

## 9.5. SALA DE MÁQUINAS

Atendiendo la definición que da el Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas (RSIF), en el apartado 3.2 de su instrucción IF-01, (terminología):

### Sala de Máquinas

Espacio o recinto cerrado, ventilado por ventilación mecánica, sellado y aislado respecto a las zonas públicas y no accesible al público, destinado a la instalación de componentes del sistema de refrigeración o del sistema completo. Pueden instalarse otros equipos si son compatibles con los requisitos de seguridad del sistema de refrigeración. No tendrá consideración de espacio, local o recinto habitado a los efectos de establecer la carga máxima de refrigerante en la instalación frigorífica.

### Sala de Máquinas Específica

Sala de máquinas prevista exclusivamente para la instalación de componentes, consumibles y herramientas necesarias para partes de los sistemas de refrigeración o de los sistemas completos. Es accesible solamente a personal autorizado para necesidades de mantenimiento y reparación.

Ambas centrales frigoríficas se encuentran ubicadas en una sala de máquinas no específica. Por lo tanto, la presente instalación dispone de sala de máquinas.

## 9.6. RESUMEN

Clasificación sistema:	Directo
	Tipo 2
Clasificación del local:	A
Clasificación Refrigerante:	A1
Clasificación Instalación:	Nivel 1
Sala de Máquinas:	Específica

## 10. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

La instalación está compuesta por varios muebles frigoríficos tipo mural y dos armarios de congelados, así como tres cámaras de conservación, un obrador y dos cámaras de congelados. Los servicios positivos se alimentan desde una central compacta positiva, mientras que los servicios negativos se alimentan desde una central compacta negativa.

Las centrales compactas frigoríficas se encuentran ubicadas dentro de una sala de máquinas no específica. Los compresores utilizados son de tipo scroll de la marca COPELAND. Dichos compresores van provistos de todos los elementos de seguridad necesarios para garantizar el funcionamiento correcto de los mismos y un mantenimiento mínimo.

Las centrales compactas frigoríficas incorporan el condensador de aire dentro de su propio carrozado. Los ventiladores de los condensadores son radiales de conmutación electrónica (EC) y medio nivel sonoro.

El refrigerante condensado se almacena en su correspondiente recipiente de líquido individual incorporado dentro de las propias máquinas descritas.

Se ha instalado un evaporador en cada cámara, correctamente dimensionado a sus necesidades. El desescarche de los evaporadores se realiza por resistencias eléctricas.

El gas utilizado en la instalación es R-448A. La carga de refrigerante para la central compacta positiva es de 50 kg, mientras que la carga de refrigerante para la central compacta negativa es de 35 kg. Por lo que la instalación cuenta con una carga total de 85 kg de refrigerante R-448A repartida en dos sistemas diferentes.

## 11. CARGAS TÉRMICAS MUEBLES FRIGORÍFICOS Y CÁMARAS

De acuerdo con los datos facilitados considerando unas condiciones interiores de +24 °C/+60% y exteriores de +32 °C/65%, se han calculado las siguientes cargas térmicas para el mobiliario frigorífico, según los datos aportados por el fabricante, y las cámaras.

### SERVICIOS POSITIVOS

DENOMINACIÓN	MÓDULOS	MOD/VOL.	Tº	CARGA Tª
MURAL FRUTERÍA S/P	2	8	+2/+4 °C	6.500 W
MURAL REFRIGERADOS 1 C/P	2	12	+2/+4 °C	4.875 W
MURAL REFRIGERADOS 2 C/P	2	12	+2/+4 °C	4.875 W
MURAL REFRIGERADOS 3 C/P	3	11	+2/+4 °C	4.469 W
CÁMARA FRUTERÍA	1 evap.	24.9 m³	4 °C	2.210 W
CÁMARA PLS	1 evap.	20.4 m³	2 °C	1.742 W
CÁMARA BASURAS	1 evap.	19.0 m³	0 °C	1.907 W
OBRADOR FRUTERÍA	1 evap.	12.1 m³	10 °C	1.375 W
<b>SERVICIOS POSITIVOS</b>				<b>27.952 W</b>

N.º Servicios Positivos:	8
N.º Módulos mobiliario, temperatura positiva:	9
N.º Cámaras / Obradores temperatura positiva:	4

### SERVICIOS NEGATIVOS

DENOMINACIÓN	MÓDULOS	MOD/VOL.	Tª	CARGA Tª
ARMARIO CONG. 1	1	5	-22/-25 °C	2.538 W
ARMARIO CONG. 2	1	4	-22/-25 °C	2.031 W
CÁMARA CONGELADOS	1 evap.	27.2 m³	-22 °C	2.569 W
CÁMARA PAN CONGELADO	1 evap.	16.2 m³	-22 °C	2.340 W
<b>SERVICIOS NEGATIVOS</b>				<b>9.478 W</b>

N.º Servicios Negativos conectados a central:	4
N.º Módulos mobiliario, temperatura negativa:	2
N.º Cámaras temperatura negativa conectadas a central:	2

## 12. MAQUINARIA INSTALADA

### 12.1. CENTRALES POSITIVAS

Para alimentar a todos los servicios de refrigerados se ha instalado una central compacta según los datos detallados a continuación. El primer compresor incorpora modulación digital (digital scroll).

N.º Unidades	2			
Denominación	SZX/ZBD-171T (DISCO)			
N.º de serie	2023/76649/1			
N.º de compresores	3			
Refrigerante	R-448A			
Marca compresores	Copeland			
Tipo compresores	Scroll hermético			
Régimen de trabajo	-10/+45 °C			
Modelo compresores	ZBD57KCE-TFD	ZB57KCE-TFD	ZB57KCE-TFD	TOTAL
Potencia frigorífica	13.550 W	13.250 W	13.250 W	40.050 W
Potencia absorbida	5.350 W	5.620 W	5.620 W	16.590 W
Potencia absorbida máxima	9.370 W	9.370 W	9.370 W	28.110 W
COP	2,53	2,36	2,36	
Caudal Másico	340,9 kg/h	333,4 kg/h	333,4 kg/h	1007,6 kg/h
Desplazamiento Volumétrico	21,40 m³/h	21,40 m³/h	21,40 m³/h	64,20 m³/h
Intensidad a régimen	9,50 A	9,75 A	9,75 A	
Intensidad máxima	15,90 A	15,90 A	15,90 A	
Reducción de capacidad	DIGITAL	-	-	
Controlador	DANFOSS AK-PC 351			
Aceite	Emkarate RL 32 3MAF			
Condensador	Batería en horizontal			
N.º de ventiladores y tipo	2 x Radiales EC			
Condiciones condensador	T. Ext. = +36 °C (DT=9K)			
Caudal de Aire Máximo	20.500 m³/h			
Tensión de alimentación	380-420 V / 3 / 50 Hz			
Dimensiones unidad	1.820 x 850 x 2.230 (h) mm			
Peso en vacío unidad	600 kg			

La central frigorífica incluye los siguientes opcionales:

- Reguladores del nivel de aceite.
- Protección diferencial y magnetotérmica por cada compresor y cada ventilador.
- Protección diferencial y magnetotérmica para maniobra individual por compresor (resistencias Cáster).
- Válvula seguridad conducida al exterior del carrozado.
- Indicador disparo válvula de seguridad.
- Sonda temperatura condensación.
- Insonorización en el carrozado y funda acústica para compresores.
- Protección epóxica batería condensador.

## 12.2. CENTRAL NEGATIVA

Para alimentar a todos los servicios de congelados se realizó la instalación de una central compacta, según los datos detallados a continuación; El primer compresor incorpora modulación digital (digital scroll).

N.º Unidades	1			
Denominación	SZX/ZFD-54T KCE TFD/R29 L 27B MA (DISCO)			
N.º de serie	2023/76693/1			
N.º de compresores	3			
Refrigerante	R-448A			
Marca compresores	Copeland			
Tipo compresores	Scroll hermético			
Regímenes de trabajo	-35.0 °C		45.0 °C	
Presiones de trabajo relativa	0.67 bar		20.15 bar	
Modelo compresores	<b>ZFD18KVE-TFD EVI</b>	<b>ZF18KVE-TFD EVI</b>	<b>ZF18KVE-TFD EVI</b>	<b>TOTAL</b>
Potencia frigorífica	5.340 W	5.340 W	5.340 W	16.020 W
Potencia absorbida	4.180 W	4.180 W	4.180 W	12.540 W
Potencia absorbida máxima	8.130 W	8.130 W	8.130 W	24.390 W
COP	1.28	1.28	1.28	
Caudal Másico	98.3 kg/h	98.3 kg/h	98.3 kg/h	294.8 kg/h
Desplazamiento Volumétrico	17.10 m³/h	17.10 m³/h	17.10 m³/h	51.30 m³/h
Intensidad a régimen	7.63 A	7.63 A	7.63 A	
Intensidad máxima	13.80 A	13.80 A	13.80 A	
Reducción de capacidad	<b>DIGITAL</b>	-	-	
Controlador	DANFOSS AK-PC 351			
Aceite	Emkarate RL 32 3MAF			
Condensador	Batería en horizontal			
N.º de ventiladores y tipo	2 x Radiales EC			
Condiciones condensador	T. Ext. = +36 °C (DT=9 K)			
Caudal de Aire Máximo	15.000 m³/h			
Tensión de alimentación	380-420 V / 3 / 50 Hz			
Dimensiones unidad	1.820 x 850 x 2.230 (h) mm			
Peso en vacío unidad	630 kg			

El compresor incorpora el sistema EVI de inyección de vapor para subenfriamiento de líquido, mejorando el rendimiento del sistema, con lo que la tubería de líquido deberá estar aislada mediante coquilla elastomérica.

La central incluye los siguientes opcionales:

- Regulador de nivel de aceite.
- Protección diferencial y magnetotérmica por cada compresor y cada ventilador.
- Protección diferencial y magnetotérmica para maniobra individual por compresor (resistencias Cárter).
- Válvula seguridad conducida al exterior del carrozado.
- Indicador disparo válvula de seguridad.
- Sonda temperatura condensación.
- Insonorización en el carrozado y funda acústica para compresores.
- Protección epóxica batería condensador.

### 12.3. EVAPORADORES

En cada cámara se instala un evaporador convenientemente dimensionado y dotado de ventiladores axiales y baterías de intercambio con tubos de cobre y aletas de aluminio, cuya separación está en función de la temperatura interior deseada. Están diseñados para soportar las presiones de trabajo alcanzadas por el refrigerante. Se ha instalado un evaporador por cámara y obrador, y son los siguientes:

DENOMINACIÓN	MODELO	VOL. INT.	SUPERFICIE	CAUDAL	POTENCIA	SEP.ALETA
CÁMARA FRUTERÍA	GCE 252 G6 ED	1.6 dm <sup>3</sup>	11.1 m <sup>2</sup>	1695 m <sup>3</sup> /h	2.430 W	6 mm
CÁMARA PLS	GCE 252 G6 ED	1.6 dm <sup>3</sup>	11.1 m <sup>2</sup>	1695 m <sup>3</sup> /h	2.270 W	6 mm
CÁMARA BASURAS	GCE 252 G6 ED	1.6 dm <sup>3</sup>	11.1 m <sup>2</sup>	1695 m <sup>3</sup> /h	2.120 W	6 mm
OBRAJADOR FRUTERÍA	MIC 161	1.4 dm <sup>3</sup>	6.2 m <sup>2</sup>	1080 m <sup>3</sup> /h	2.150 W	4,5 / 9 mm
CÁMARA CONGELADOS	GCE 312 F8 ED	3.7 dm <sup>3</sup>	19.8 m <sup>2</sup>	3300 m <sup>3</sup> /h	3.280 W	8 mm
CÁMARA PAN CONGELADO	GCE 253 E8 ED	3.2 dm <sup>3</sup>	17.5 m <sup>2</sup>	2520 m <sup>3</sup> /h	2.420 W	8 mm

El desescarche en los evaporadores de las cámaras y de los muebles frigoríficos negativos se realiza mediante la aportación de calor por resistencias (desescarche eléctrico), mientras que en los evaporadores de los obradores y de los muebles frigoríficos positivos se realiza por aire, mediante el corte de la alimentación de refrigerante a estos mientras los ventiladores están en funcionamiento.

#### 12.3.1. VALVULERÍA Y ELEMENTOS MUEBLES Y EVAPORADORES

Para cada evaporador de cámaras y mueble frigorífico se instalaron las siguientes válvulas:

- Llaves de bola en aspiración y líquido.
- Filtro y visor en línea de líquido.
- Válvula de expansión electrónica en cada evaporador de cámara.
- Válvula de expansión electrónica en cada módulo de mobiliario frigorífico, suministrado con el propio mueble.
- Válvula reguladora de presión KVP en obradores, y vitrinas.
- Sifón y contra sifón en aspiración.



## 12.4. ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN CÁMARAS

Siguiendo las indicaciones del reglamento, según RD 552/2019, se han instalado las siguientes seguridades y elementos, justificados por cada una de las instrucciones detalladas a continuación:

### **Válvulas equilibradoras de presión**

Según la IF-11, apartado 1.6, en todas las cámaras estancas con volumen superior a los 20 m<sup>3</sup> se dispondrá un sistema con una o varias válvulas equilibradoras de presión.

En esta instalación se han ubicado en las dos cámaras positivas con volumen superior a 20 m<sup>3</sup>, y en las dos cámaras negativas.

### **Válvulas Equilibradora de Presión instaladas**

#### **Cámaras Positivas**

- Marca ELEBAR modelo ELEBAR-TN/2222.

○ Volumen máx. Cámara:	100 m <sup>3</sup>
○ Resistencia:	NO
○ Características Resistencia:	-
○ Conexión:	-



#### **Cámaras Negativas**

- Marca ELEBAR modelo ELEBAR-BT/2220.

○ Volumen máx. Cámara:	100 m <sup>3</sup>
○ Resistencia:	SI
○ Características Resistencia:	230 V – 16 W
○ Conexión:	2 Cables



### **Dispositivos de llamada “persona encerrada”**

Según la IF-12 del RSIF, apartado 3.3.1, en las cámaras que trabajen a temperatura bajo cero se dispondrán junto a la puerta, y a una altura no superior a 1,25 metros, dos dispositivos de llamada (timbre, sirena o teléfono), uno de ellos conectado a una fuente autónoma de energía. En las cámaras que trabajen a temperaturas de 0º C o superiores y hasta +5 °C bastará montar un único dispositivo de llamada.

Se han instalado dos dispositivos de llamada en ambas cámaras de congelados, mientras que en las cámaras de conservación se ha instalado un único dispositivo.

### **Detectores de fugas**

Según la IF-16, apartado 3.1, en las cámaras frigoríficas y locales refrigerados para procesos en los que en caso de fugas de refrigerantes pueda sobrepasarse los límites prácticos admisibles de concentración de refrigerante, se instalará un sistema de detección de fugas que active una alarma y aisle parte del sistema de refrigeración. No será necesaria su instalación en cámaras con un volumen interior inferior a 10 m<sup>3</sup>.

Se ha instalado un detector de fugas en todas las cámaras y obradores de las siguientes características:

- Marca DANFOSS DGS-SC HFC GR.2 ubicado interior de cámara y el control en subcuadro.
  - Alimentación: 24 V DC
  - Grado de Protección: IP 65
  - Tipo de sensor: Semi-Conductor
  - Rango de Temperaturas: -35/+50 °C
  - Rango de Medición: 20 – 20.000 ppm
  - Valor Predeterminado: 500 ppm
  - Conexión: MODBUS



Detector de fugas instalado

#### **Hacha tipo “bombero”**

Según la IF-11, apartado 1.4, en el interior de toda cámara frigorífica, y en los túneles convencionales discontinuos, que puedan funcionar a temperatura bajo cero o con atmósfera controlada se dispondrá junto a cada una de las puertas un hacha tipo bombero con mango de tipo sanitario y longitud mínima de 800 mm. Se ha instalado una en las dos cámaras de congelados.

#### **Registadores de temperatura**

Según la IF-11, apartado 4, en las cámaras de congelados y ultracongelados con volumen igual o superior a los 10 m<sup>3</sup>, se instalarán registradores de temperatura que cumplirán en cuanto a documentación, mantenimiento y control con la normativa vigente.

Se ha instalado el registrador de temperatura homologado ELIWEL MEMORY MT en las dos cámaras de congelados.

## RESUMEN ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN CÁMARAS

CÁMARAS POSITIVAS									
LÍMITE PRÁCTICO ADMISIBLE		R-448A			0.388 kg/m³				
CARGA REAL SISTEMA MÁS DESFAVORABLE		50 kg							
DENOMINACIÓN	Tª	VOLUMEN	CESP	VEP	DF	DLL	HGR	HACHA	RT
CÁMARA FRUTERÍA	4	24.9 m³	2.01 kg/m³	1	SI - (DGS-SC HFC Gr2)	SI (1)	SI (1)	NO	NO
CÁMARA PLS	2	20.4 m³	2.45 kg/m³	1	SI - (DGS-SC HFC Gr2)	SI (1)	SI (1)	NO	NO
CÁMARA BASURAS	0	19.0 m³	2.63 kg/m³	0	SI - (DGS-SC HFC Gr2)	SI (1)	SI (1)	NO	NO
OBRADOR FRUTERÍA	10	12.1 m³	4.15 kg/m³	0	SI - (DGS-SC HFC Gr2)	0	0	NO	NO

CÁMARAS NEGATIVAS									
LÍMITE PRÁCTICO ADMISIBLE		R-448A			0.388 kg/m³				
CARGA REAL SISTEMA MÁS DESFAVORABLE		35 kg							
DENOMINACIÓN	Tª	VOLUMEN	CESP	VEP	DF	DLL	HGR	HACHA	RT
CÁMARA CONGELADOS	-22	27.2 m³	1.29 kg/m³	1	SI - (DGS-SC HFC Gr2)	SI (2)	NO	SI (1)	SI - (MEMORY NT)
CÁMARA PAN CONGELADO	-22	16.2 m³	2.16 kg/m³	1	SI - (DGS-SC HFC Gr2)	SI (2)	NO	SI (1)	SI - (MEMORY NT)

CESP: Carga específica

VEP: Válvula equilibradora de presión

DF: Detector de fugas

DLL: Dispositivo de llamada

HGR: Higrómetro

RT: Registrador de Temperatura

### 13. CUADROS ELÉCTRICOS

#### **CUADRO N.º 1 y N.º 2 – CENTRALES COMPACTAS**

Cuadro eléctrico de control y protección individual por central, donde se protegen los compresores de las centrales y ventiladores de condensadores, incorporado en la propia bancada.

Control y regulación de las centrales y los condensadores mediante autómatas marca DANFOSS el cual y con la información recibida de una sonda de presión, asegura la puesta en marcha o parada de cada uno de los compresores en función de las necesidades térmicas de la instalación. El trabajar con autómatas programables permite al mismo tiempo la rotación de los equipos que controla con base en el tiempo de funcionamiento.

#### **CUADRO N.º 3 - SERVICIOS DE FRÍO**

Construido de acuerdo con las especificaciones técnicas para DINOSOL, alberga todas las protecciones de cada uno de los servicios que configuran la instalación, según:

- Envoltente metálico RAL – 7035.
- Seccionador general de corte en carga tetrapolar
- Equipo de iluminación interior.
- Equipo de ventilación interior.
- Diferenciales y magnetotérmicos de protección, servicios de mobiliario y cámaras.
- Control mobiliario en mueble.
- Cuadro individual por cámara.
- Diferencial y magnetotérmico circuitos antivaho.
- Diferencial y magnetotérmico individual por mobiliario autónomo.
- Diferencial general y magnetotérmicos por zonas circuito de iluminación.

Los muebles frigoríficos, tanto de temperatura positiva como de negativa, incorporan todos los elementos de potencia y control de maniobra, de modo que sean alimentados por una línea monofásica o trifásica en función de sus necesidades, desde el cuadro de servicios de frío.

Cada cámara frigorífica incorpora un cuadro de control y potencia ubicado junto a su puerta, los cuales son alimentados desde el mismo cuadro de servicios, mediante una única acometida monofásica o trifásica según servicio.

Los puntos de frío, tanto de temperatura positiva como de negativa, son controlados a través de microprocesadores de la misma marca DANFOSS, AK-CC 55, con display AK-UI55 Bluetooth, que permiten trabajar en tiempo real y entre sus funciones se encuentran la puesta en marcha y paro de cada servicio, inicio y final de desescarche y retardo en la entrada de ventiladores una vez finalizado el desescarche.

#### **CUADRO N.º 4 - VENTILACIÓN SALA DE MÁQUINAS**

Se ha ubicado en el interior de la sala de máquinas, junto a su puerta de acceso, un cuadro eléctrico para protección y control de la ventilación forzada de sala de máquinas, quedando independizado del resto de cuadros de la instalación.

Desde este cuadro se realiza la maniobra para activar la ventilación por 3 sistemas;

- Elevada temperatura interior en sala de máquinas (prever sonda de temperatura)
- Detectores de fugas en sala de máquinas R-448A
- Pulsador, activación manual en puerta de cuadro.

Así mismo, en el exterior de la sala de máquinas se dispondrá de un interruptor de tres posiciones (Manual – 0 – Automático) para activación de ventilación, así como un pulsador de paro de emergencia de la instalación frigorífica.

### **13.1. TELEGESTIÓN**

Sistema de telegestión del fabricante DANFOSS modelo AK-SM 850 a instalar en oficina de responsable de tienda, incluyendo la instalación del bus de comunicaciones con sistema Modbus trenzado y apantallado que se comunicará con los controladores de evaporadores y central, así como LON BUS para el módulo de comunicaciones de la domótica.

## 14. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las líneas eléctricas de potencia que parten del panel de control están constituidas por cable debidamente seleccionado, según la intensidad eléctrica que tenga que circular por ellos, la distancia, la temperatura ambiente y la tensión de alimentación de 400 V III, siendo las máximas caídas de tensión admitidas:

- 6% máximo total en las líneas de alimentación a los motores eléctricos.
- 4% máximo total en las líneas de control.

Características principales de la instalación eléctrica:

- Los cables están posicionados en las canales portacables a una distancia regular y oportunamente fijados. Los cables están adecuadamente protegidos y anclados entre el canal portacables y el elemento a conexionar.
- Los pasajes en las paredes (pasamuros) están sellados adecuadamente. Cuando de forma puntual los pasajes sean a través de las paredes frías, estos serán herméticamente cerrados y sucesivamente aislados con poliuretano expandido para evitar al máximo las transmisiones térmicas y los fenómenos de condensación.
- Canalización mediante bandeja metálica.

Todos los circuitos eléctricos disponen de su conductor de protección correspondiente, los cuales confluyen en placa de cobre del cuadro correspondiente desde donde se conectará a la red de tierra general de la instalación.

Los circuitos eléctricos de alimentación de los sistemas frigoríficos se instalan de forma que la corriente se establezca o interrumpa independientemente de la alimentación de otras partes de la instalación, en especial, de la red de alumbrado (normal y de emergencia), dispositivos de ventilación y sistemas de alarma.

A efectos de lo dispuesto por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias MIE-BT 029 y MIE-BT 030, se considerarán:

Locales húmedos: Las cámaras y antecámaras frigoríficas.

Locales mojados: La fabricación de hielo en tanques de salmuera y sus cámaras y antecámaras frigoríficas, salas de condensadores (excepto los condensadores enfriados por aire o por agua en circuitos cerrados) y torres de refrigeración.

Locales con riesgo de explosión o incendio: locales con instalaciones que utilicen refrigerantes inflamables pertenecientes a los grupos L2 o L3, salvo con el refrigerante amoníaco según lo dispuesto en el apartado 3.4 de esta instrucción.

Por lo que las cámaras frigoríficas descritas en esta memoria se consideran locales húmedos.

Además de lo indicado anteriormente, para las instalaciones con cámaras a una temperatura inferior a -20°C (cámaras negativas), se ha aplicado lo que exige al respecto el REBT y el apartado 6 de la Instrucción técnica complementaria BT-30.

## 15. TUBERÍAS Y AISLAMIENTO

### 15.1. TUBERÍAS

Se ha instalado la tubería de interconexión necesaria entre las centrales y los demás componentes de la instalación. El material utilizado ha sido cobre deshidratado, de calidad frigorífica, cumpliendo siempre la normativa vigente, en especial las normas UNE-EN 12735-1 y UNE-EN 14276-2.

Toda la red de tuberías está clasificada como artículo 4.3 según la Directiva de Equipos a Presión (2014/68/UE), y ha sido realizada siguiendo las “buenas prácticas de Ingeniería”.

Todo el trazado de tuberías se ha diseñado siguiendo los criterios técnicos que minimicen las pérdidas de carga y, por lo tanto, el consumo eléctrico, garantizando a la vez el retorno de aceite al compresor, con especial cuidado en los tramos verticales generales, en los que se han diseñado dobles montantes para garantizar velocidades mínimas a cargas parciales.

Tipo	Velocidad	Pérdida de Carga máxima
Aspiración	5 - 10 m/s	1,5 K
Líquido	0,5 – 1,0 m/s	0,5 K
Caída Líquido	0,2 – 0,4 m/s	0,2 K
Descarga	5 - 10 m/s	1,0 K

### 15.2. SUPORTACIONES

La suptación se ejecuta mediante abrazaderas isofónicas con aislamiento de poliuretano en el caso de todas las tuberías que deban estar aisladas (todas excepto las de alta presión), cuyos diámetros estarán en función del diámetro de la tubería, sobre carrilería metálica atirantada a pared o techo mediante varillas roscadas de 8 mm.

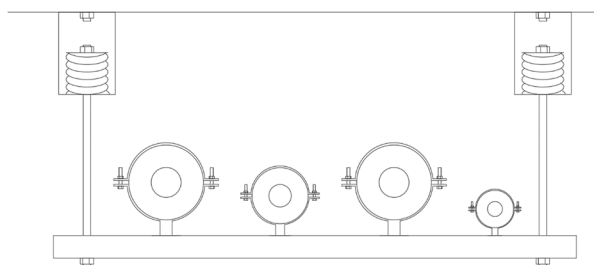
Las distancias entre soportes estarán en función de los diámetros, pero como norma general no deberán superar los 1,20 m. de distancia entre ellos, debiendo tomar especial atención en los cambios de dirección y previo a conexiones de electroválvulas o válvulas de expansión electrónica.



*Soportes Armafix FX + Abrazadera*



*Ejemplo antivibradores metálicos*



*Croquis suptación techo*

Los pasos de tuberías a través de paredes y paneles deberán protegerse mediante lámina de polietileno o material equivalente, para evitar el desgaste del aislamiento contra las chapas de los paneles frigoríficos de las cámaras. Así mismo, estos pasos deberán quedar perfectamente sellados mediante inyección de poliuretano para evitar pérdidas no deseables por transmisión.

Las tuberías se soportan adecuadamente de acuerdo con su tamaño y peso en servicio, con una separación máxima entre soportes según se muestra en la siguiente tabla:

Diámetro exterior mm (nota)	Separación (m)
15 a 22 recocido	2
22 a < 54 semiendurecido	3
54 a 56 semiendurecido	4

El espacio libre alrededor de la tubería es el suficiente para permitir los trabajos rutinarios de mantenimiento de los componentes, verificación de uniones de las tuberías y reparación de fugas.

### 15.3. AISLAMIENTO

Se han aislado todas las tuberías de las líneas de aspiración, mediante coquilla elastomérica tipo Armaflex calidad AF-4 y AF-6, de espesor creciente 15,5 a 25 mm en AF-4 y 32 a 45 mm en AF-6, cuyo espesor estará en función del diámetro de la tubería, y cumplen sobradamente con las exigencias del Reglamento de Seguridad para Instalaciones frigoríficas para todos los diámetros utilizados, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Temperatura / humedad relativa zona trazado tuberías:	+30 °C / 75%
Temperatura de rocío:	+26,2 °C
Coefficiente de convección exterior (aire, a 2 m/s)	11 W/m <sup>2</sup> ·K
Coefficiente de convección interior (gas)	30 W/m <sup>2</sup> ·K
Conductividad térmica:	0,034 w/m·K
Factor de resistencia $\mu$ :	$\geq 10.000$
Reacción al fuego:	B-s3 d0

### SISTEMA R-448A CON EVI

SISTEMA	TIPO AISLAMIENTO
ASPIRACIÓN POSITIVA	AF-4
LÍQUIDO POSITIVA	-
ASPIRACIÓN NEGATIVA	AF-6
LÍQUIDO NEGATIVA (EVI)	AF-4

## 16. SALAS DE MÁQUINAS

La sala de máquinas de los equipos frigoríficos alberga componentes que solo tienen que ver con la propia instalación, y ha sido cuidadosamente dimensionada para garantizar las distancias mínimas entre equipos, de modo que se garantice un correcto acceso a todos sus componentes principales, garantizando una altura mínima de 2,30 m por debajo de los elementos objeto de mantenimiento.

Superficie:	47,58 m <sup>2</sup>
Altura:	3,80 m
Volumen:	180,79 m <sup>3</sup>

### 16.1. VENTILACIÓN SALA DE MÁQUINAS

Las salas de máquinas en las que sea preciso colocar un detector de fugas a causa de haberse superado el límite práctico, se airearán mediante ventilación forzada hacia el exterior del edificio, de forma que no causen daños o supongan peligro a las personas o bienes. Dicha ventilación será



suficiente tanto para condiciones de funcionamiento normales como en casos de emergencias. Su capacidad se determinará según el apartado 5.2. de la IF-07.

Se adoptarán las suficientes previsiones para garantizar el suministro de aire de renovación exterior, así como la buena distribución de este en la sala de máquinas específica, de forma que no existan zonas muertas. Las aberturas de entrada para este aire exterior se deberán situar de forma que se eviten cortocircuitos.

#### **Ventilación Forzada**

Para los refrigerantes empleados, la ventilación forzada se deberá garantizar mediante ventiladores capaces de evacuar de la sala de máquinas al menos:

$$V = 14 * m^{\frac{2}{3}} = 14 * 50^{\frac{2}{3}} = 190,01 \text{ l/s} = 684,04 \text{ m}^3/\text{h}$$

En donde:

V = es el caudal en litros por segundo.

m = es la carga de refrigerante, en kilogramos, existente en el sistema de refrigeración que cuente con mayor carga, cualquiera que sea la parte de este que se sitúe en la sala de máquinas específica.

14 = es un factor de conversión constante.

Independientemente del valor que determine la fórmula anterior, el caudal de aire máximo no necesitará ser superior a las 15 renovaciones por hora (2.712 m<sup>3</sup>/h), ni podrá ser inferior a 6 renovaciones por hora (1085 m<sup>3</sup>/h).

Para la ventilación de esta sala de máquinas se emplea el primer ventilador de la central positiva con un caudal de 10.250 m<sup>3</sup>/h.

Al ser un gas más denso que el aire, al menos el 50% del aire de renovación deberá tomarse de los puntos más bajos de la sala de máquinas específica, mientras que la entrada se tomará del punto más alto, por lo tanto, el conducto de aspiración deberá llegar hasta el suelo. En dicho caso, la batería de la central toma aire desde una altura próxima a 1 metro del suelo.

#### **16.2. DETECTOR DE FUGAS EN SALA DE MÁQUINAS**

Se ha instalado en la sala de máquinas un equipo de detección de fugas para refrigerante R-448A, con Sensor tipo U:

- Marca: DANFOSS
- Modelo: DGS-SC HFC GRP.2
- Niveles de detección: 2 (Pre-alarma y Alarma)

#### **16.3. INTERRUPTOR DE EMERGENCIA**

Se ha instalado un interruptor de emergencia, tanto en el interior de la sala de máquinas como en el exterior junto a la puerta de entrada, que permite parar el sistema de refrigeración en caso de emergencia, según se indica en el punto 1, apartado f, de la instrucción IF-07 del RSIF, y acorde con las normas UNE-EN ISO 13850 y la UNE-EN 60204-1.

#### **16.4. INTERRUPTOR ACTIVACIÓN VENTILACIÓN FORZADA SALA MÁQUINAS**

Se han instalado dos interruptores protegidos, mediante los cuales se permitirá activar la ventilación forzada de la sala de máquinas. Se ubican uno en el interior y otro en el exterior de la sala de máquinas, según lo indicado en el punto 1, apartado g, de la instrucción IF-07 del RSIF.

### **16.5. EXTINTORES PORTÁTILES**

Siguiendo con la indicación del RSIF, en el punto 1, apartado j, de la instrucción IF-07, se ubicarán dos extintores portátiles de polvo polivalente (ABC) en el interior de la sala de máquinas, uno situado junto a la puerta de entrada y el otro en el extremo opuesto, acorde también con la normativa vigente sobre protección contra incendios.

### **16.6. PLACA DE IDENTIFICACIÓN**

Se ha colocado una placa de identificación junto a los dos sistemas de refrigeración, dónde se indican al menos los siguientes datos:

- a) Nombre y dirección de la empresa frigorista que haya realizado la instalación.
- b) Modelo y número de serie, o número de fabricación, o número de registro, según corresponda.
- c) Año de construcción.
- d) Fecha (año y mes) de la próxima revisión e inspección periódica.
- e) Denominación simbólica alfanumérica del refrigerante de acuerdo con la IF-02.
- f) Carga aproximada del refrigerante en kg.
- g) Presión máxima admisible, en los sectores de alta y de baja presión, en bar.
- h) Marcado CE cuando proceda

### **16.7. CARTEL DE SEGURIDAD**

Según indica el artículo 28 del RSIF “Señalizaciones”, en la proximidad del lugar de operaciones, y con independencia de otras obligaciones de señalización de la normativa laboral, contempladas en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, deberá existir un cartel bien visible y adecuadamente protegido, con las siguientes indicaciones:

- a) Instrucciones claras y precisas para parar la instalación, en caso de emergencia.
- b) Nombre, dirección y teléfono de la persona encargada y de la empresa frigorista.
- c) Dirección y teléfono del servicio de bomberos más próximo a la instalación o planta.
- d) Denominación, grupo y carga aproximada, en kilogramos, de gas refrigerante existente en la instalación.

Asimismo, según indica el apartado “2 - Señal de advertencia” de la Instrucción IF-07 del RD552/2019, en las entradas a las salas de máquinas específicas deberá colocarse un cartel que las identifique como tales y donde se advierta de la prohibición de entrar a las personas no autorizadas, así como la prohibición de fumar y utilizar elementos con llama o de incandescencia. Además, se colocaron carteles prohibiendo la manipulación del sistema a personas no autorizadas.

## 17. EQUIPOS A PRESIÓN

### 17.1. EQUIPOS A PRESIÓN CENTRAL POSITIVA

Para justificar el cálculo del volumen del recipiente y teniendo en cuenta la aplicación del nuevo reglamento de seguridad de instalaciones frigoríficas, la capacidad del recipiente de refrigerante líquido perteneciente a un equipo frigorífico con múltiples evaporadores será, como mínimo, de 1,25 veces la capacidad de fluctuación o fluctuación prevista (FP). En las instalaciones con evaporador único, la colocación del recipiente de refrigerante líquido será facultativa del instalador.

Para la central positiva se ha instalado un recipiente de líquido y un separador de aceite de las siguientes características:

	<u>R. LÍQUIDO</u>	<u>SEPARADOR ACEITE</u>
Fabricante:	TECNAC	TECNAC
Modelo:	RH-159-29	DAL-159-9
Fluido:	R-448A	R-448A / Aceite
Grupo:	2	2
Número de fabricación:	RH-2061-23	08/23
Año de fabricación:	2023	2023
Módulo de conformidad:	A2	A2
Categoría PED:	II	II
Presión máxima admisible (PS):	32 bar	32
Presión Prueba (PT):	48 bar	48
Temperaturas Min-Máx:	-20/+100 °C	-20/+100 °C
Volumen interno:	29 dm <sup>3</sup>	9 dm <sup>3</sup>

Para la central negativa se ha instalado un recipiente de líquido y un separador-acumulador de aceite de las siguientes características:

	<u>R. LÍQUIDO</u>	<u>SEPARADOR ACEITE</u>
Fabricante:	TECNAC	TECNAC
Modelo:	RH-159-29	DAL-159-9
Fluido:	R-448A	R-448A / Aceite
Grupo:	2	2
Número de fabricación:	RH-2063-23	07/23
Año de fabricación:	2023	2023
Módulo de conformidad:	A2	A2
Categoría PED:	II	II
Presión máxima admisible (PS):	32 bar	32
Presión Prueba (PT):	48 bar	48
Temperaturas Min-Máx:	-20/+100 °C	-20/+100 °C
Volumen interno:	29 dm <sup>3</sup>	9 dm <sup>3</sup>

## 18. PROTECCIÓN CONTRA SOBREPRESIONES

### 18.1. VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Los recipientes que puedan contener refrigerante líquido en condiciones normales de funcionamiento y puedan ser independizados de otras partes del sistema de refrigeración, excepto aquellos cuyo diámetro interior sea inferior a 152 mm, deberán estar protegidos mediante un dispositivo de alivio (por ejemplo, válvula de seguridad)

#### Equipos con Volumen bruto < 100 dm<sup>3</sup>

Los equipos a presión con un volumen interior bruto inferior a 100 dm<sup>3</sup> deberán tener, como mínimo, un dispositivo de alivio, bien descargando al sector de baja (véase el apartado 3.4.1.4. del RSIF), o a un recipiente receptor independiente o a la atmósfera.

La capacidad mínima de descarga del dispositivo de alivio requerida por un depósito a presión deberá ser determinada por la ecuación:

$$Q_m = \frac{\delta * A}{h_{vap}} * 3600$$

En dónde:

Q <sub>m</sub>	capacidad mínima de descarga requerida del dispositivo de alivio en kilogramos de refrigerante por hora
φ	densidad de flujo térmico establecido en 10 kW/m <sup>2</sup>
A	superficie exterior del recipiente en metros cuadrados
h <sub>vap</sub>	calor latente específico de evaporación del refrigerante, en kilojulios por kilogramo, calculado a una presión de 1,1 veces la presión de tarado del dispositivo

El cálculo para dimensionar los dispositivos de alivio de presión y sus tuberías de conexión se realizará conforme a la Norma UNE-EN 13136:2014+A1:2019 "Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Dispositivos de alivio de presión y sus tuberías de conexión. Métodos de Cálculo".

#### Recipiente de Líquido Central Positiva

Refrigerante:	R-448A
Longitud recipiente:	1,588 m
Diámetro recipiente:	0,159 m
Volumen interno:	29 dm <sup>3</sup>
Superficie exterior calculada:	0,83 m <sup>2</sup>
Presión tarado válvula seguridad	27,5 bar
Calor latente a P = 1,1 x 27,5 + 1= 31,25 bar	110,22 kJ/kg
Capacidad mínima descarga unitaria:	271,1 kg/h
N.º de válvulas sencillas instaladas:	1
Válvula de seguridad:	FAVRE VSR-11
Capacidad descarga válvula seleccionada:	725 kg/h > Capacidad mínima
Capacidad descarga ajustada:	580 kg/h

#### Recipiente de Líquido Central Negativa

Refrigerante:	R-448A
Longitud recipiente:	1,588 m
Diámetro recipiente:	0,159 m

Volumen interno:	29 dm <sup>3</sup>
Superficie exterior calculada:	0,83 m <sup>2</sup>
Presión tarado válvula seguridad	28 bar
Calor latente a P = 1,1 x 28 + 1 = 31,8 bar	108,28 kJ/kg
Capacidad mínima descarga unitaria:	276,0 kg/h
N.º de válvulas sencillas instaladas:	1
Válvula de seguridad:	FAVRE
Tipo:	VSR-11
Capacidad descarga válvula seleccionada:	732 kg/h > Capacidad mínima
Capacidad descarga ajustada:	586 kg/h

## 18.2. DESCARGA DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Las tuberías de descarga de estas válvulas de seguridad se han calculado según norma UNE-EN 13136:2014+A1:2019 "Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Dispositivos de alivio de presión y sus tuberías de conexión. Métodos de Cálculo", así como indicaciones del Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas, no representando un peligro para las personas en caso de fuga. Las válvulas han sido conducidas al exterior mediante tubería de cobre, del mismo tipo que el empleado para el resto de las tuberías de refrigerante.

### Determinación de la capacidad de descarga

1.- Determinar el Coeficiente de Descarga  $K_d$

$$K_d = \frac{q'_m}{q_m}$$

En donde:

	<u>Descripción</u>	<u>Unidades</u>
$q'_m$	Capacidad real descarga determinada mediante ensayos	kg/h*mm <sup>2</sup>
$q_m$	Capacidad descarga teórica	kg/h*mm <sup>2</sup>

En nuestro caso, este coeficiente lo facilita el fabricante de cada válvula de seguridad.

2.- Determinar el Coeficiente reducido de Descarga  $K_{dr}$

$$K_{dr} = K_d * 0,9$$

3.- Determinar si el régimen es crítico o subcrítico

Flujo crítico si:  $\frac{P_b}{P_o} \leq \left(\frac{2}{K+1}\right)^{K/K-1}$

Flujo subcrítico si:  $\frac{P_b}{P_o} > \left(\frac{2}{K+1}\right)^{K/K-1}$

En donde:

	<u>Descripción</u>	<u>Unidades</u>
$P_b$	Contrapresión absoluta a la salida de la válvula	bar
$P_o$	Presión real absoluta de descarga = 1,1 * $P_{tarado}$ + 1	bar

4.- Determinar Función de Exponente Isentrópico (C)

Se puede obtener por la tabla A1 del Anexo A de la norma UNE-EN-13136, o por la fórmula:

$$C = 3,948 \times \sqrt{k \times \left[ \frac{2}{k+1} \right]^{[k+1]/(k-1)}}$$

5.- Determinar el cálculo del Caudal Másico

$$Q_m = 0,2883 \times C \times A \times K_{dr} \times K_b \times \sqrt{\frac{p_0}{v_0}}$$

$$Q_{md} < Q_m < 1,25 \times Q_{md} \rightarrow Q_{md'} = Q_{md}$$

$$Q_m > 1,25 \times Q_{md} \rightarrow Q_{md'} = Q_m / 1,25$$

La sección de paso  $A_c$ , se calcula a partir de la capacidad mínima de descarga requerida de refrigerante  $Q_{md}$ , mediante la siguiente fórmula;

$$A_c = \frac{Q_{md'}}{0,2883 \times C \times K_{dr} \times K_b \times \sqrt{\frac{p_0}{v_0}}} = 3,469 \times \frac{Q_{md'}}{C \times K_{dr} \times K_b} \times \sqrt{\frac{v_0}{p_0}} \quad [\text{mm}^2]$$

En donde:

	<b><u>Descripción</u></b>	<b><u>Unidades</u></b>
$k_b$	Coeficiente que para régimen crítico =1	-
$Q_{md}$	Capacidad mínima de descarga requerida	kg/h
$Q_m$	Capacidad de descarga calculada	kg/h
$Q_{md'}$	Capacidad de descarga ajustada	kg/h
C	Función del exponente isentrópico (Ver tabla A1 Anexo A)	-
$P_0$	Presión real absoluta de descarga = $1,1 * P_{tarado} + 1$	bar
$V_0$	Volumen específico del vapor a $P_0$	m <sup>3</sup> /kg

### Pérdida de presión en las tuberías de entrada y salida

A fin de asegurar el funcionamiento satisfactorio de las válvulas de seguridad a capacidad máxima (es decir,  $P_0 = 1,1 \times P_{set} + 1$ ), la pérdida de presión en las tuberías de entrada y salida, incluidos los dispositivos de cambio, no debe sobrepasar los valores siguientes:

- Valores establecidos por el suministrador de la válvula de seguridad, o bien:
- Tubería de entrada (incluido el dispositivo de corte)  $\Delta P_{in} \leq 0,03 \times P_0$  (bar)
- Tubería de salida (dependiente de la contrapresión)  $\Delta P_{out} \leq 0,10 \times P_0$  (bar)
- Tubería de salida (independiente de la contrapresión)  $\Delta P_{out} \leq 0,20 \times P_0$  (bar)

En la tubería de entrada y salida no debe alcanzarse la velocidad crítica.

La sección interior de la tubería de entrada/salida ( $A_{in}$ ) no debe ser menor que la sección real (A) de la válvula de alivio.

#### 1.- Determinar la Pérdida de presión en la tubería de entrada $\Delta P_{in}$

$$\Delta P_{in} = 0,0320 \times \left( \frac{A_c}{A_{in}} \times C \times K_{dr} \times K_b \right) \times \zeta \times P_0 \text{ (bar)}$$

En donde:

	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>
$k_b$	Coeficiente que para régimen crítico =1	-
$Q_{md}$	Capacidad mínima de descarga requerida	kg/h
C	Función del exponente isentrópico (Ver tabla A1 Anexo A)	-
$P_0$	Presión real absoluta de descarga = $1,1 * P_{tarado} + 1$	bar
$V_0$	Volumen específico del vapor a $P_0$	m <sup>3</sup> /kg
$\zeta$	Coeficiente de pérdida de presión	

#### 2.- Determinar la Pérdida de presión en la tubería de salida $\Delta P_{out}$

$$\Delta P_{out} = P_1 - P_2 \text{ (bar)}$$

Donde los subíndices 1 y 2 indican respectivamente el inicio y final de la tubería de descarga. Considerando el caudal isotérmico de un medio compresible,  $P_1$  puede calcularse mediante la fórmula siguiente:

$$P_1 = \sqrt{0,064 \times \zeta \times \left[ \frac{A_c}{A_{out}} \times C \times K_{dr} \times K_b \times P_0 \right]^2 + P_2^2} \text{ [bar]}$$



Las válvulas detalladas en el apartado anterior han sido conducidas al exterior mediante tubería individual de 1 1/8" que confluyen en un colector de 1 5/8".

A continuación, comprobamos que el cálculo es correcto:

DIÁMETROS CONEXIÓN SALIDA	RECIP. LÍQ. C+	RECIP. LÍQ. C-	COLECTOR GRAL.
Material	Cobre	Cobre	Cobre
Diámetro	1 1/8"	1 1/8"	1 5/8"
Diámetro Interior (Espesor Cobre STD)	26,57 mm	26,57 mm	38,77 mm
Sección Interior	554,5 mm <sup>2</sup> .	554,5 mm <sup>2</sup> .	1.180,5 mm <sup>2</sup> .
1.- Codos 90º	2	3	3
2.- Sifones	1	1	0
3.- Longitud	5,0 m	7,0 m	18,0 m
Coefficiente Pérdida de Presión ( $\zeta$ )	5,01	6,77	10,04
Presión abs a la Entrada Tubería (p1)	1,34 bar	1,45 bar	1,19 bar
Presión abs a la Salida (p2)	1,00 bar	1,00 bar	1,00 bar
Pérdida de Carga Permitida (10% x Po)	3,13 bar	3,18 bar	3,13 bar
Pérdida de Carga Calculada (Abs)	0,34 bar	0,45 bar	0,64 bar
Pérdida de Carga Calculada (%)	1,08%	1,42%	2,05%
DP Tubería Calculada < 10% ?	CORRECTA	CORRECTA	CORRECTA

### 18.3. LIMITADORES DE PRESIÓN

En todos los equipos con más de 10 kilogramos de carga de refrigerante, que trabajen por encima de la presión atmosférica, deberán instalarse limitadores de presión que, en forma automática, paren el o los compresores.

Asimismo, deberán instalarse limitadores de presión en todos los equipos a condensación por agua, o a condensación por aire, con ventilador no directamente acoplado al motor del compresor, de forma que este o el generador pueda producir una presión superior a la de timbre, con excepción de los equipos con refrigerante del grupo primero y carga inferior a 1,5 kilogramos

El limitador de presión no estará tarado a presión superior al 90% de la de las válvulas de seguridad de alta. Todas las centrales incorporan un **presostato general de alta** en la descarga y un **presostato general de baja** en la aspiración, que garantiza que las presiones no puedan alcanzar valores superiores o inferiores a los recomendables. Asimismo, cada compresor dispone también de un **mini-presostato de alta**, tarado a 25 bar.

### 18.4. PROTECCIÓN INTERNA COMPRESORES

Todo compresor que funcione a más de 1 kg/cm<sup>2</sup>, y con desplazamiento superior a 90 m<sup>3</sup>/h, ha de estar protegido por una válvula de seguridad o disco de rotura, en su descarga, antes de cualquier válvula de paso o maniobra.

En este caso el desplazamiento de los compresores de las centrales positivas es de 3 x 21,4 m<sup>3</sup>/h, y el de la central negativa es 3 x 17,1 m<sup>3</sup>/h, por lo tanto, no sería necesaria su incorporación.

## 19. CARGA MÁXIMA ADMISIBLE DE REFRIGERANTE

Para determinar las limitaciones de carga de refrigerante en un sistema dado, se tendrá que clasificar el mismo según cuatro aspectos:

- Categoría de toxicidad del refrigerante
- Categoría de inflamabilidad
- Clasificación del local según su accesibilidad, de acuerdo con artículo 7 del RSIF
- Tipo de emplazamiento según el artículo 6.2 del RSIF

Las tablas A y B del apéndice 1 de la IF-04 muestran las combinaciones permitidas y no permitidas. La tabla A hace referencia al límite de carga para refrigerantes basados en su toxicidad., mientras que la tabla B hace referencia al límite basados en su inflamabilidad.

Para refrigerantes cuya categoría de inflamabilidad es 1 no existe límite de carga basada en su inflamabilidad, con lo que no aplica la tabla B.

Tabla A. Requisitos de límite de carga para refrigerantes basados en su toxicidad

CATEGORÍA DE TOXICIDAD	CATEGORIA DEL LOCAL POR ACCESIBILIDAD		TIPO DE UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS				
			1		2		3
A	A		Límite toxicidad x volumen del local o apéndice 4		Sin límites de carga (a)	Los requisitos de carga por toxicidad tendrán que evaluarse según las categorías de los locales por ubicación de los sistemas 1,2 o 3 dependiendo de la ubicación de la envolvente ventilada	
	B	Plantas superiores sin salidas de emergencia o sótanos	Límite toxicidad x volumen del local o apéndice 4	Sin límites de carga (a)			
		Otros	Sin límites de carga (a)				
	C	Plantas superiores sin salidas de emergencia o sótanos	Límite toxicidad x volumen del local o apéndice 4				
		Otros	Sin límites de carga (a)				
B	A		Para sistemas de absorción o adsorción sellados: límite de toxicidad x volumen del local y no más de 2,5 kg. Resto de sistemas: límite de toxicidad x volumen del local		Sin límites de carga (a)		
	B	Plantas superiores sin salidas de emergencia o sótanos	Límite de toxicidad x volumen del local	Carga máx. 25 kg (a)			
		Densidad de personal inferior a 1 persona por 10m <sup>2</sup>	Carga máx. 10 kg	Sin límites de carga (a)			
		Otros		Carga máx. 25 kg (a)			
	C	Densidad de personal inferior a 1 persona por 10m <sup>2</sup>	Carga no mayor de 50 kg (a) y salidas de emergencia existentes.	Sin límites de carga (a)			
		Otros	Carga máx. 10 kg (a)	Carga máx. 25 kg (a)			
	a) Para aire exterior aplicar límite de toxicidad por volumen del local punto 3.3.2 de IF-04 y para salas de máquinas IF-07						

a) Para aire exterior aplicar límite de toxicidad por volumen del local punto 3.3.2 de IF-04 y para salas de máquinas IF-07

El método para la estimación de la máxima carga admisible se desarrolla en el apéndice 2 de la IF-04. Los límites prácticos para los refrigerantes están basados en el efecto de un escape súbito de refrigerante con un tiempo de exposición breve. No se refieren a los límites de seguridad para una exposición regular diaria. Los límites prácticos serán utilizados para determinar la carga máxima

admisible en función de la categoría del local, tal y como se refleja en las tablas A y B del apéndice 1 de la Instrucción IF-04.

El procedimiento que aplicar será el siguiente:

- a) Determinar la clasificación del local en donde se empleen los sistemas, según artículo 7 del RSIF (A, B y C) y el tipo de ubicación del sistema (1, 2, 3 y 4) según artículo 6.2.
- b) Determinar la categoría de toxicidad del refrigerante utilizado en el sistema de refrigeración, que será A o B, correspondiendo al primer carácter reflejado en la clase de seguridad del refrigerante.
- c) Calcular la carga máxima para el sistema de refrigeración basada en la toxicidad, como la mayor de:
  - I. Carga máxima a partir de la tabla A del apéndice 1 de la IF-04
  - II.  $20 \text{ m}^3$  multiplicados por la carga máxima para toxicidad con sistemas de refrigeración sellados herméticamente
  - III.  $150 \text{ g}$  para sistemas de refrigeración herméticamente sellados que utilicen refrigerantes de la clase de toxicidad A

En la instalación que nos ocupa tenemos las siguientes clasificaciones:

- Clasificación del local:	A
- Tipo de emplazamiento del local:	2
- Categoría de toxicidad del refrigerante:	A
- Categoría de inflamabilidad del refrigerante:	1

Por lo tanto, y dado que no son sistemas sellados herméticamente, la carga máxima se tomará de la tabla A, y será el valor resultante de multiplicar el límite de toxicidad (límite práctico) por el volumen del local.

#### **Sala de ventas $493.66 \times 3.8$**

- Límite práctico refrigerante R-448A:	$0,388 \text{ kg/m}^3$
- Volumen sala de ventas:	$1.876 \text{ m}^3$

Carga máxima admisible por sistema:  $0,388 \times 1.876 = 727,86 \text{ kg}$

Dado que la carga de refrigerante máxima por sistema en esta instalación es de  $50 \text{ kg}$  de R-448A, se cumple con las exigencias de Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas en lo referente a la carga máxima por toxicidad del refrigerante.

Al tratarse de un refrigerante no inflamable no aplican las limitaciones de carga máxima por inflamabilidad.

## **20. CONTROL DE FUGAS**

Atendiendo las indicaciones del reglamento de seguridad de instalaciones frigoríficas, principalmente en sus instrucciones es IF-14 e IF17, así como al Reglamento UE 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, sobre los gases fluorados de efecto invernadero, se resume la frecuencia con la que deberán realizarse los controles de fugas en función de la carga de refrigerante y su equivalente en toneladas de  $\text{CO}_2$ .

***Los sistemas con carga de gases fluorados de efecto invernadero en cantidades de 50 toneladas equivalentes de  $\text{CO}_2$  o más, pero menos de 500, se revisarán cada 6 meses, o al menos cada 12 meses cuando se haya instalado en ellos un sistema de detección de fugas. Entre 5 y 50 toneladas, cada 12 meses, o al menos cada 24 meses cuando se haya instalado en ellos un sistema de detección de fugas.***

**En el caso concreto, la central positiva cuenta con  $50 \text{ kg}$  de gas refrigerante R-448A que equivalen a  $69,35$  toneladas de  $\text{CO}_2$ , el control de fugas se llevará a cabo cada 12 meses, al disponer de un sistema de detección de fugas. La central negativa cuenta con  $35 \text{ kg}$  de gas refrigerante R-448A que equivalen a  $48,55$  toneladas de  $\text{CO}_2$ , el control de fugas se llevará a cabo cada 24 meses, al disponer de un sistema de detección de fugas.**

El procedimiento de dicha revisión se encuentra detallado en el punto 2.5.3 de la instrucción IF-17, del que a continuación se detalla un resumen:

**Procedimiento controles de fugas**

Comprobación Documental.

Comprobar el Libro de Registro de Usuario, prestando especial atención a las áreas problemáticas o con fugas anteriores.

Comprobaciones Generales del Sistema:

- Ruidos y vibraciones anormales, formación de hielo e insuficiente capacidad de enfriamiento.
- Señales visuales de corrosión, fugas de aceite y daños en componentes o materiales, en particular, juntas, uniones, válvulas.
- Visores o indicadores de nivel, si existieran en la instalación.
- Daños en elementos de seguridad como, Presostatos, Válvulas de Seguridad, Conexiones de Sensores, etc.
- Detectores de fugas permanentes instalados en el sistema.
- Valores de los parámetros de funcionamiento que puedan revelar condiciones anormales.
- Zonas en las que se hayan producido fugas con anterioridad, o hayan sido reparadas o intervenidas.
- Otros signos de pérdida de refrigerante.
- Elementos reflejados por el fabricante o instalador en el Manual de Instrucciones de la Instalación, mediante procedimiento y medios indicados.

Detección de Fugas por procedimientos directos, revisando:

- Juntas y conexiones
- Válvulas incluyendo vástagos.
- Partes del sistema sujetas a vibraciones.
- Sellados, incluidos los de deshidratadores y filtros.
- Conexiones a los elementos de control y seguridad
- Identificar las áreas que fuguen mediante:
- Aplicación de productos o disoluciones adecuadas.
- Detectores manuales de gas y localizador por ultrasonidos. (Los Detectores manuales deberá estar debidamente calibrados y con sensibilidades de al menos 5 gramos por año. Se comprobarán anualmente.
- Detectores ultravioletas, de ser aplicables. (Autorizado por el fabricante del sistema y realizada por personal competente)

Detección de Fugas por procedimientos indirectos, revisando:

- Presión, Temperatura, Consumo compresor, Niveles Refrigerante en estado líquido, Volúmenes de recarga.

Subsanación de deficiencias e informe y registro.

- Si no se detectara ninguna incidencia ni fuga, bastará reflejarlo en el Libro de Registro de Usuario, no siendo necesaria la realización de informe.
- Si se detectaran fugas leves, se subsanarán lo antes posible y se cumplimentará el Libro de Registro de Usuario. Se informará al titular y se comprobará su correcta reparación en el plazo de 1 mes, a partir de la fecha de la fuga.
- Si se detectara alguna deficiencia o carencia significativa en los siguientes puntos, se reflejarán en un informe que se remitirá a la autoridad competente en el plazo de 1 semana, con los resultados de la revisión, las medidas adoptadas, y el plazo en el que se han resuelto, entregando copia al titular de la instalación y reflejándose en el Libro de Registro de Gestión de Refrigerantes.:
  - Registro y documentación de esta.

- Los elementos de seguridad recogidos en el reglamento.
- Los elementos del sistema en mal estado o que conlleven riesgos de fugas.
- Las fugas reiteradas en algún punto de la instalación.
- Las fugas significativas o recargas de refrigerante > 5% de la carga total desde la última revisión.

<b><i>Fecha Puesta en marcha instalación:</i></b>	<b><i>Septiembre de 2024</i></b>
<b><i>Fecha Primer Control de Fugas:</i></b>	<b><i>Septiembre de 2025</i></b>

## 21. REVISIONES E INSPECCIONES PERIÓDICAS

### 21.1. REVISIONES PERIÓDICAS

Las revisiones periódicas obligatorias, se realizará por una empresa frigorista contratada por el titular de la instalación entre las empresas del nivel requerido para la categoría de instalación a mantener y que se encuentren inscritas en el registro correspondiente de la comunidad autónoma.

La manipulación de refrigerantes y la prevención y control de fugas de estos en las instalaciones frigoríficas se realizará atendiendo a lo establecido en la IF-17, debiéndose subsanar lo antes posible las fugas detectadas.

Sin perjuicio de lo establecido en la IF-17 para el control de fugas, se considerarán los siguientes puntos:

- a) Las instalaciones se revisarán, como mínimo, cada cinco años.
- b) Las instalaciones que utilicen una carga de refrigerante superior a 3.000 Kg y posean una antigüedad superior a quince años se revisarán al menos cada dos años.

Las revisiones periódicas obligatorias comprenderán como mínimo las siguientes operaciones:

1. Revisión del estado exterior de los componentes y materiales con respecto a posibles corrosiones externas y la protección contra las mismas.
2. Revisión del estado interior de los aparatos multitubulares, una vez vaciados y desmontados los cabezales y las tapas de estos. En el transcurso de la revisión, dado el estado de alguno de los equipos podrá estimarse la conveniencia de someter a dicho equipo a una prueba de presión, que se realizará presurizando el lado de refrigerante y controlando así las posibles fugas. En tal caso el proceso se debe llevar a cabo impidiendo que el gas de prueba pueda pasar al circuito a través de las válvulas de cierre, por lo que se vaciará el sector de alta de refrigerante o tomarán las medidas adecuadas para impedir el eventual paso al resto del sector.
3. Desmontaje de todos los limitadores de presión y elementos de seguridad, comprobación de su funcionamiento y, en caso necesario, calibración, ajuste, reparación o sustitución, tarado a las presiones que correspondan e instalación, de nuevo o por primera vez, en el sistema. Cuando la revisión deba tener lugar en periodos inferiores a cinco años, en razón a la antigüedad del sistema frigorífico y su carga de refrigerante, no hay motivo para incluir las válvulas de seguridad en estas revisiones a no ser que su antigüedad sea la misma que la del sistema. Las válvulas de seguridad se seguirán revisando cada cinco años.
4. Revisión de los recipientes frigoríficos para comprobar si han sufrido daños estructurales, si han estado fuera de servicio por un tiempo superior a dos años o han sufrido alguna reparación. En estos casos, y de acuerdo con lo indicado en la segunda nota del punto 1 del Anexo III del Reglamento de Equipos a Presión, aprobado por el RD 2060/2008, de 12 de diciembre, se realizará una inspección de nivel C tal y como se indica en el punto 3.1.5 de la presente Instrucción IF-14.
5. Revisión del estado de las placas de identificación procediendo a la reposición de las deterioradas.
6. Revisión del estado de las tuberías.
7. Revisión del estado del aislamiento.
8. En las instalaciones frigoríficas con carga de refrigerante superior a 300 Kg. se comprobará mediante la técnica termográfica el estado del aislamiento de las tuberías y aparatos a presión de acero al carbono aplicando un sistema eficaz de muestreo.
9. Revisión del estado de los detectores de fugas.
10. Revisión del estado de limpieza de las torres de enfriamiento y condensadores evaporativos.
11. Revisión de los equipos de protección personal reglamentarios.

La revisión de los equipos a presión de las instalaciones frigoríficas que correspondan al menos a la categoría I del Reglamento de equipos a presión, aprobado por el Real Decreto 2060/2008, de

12 de diciembre, consistirá en la realización de un control visual de todas las zonas sometidas a mayores esfuerzos y a mayor corrosión, así como de una comprobación de espesores, en el caso de que se detecten corrosiones significativas. En los equipos, incluidas las tuberías, que dispongan de aislamiento térmico no será necesario retirarlo completamente. Se seleccionarán los puntos que puedan presentar mayores riesgos (corrosión interior o exterior, erosión, etc.), se abrirá el aislamiento en los citados puntos y se procederá a comprobar el espesor de paredes. Si se detectan pérdidas de espesores superiores a las previstas en los cálculos técnicos de la instalación se tomarán las medidas oportunas para corregir estos defectos.

Al finalizar cada revisión periódica la empresa frigorista extenderá un boletín de revisión en el que deberá constar:

- Nombre, dirección y número de registro de la empresa frigorista.
- Relación de las pruebas efectuadas.
- En su caso, relación de las reparaciones, sustituciones o modificaciones realizadas.
- Declaración de que la instalación, una vez revisada, cumple los requisitos de seguridad exigidos reglamentariamente.

Independientemente de las revisiones periódicas reglamentarias, se examinarán las instalaciones siempre que se efectúen reparaciones en las mismas por la empresa frigorista que las realice, haciéndose constar dichas reparaciones en el libro de registro de la instalación frigorífica.

<b><u>Fecha Puesta en marcha instalación:</u></b>	<b><u>Septiembre de 2024</u></b>
<b><u>Fecha Revisión Periódica (Instalador):</u></b>	<b><u>Septiembre de 2029</u></b>



## 21.2. INSPECCIONES PERIÓDICAS

De acuerdo con el artículo 26 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, las inspecciones serán realizadas por organismos de control autorizados (OCA). Del resultado de la inspección se levantará un acta en triplicado ejemplar que deberá ser suscrita por el inspector y por el titular de la instalación o representante autorizado por éstos para firmar. Esta acta se podrá realizar mediante medios electrónicos. En caso de que el titular de la instalación no esté conforme con el resultado de la inspección podrá hacerlo constar en el acta.

Se inspeccionarán cada diez años las instalaciones frigoríficas de nivel 2. Independientemente del nivel de las instalaciones, aquellas que empleen refrigerantes fluorados se inspeccionarán cada año si su carga de refrigerante es igual o superior a 5.000 toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, cada dos años si es inferior a 5.000 toneladas, pero igual o superior a 500 toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, y cada cinco años si es superior a 50 toneladas pero inferior a 500 toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>.

Dado que la carga de refrigerante de la presente instalación equivale a 117,9 toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, ésta se inspeccionará cada 5 años.

Las inspecciones periódicas obligatorias comprenderán como mínimo las siguientes operaciones:

1. Comprobación de que se hayan realizado las revisiones obligatorias y los controles de fugas de refrigerante que determina el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.
2. Inspección de la gestión de residuos.
3. Inspección de la documentación que, en virtud de lo previsto en el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, sea obligatoria y deba encontrarse en poder del titular.
4. Comprobación de que se está llevando a cabo lo prescrito en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
5. En el caso de recipientes frigoríficos que hayan sufrido daños estructurales, hayan estado fuera de servicio por un tiempo superior a dos años, o se haya cambiado el refrigerante a uno de mayor riesgo pasando de uno del grupo 2 a otro del grupo 1, según el artículo 9, apartado 2.1, del Reglamento de equipos a presión, aprobado por Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, según se detalla en el punto 2.2 apartado 4 de esta instrucción o hayan sufrido alguna reparación de acuerdo con lo indicado en la 2ª nota del punto 1 del Anexo III del citado reglamento, se someterán a una inspección de nivel C.
6. Inspección de los equipos a presión de las instalaciones frigoríficas que correspondan al menos a la categoría I del Reglamento de equipos a presión, aprobado por el Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, realizando un control visual de las zonas sometidas a mayores esfuerzos y a fuertes corrosiones. En estas últimas zonas se hará una comprobación de espesores por muestreo. En estos equipos o tuberías que dispongan de aislamiento térmico se seguirá lo indicado en el segundo párrafo del punto 2.3 de esta instrucción. Esta inspección se realizará cada diez años independientemente del refrigerante empleado.
7. Comprobación del marcado y documentación de la instalación frigorífica.
  - a) comprobación de la existencia, contenido, correcta ubicación y puesta al día de la placa de características de la instalación.
  - b) comprobación de la existencia, contenido, correcta ubicación y puesta al día del cartel de seguridad.
  - c) comprobación de los recipientes a presión.
  - d) comprobar que las tuberías de los diferentes fluidos están identificadas mediante marcado con etiquetas codificadas.
8. Comprobación de los elementos de seguridad más importantes.
  - a) alarmas de hombre encerrado.



- b) estado de las puertas frigoríficas (correcta apertura y cierre).
- c) correcto funcionamiento del calefactor de marcos de puertas cuando sea necesario.
- d) estado de los recipientes de líquido de la instalación y adecuación de la válvula de seguridad a la presión de timbre del recipiente.
- e) comprobación de la instalación eléctrica: alumbrado de emergencias, iluminación, cuadros, etc.
- f) comprobación de los registradores de temperatura en caso de ser exigidos por la normativa.
- g) comprobación del estado de los detectores de fugas.
- h) comprobación del estado de los equipos de protección individual reglamentarios.

Un ejemplar del acta quedará en poder del titular, en el libro registro del usuario, otro en poder del técnico inspector y el tercero será remitido al organismo competente de la comunidad autónoma.

<b><i>Fecha Puesta en marcha instalación:</i></b>	<b><i>Septiembre de 2024</i></b>
<b><i>Fecha 1ª Inspección Periódica (OCA):</i></b>	<b><i>Septiembre de 2029</i></b>

## 22. CONSIDERACIONES FINALES

Con el proyecto que se presenta, junto a planos, certificados y documentos, se ha pretendido complimentar y explicar lo más claramente posible la instalación realizada.

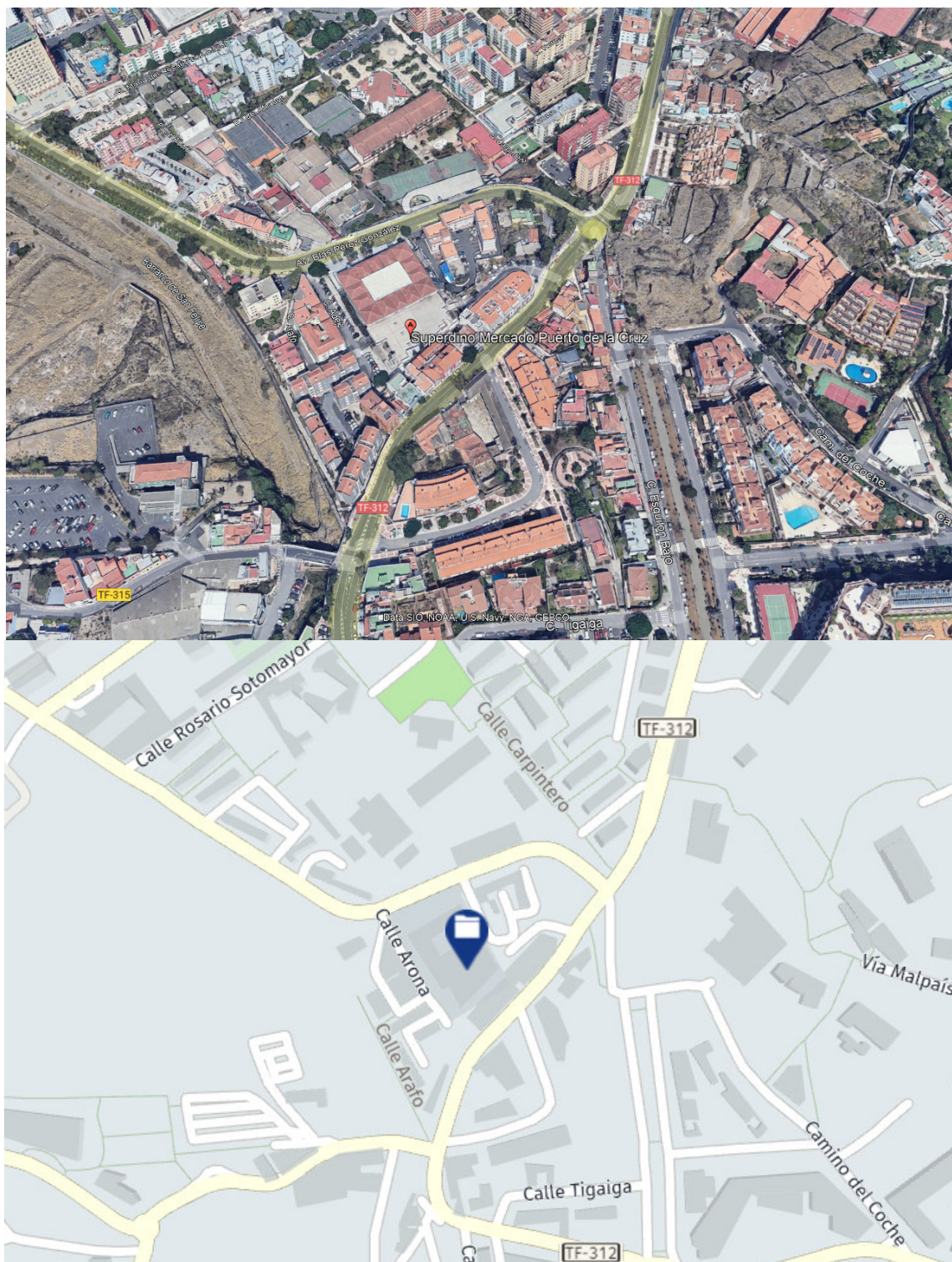
No obstante, tanto el solicitante como el facultativo autor del proyecto están a disposición de los Servicios Técnicos de la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias para las aclaraciones que se consideren oportunas.

Santa Cruz de Tenerife, a 16 de septiembre de 2024  
EL FACULTATIVO

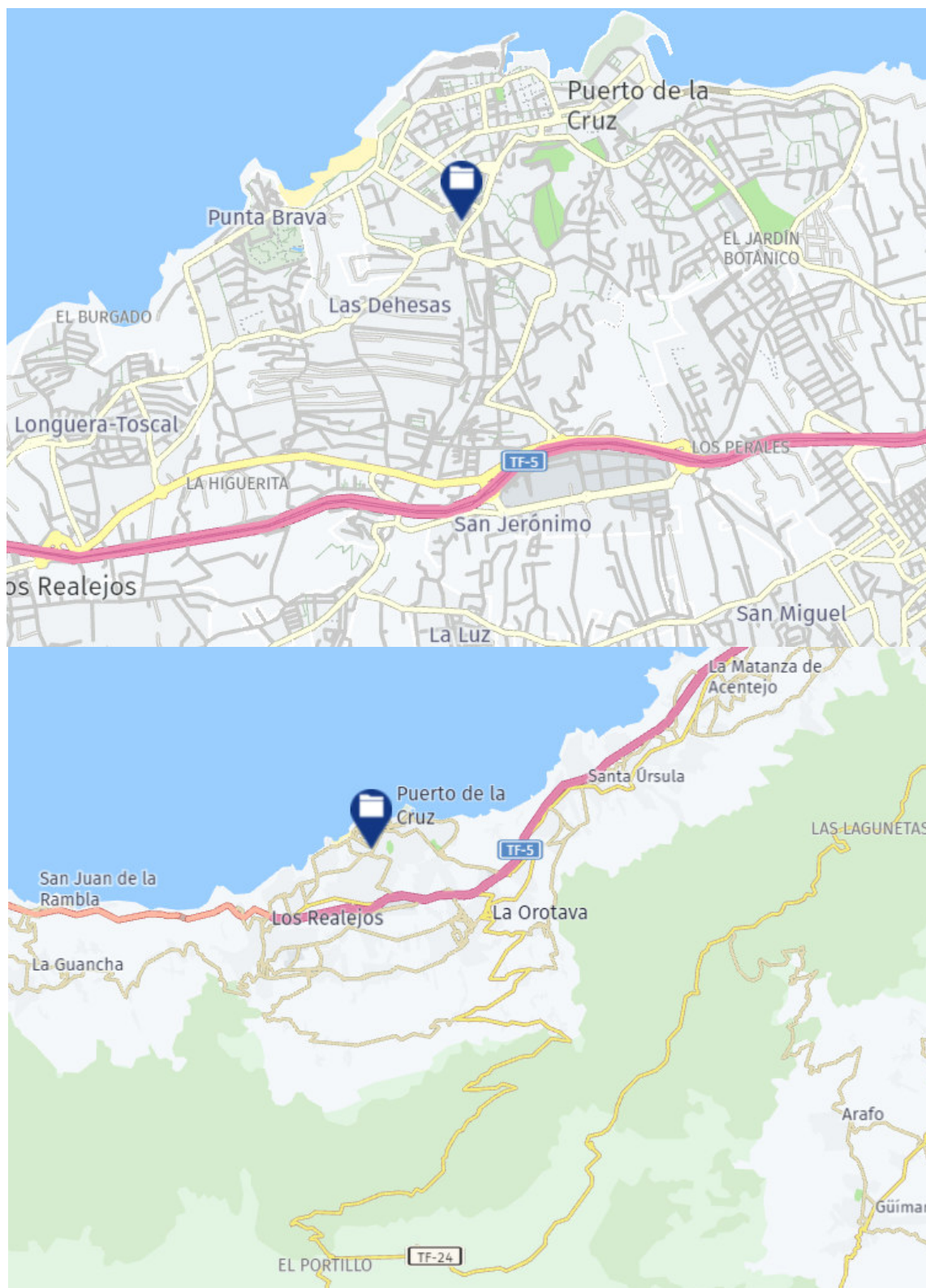
Juan Munné Manso  
Ingeniero Técnico Industrial  
Colegiado n.º: 24.033

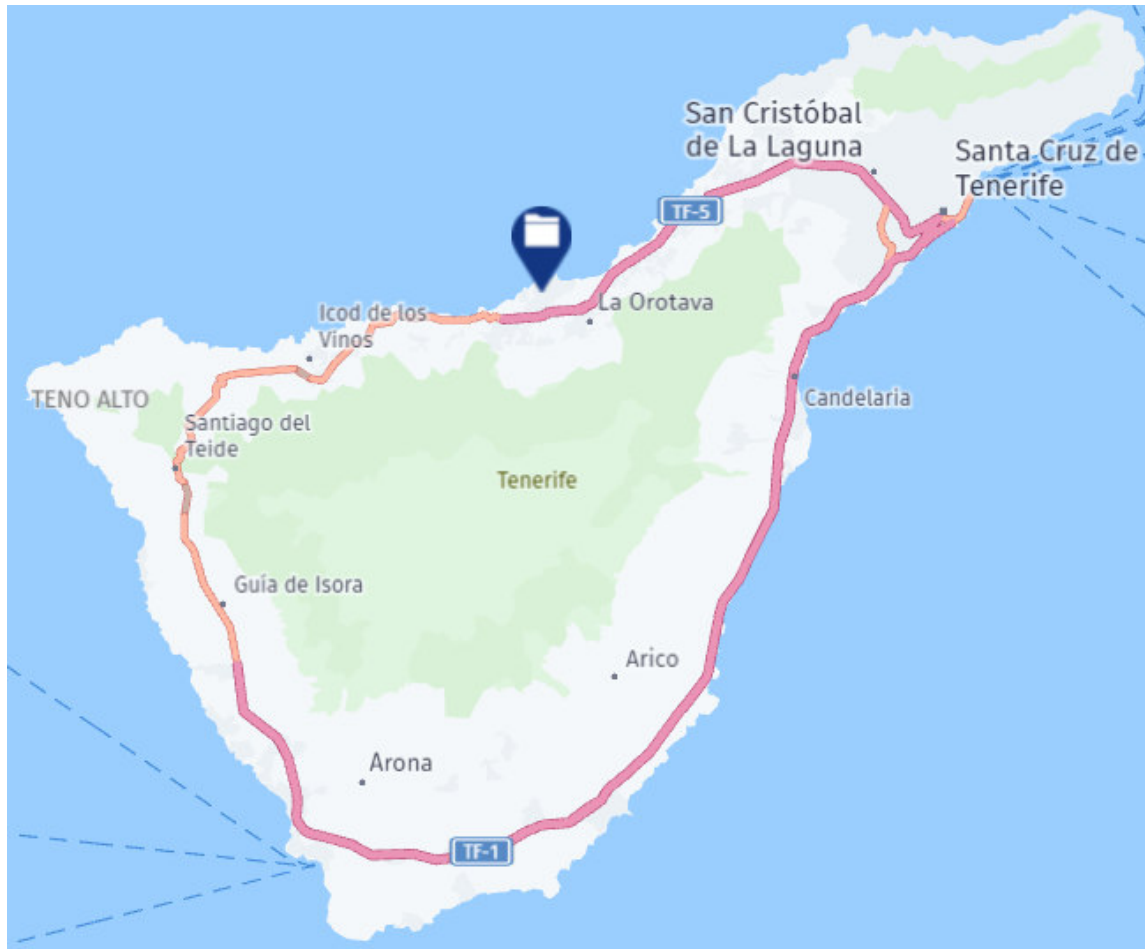
## 23. ANEXOS

### 23.1. PLANO DE SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN









## 23.2. DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS Y CANALIZACIONES





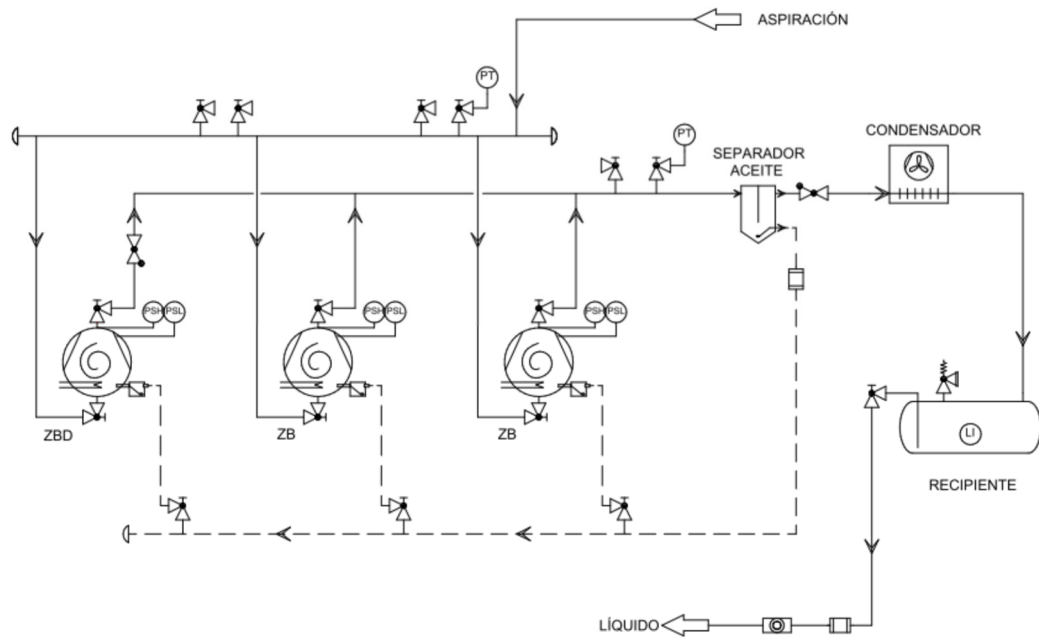




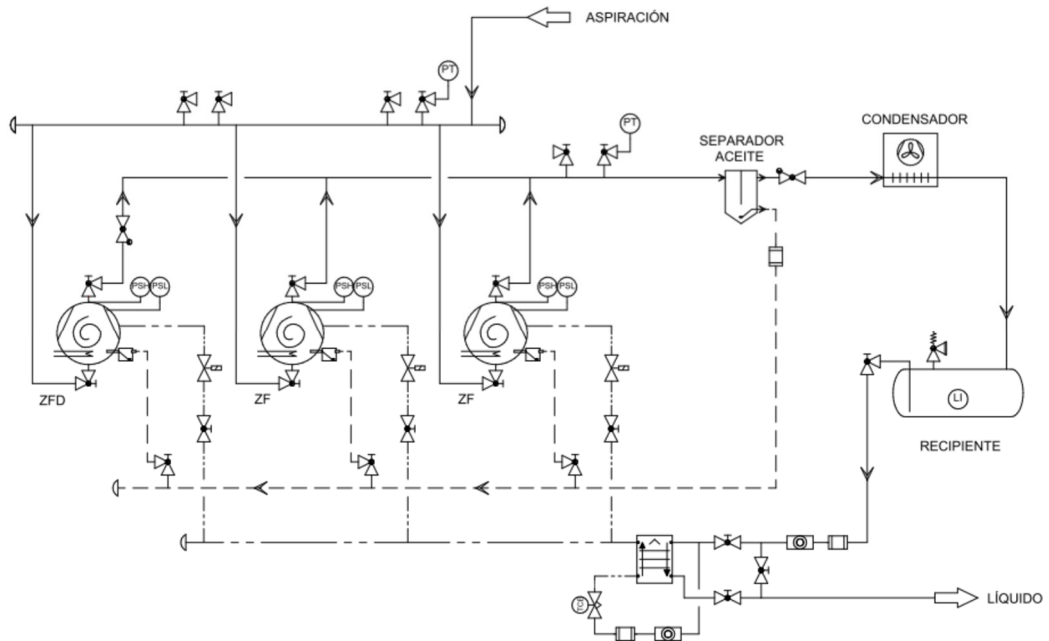


### 23.3. ESQUEMAS FRIGORÍFICOS DE PRINCIPIO

#### 23.3.1. Esquema frigorífico central positiva



#### 23.3.2. Esquema frigorífico central negativa



#### 23.3.3. Esquema frigorífico servicios



## **23.4. FICHA DE SEGURIDAD REFRIGERANTE (FDS)**

### **23.4.1. FDS R-448A**





















## 18.2. DESCARGA DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Las tuberías de descarga de estas válvulas de seguridad se han calculado según norma UNE-EN 13136:2014+A1:2019 Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Dispositivos de alivio de presión y sus tuberías de conexión. Métodos de Cálculo, así como indicaciones del Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas, no representando un peligro para las personas en caso de fuga. Las válvulas han sido conducidas al exterior mediante tubería de cobre, del mismo tipo que el empleado para el resto de las tuberías de refrigerante.

Determinación de la capacidad de descarga

1.- Determinar el Coeficiente de Descarga  $K_d$

$$K_d = \frac{q'_m}{q_m}$$

En donde:

Descripción	Unidades
$q'_m$ Capacidad real descarga determinada mediante ensayos	kg/h·mm <sup>2</sup>
$q_m$ Capacidad descarga teórica	kg/h·mm <sup>2</sup>

En nuestro caso, este coeficiente lo facilita el fabricante de cada válvula de seguridad.

2.- Determinar el Coeficiente reducido de Descarga  $K_{dr}$

$$K_{dr} = K_d \times 0,9$$

3.- Determinar si el régimen es crítico o subcrítico

$$\text{Flujo crítico si: } \frac{P_b}{P_o} = \left( \frac{2}{K+1} \right)^{\frac{K}{K-1}}$$

$$\text{Flujo subcrítico si: } \frac{P_b}{P_o} > \left( \frac{2}{K+1} \right)^{\frac{K}{K-1}}$$

En donde:

Descripción	Unidades
$P_b$ Contrapresión absoluta a la salida de la válvula	bar
$P_o$ Presión real absoluta de descarga = 1,1 × $P_{tarado} + 1$	bar

4.- Determinar Función de Exponente Isentrópico (C)

Se puede obtener por la tabla A1 del Anexo A de la norma UNE-EN 13136, o por la fórmula:

$$C = 3,948 \times \left( \frac{2}{K+1} \right)^{\frac{K}{K-1}}$$

5.- Determinar el cálculo del Caudal Másico

$$Q_{md} < Q_m < 1,25 \times Q_{md} \quad ? \quad Q_{md}' = Q_{md}$$

$$Q_m > 1,25 \times Q_{md} \quad ? \quad Q_{md}' = Q_m / 1,25$$

La sección de paso  $A_c$  se calcula a partir de la capacidad mínima de descarga requerida  $Q_{md}$ , mediante la siguiente fórmula:

$$A_c = 0,2883 \times C \times K_{dr} \times K_b \times v \left( \frac{P_o}{V_o} \right)$$

En donde:

Descripción	Unidades
$Q_{md}$ Capacidad mínima de descarga requerida	kg/h
$Q_m$ Capacidad de descarga calculada	kg/h
$C$ Función del exponente isentrópico	-
$P_o$ Presión real absoluta de descarga = $1,1 \times P_{tarado} + 1$	bar
$V_o$ Volumen específico del vapor a $P_o$	m <sup>3</sup> /kg

Pérdida de presión en las tuberías de entrada y salida

A fin de asegurar el funcionamiento satisfactorio de las válvulas de seguridad a capacidad máxima (es decir,  $P_o = 1,1 \times P_{set} + 1$ ), la pérdida de presión en las tuberías de entrada y salida, incluidos los dispositivos de cambio, no debe sobrepasar los valores siguientes:

- Valores establecidos por el suministrador de la válvula de seguridad, o bien:
- Tubería de entrada (incluido el dispositivo de corte)  $\Delta P_{in} = 0,03 \times P_o$  (bar)
- Tubería de salida (dependiente de la contrapresión)  $\Delta P_{out} = 0,10 \times P_o$  (bar)
- Tubería de salida (independiente de la contrapresión)  $\Delta P_{out} = 0,20 \times P_o$  (bar)

En la tubería de entrada y salida no debe alcanzarse la velocidad crítica.

La sección interior de la tubería de entrada/salida ( $A_{in}$ ) no debe ser menor que la sección real ( $A$ ) de la válvula de alivio.

1.- Determinar la Pérdida de presión en la tubería de entrada  $\Delta P_{in}$

$$\Delta P_{in} = 0,0320 \times \left( \frac{A_c}{A_{in}} \times C \times K_{dr} \times K_b \right) \times v \times P_o$$

En donde:

Descripción	Unidades
$k_b$ Coeficiente que para régimen crítico = 1	-
$C$ Función del exponente isentrópico (Tabla A1 Anexo A)	-
$P_o$ Presión real absoluta de descarga = $1,1 \times P_{tarado} + 1$	bar

2.- Determinar la Pérdida de presión en la tubería de salida  $\Delta P_{out}$

$$\Delta P_{out} = P_1 - P_2$$

Donde los subíndices 1 y 2 indican respectivamente el inicio y final de la tubería de descarga.

Considerando el caudal isotérmico de un medio compresible,  $P_1$  puede calcularse mediante la fórmula siguiente:

$$P_1 = 0,064 \times (A_c - A_{out}) \times v(x) \times x \dots$$

Las válvulas detalladas en el apartado anterior han sido conducidas al exterior mediante tubería individual de 1 1/8" que confluyen en un colector de 1 5/8".

A continuación, comprobamos que el cálculo es correcto:

DIÁMETROS CONEXIÓN SALIDA	RECIP. LÍQ. C+	RECIP. LÍQ. C-	COLECTOR GRAL
Material	Cobre	Cobre	Acero
Diámetro (Exterior Cobre STD)	28 mm	18 mm	41 mm
Sección interior	25,5 mm <sup>2</sup>	12,0 mm <sup>2</sup>	39,0 mm <sup>2</sup>
DP Tubería Calculada < 10%?	CORRECTA	CORRECTA	CORRECTA

Con ello se verifica que las pérdidas de carga son aceptables y la instalación cumple la normativa.

## 18.2. DESCARGA DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Las tuberías de descarga de estas válvulas de seguridad se han calculado según norma UNE-EN 13136:2014+A1:2019 “Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Dispositivos de alivio de presión y sus tuberías de conexión. Métodos de Cálculo”, así como indicaciones del Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas, no representando un peligro para las personas en caso de fuga. Las válvulas han sido conducidas al exterior mediante tubería de cobre, del mismo tipo que el empleado para el resto de las tuberías de refrigerante.

Determinación de la capacidad de descarga

1.- Determinar el Coeficiente de Descarga  $K_d$

$$K_d = \frac{q'_m}{q_m}$$

En donde:

$Q'_m$  Capacidad real descarga determinada mediante ensayos kg/h\*mm<sup>2</sup>

$Q_m$  Capacidad descarga teórica kg/h\*mm<sup>2</sup>

En nuestro caso, este coeficiente lo facilita el fabricante de cada válvula de seguridad.

2.- Determinar el Coeficiente reducido de Descarga  $K_{dr}$

$$K_{dr} = K_d * 0,9$$

3.- Determinar si el régimen es crítico o subcrítico

$$\text{Flujo crítico si: } \frac{P_b}{P_o} \leq \left( \frac{2}{K+1} \right)^{\frac{K}{K-1}}$$

$$\text{Flujo subcrítico si: } \frac{P_b}{P_o} > \left( \frac{2}{K+1} \right)^{\frac{K}{K-1}}$$

En donde:

$P_b$  Contrapresión absoluta a la salida de la válvula

$P_o$  Presión real absoluta de descarga =  $1,1 \times P_{tarado} + 1$