



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**“DISEÑO DE INSTALACIÓN FRIGORÍFICA**

**PARA ALMACÉN INDUSTRIAL**

**EN TURÍS (VALENCIA)”**

**Autor:** Álvaro García García

**Tutor:** Emilio José Sarabia Escrivà

**Curso académico:** 2017/2018

**Fecha presentación:** Abril 2018



# ÍNDICE

<b>1. Memoria.....</b>	<b>7</b>
1.1 Resumen de características.....	9
1.1.1 Titular.....	9
1.1.2 Situación de la instalación.....	9
1.1.3 Clasificación (Refrigerante, sistema).....	9
1.1.4 Potencia frigorífica.....	11
1.1.5 Potencia accionamiento compresores (kW).....	11
1.1.6 Potencia eléctrica total (kW).....	12
1.1.7 Capacidad en cámaras (m <sup>3</sup> ).....	13
1.1.8 Presupuesto total.....	13
1.2 Objeto del proyecto.....	14
1.3 Titular. Domicilio social.....	14
1.4. Emplazamiento de la actividad.....	15
1.5 Legislación aplicable.....	15
1.6 Uso de la instalación.....	17
1.7 Descripción del proceso de enfriamiento.....	18
1.8 Clasificación del refrigerante y del sistema de refrigeración.....	23
1.8.1 Clasificación del refrigerante.....	23
1.8.2 Clasificación del sistema de refrigeración.....	24
1.9 Características de los aparatos, cantidad, modelo, colocación, situación.....	25
1.10 Tuberías.....	31
1.11 Sala de máquinas.....	46
1.11.1 Comunicación con el resto del edificio.....	47
1.11.2 Ventilación. Cálculos.....	48
<b>2. Cálculos justificativos.....</b>	<b>49</b>
2.1 Datos de partida.....	51
2.2 Condiciones interiores y exteriores.....	53
2.3 Aislamiento térmico.....	54
2.4 Cálculos de carga de refrigeración.....	58
2.5 Cálculos de evaporadores, condensadores y elementos varios que intervienen en la instalación.....	68

<b>3. Pliego de condiciones.....</b>	<b>87</b>
3.1 Calidad de materiales.....	89
3.2 Normas de ejecución.....	92
3.3 Pruebas reglamentarias.....	93
<b>4. Presupuesto.....</b>	<b>97</b>
4.1 Precios unitarios.....	99
4.2 Resumen del presupuesto.....	100
<b>5. Bibliografía.....</b>	<b>101</b>
<b>6. Programas utilizados.....</b>	<b>105</b>
<b>Anexo I: Planos.....</b>	<b>109</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Potencia frigorífica total.....	11
Tabla 2. Potencia total accionamiento compresores.....	11
Tabla 3. Potencia eléctrica total.....	12
Tabla 4. Capacidad en cámaras (m <sup>3</sup> ).....	13
Tabla 5. Volúmenes.....	51
Tabla 6. Capacidad (kg) y densidad (kg/m <sup>3</sup> ).....	52
Tabla 7. Tipo de almacenaje.....	52
Tabla 8. Condiciones interiores.....	53
Tabla 9. Aislamiento térmico cámara frigorífica 1.....	55
Tabla 10. Aislamiento térmico cámara frigorífica 2.....	55
Tabla 11. Aislamiento térmico cámara frigorífica 3.....	55
Tabla 12. Aislamiento térmico cámara frigorífica 4.....	55
Tabla 13. Aislamiento térmico cámara frigorífica 5.....	56
Tabla 14. Aislamiento térmico cámara frigorífica 6.....	56
Tabla 15. Aislamiento térmico cámara frigorífica 7.....	56
Tabla 16. Aislamiento térmico cámara frigorífica 8.....	56
Tabla 17. Aislamiento térmico cámara frigorífica 9.....	57
Tabla 18. Aislamiento térmico cámara frigorífica 10.....	57
Tabla 19. Enfriamiento del producto.....	60
Tabla 20. Respiración del producto.....	60
Tabla 21. Enfriamiento embalaje.....	60
Tabla 22. Enfriamiento palets.....	61
Tabla 23. Total potencias térmicas/producto.....	61
Tabla 24. Volumen aire renovado.....	62
Tabla 25. Potencia térmica perdida aire renovación.....	62
Tabla 26. Potencia térmica personas.....	63
Tabla 27. Potencia térmica iluminación.....	63
Tabla 28. Potencia térmica total.....	64
Tabla 29. Potencia térmica perdida ventiladores.....	64
Tabla 30. Enfriamiento y respiración productos.....	65
Tabla 31. Enfriamiento embalajes y palets.....	65
Tabla 32. Carga total productos.....	65
Tabla 33. Pérdidas varias (1).....	66
Tabla 34. Pérdidas varias (2).....	66
Tabla 35. Total cargas propias por pérdidas.....	66
Tabla 36. Cargas totales.....	67
Tabla 37. Potencias frigoríficas.....	67
Tabla 38. Precios evaporadores.....	99
Tabla 39. Precios compresores.....	99
Tabla 40. Precios condensadores.....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación de la instalación.....	9
Figura 2. Gráfica GR-1.....	69
Figura 3. Gráfica GR-2.....	70
Figura 4. Factor del refrigerante.....	70
Figura 5. Factor del calor de compresión (Fc).....	77
Figura 6. Factor de altitud.....	77
Figura 7. Factor de refrigerante.....	77

# 1. MEMORIA



## 1.1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

### 1.1.1 TITULAR

- TITULAR: **La Turisana S. Coop. V**
- DOMICILIO SOCIAL: Carretera Turís – Silla km 0.5.  
46389 Turís (Valencia)
- CIF: F-46.230.827
- EMPLAZAMIENTO: Parcela N°1 del Polígono de Turís (Valencia)

### 1.1.2 SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación se encuentra en el Polígono Industrial de Turís (Valencia) en la carretera Turís – Silla km 0.5. En el plano de situación se puede comprobar la ubicación exacta.



Figura 1. Situación de la instalación. Fuente: Google Maps

### 1.1.3 CLASIFICACIÓN (REFRIGERANTE, SISTEMA)

La instalación prevista será destinada al almacenamiento de productos refrigerados. La temperatura de trabajo será positiva en todos los casos.

La instalación está formada por 10 sistemas frigoríficos (cámaras) independientes:

- Sistema frigorífico 1 (Tª refrigerante 1°C)

En su interior se almacenan los boxes con el producto de destrío.

- Sistema frigorífico 2 (Tª refrigerante 1°C)

En su interior se almacena todo el producto que ya ha sido confeccionado previamente para su posterior salida al mercado.

- Sistema frigorífico 3 (T<sup>a</sup> refrigerante 1°C)

En su interior se almacena todo el producto que ya ha sido confeccionado previamente para su posterior salida al mercado.

- Sistema frigorífico 4 (T<sup>a</sup> refrigerante 1°C)

En su interior se almacena todo el producto que ya ha sido confeccionado previamente para su posterior salida al mercado.

- Sistema frigorífico 5 (T<sup>a</sup> refrigerante 1°C)

En su interior se almacena todo el producto que ya ha sido confeccionado previamente para su posterior salida al mercado.

- Sistema frigorífico 6 (T<sup>a</sup> refrigerante 3°C)

En su interior se almacenan los restos de producto que no ha sido confeccionado y pueden ser reutilizados para su posterior confeccionado.

- Sistema frigorífico 7 (T<sup>a</sup> refrigerante 1°C)

En su interior se almacena todo el producto que ya ha sido confeccionado previamente para su posterior salida al mercado.

- Sistema frigorífico 8 (T<sup>a</sup> refrigerante 9°C)

En su interior se almacena el producto que viene directamente del campo y se guarda para su posterior confeccionado.

- Sistema frigorífico 9 (T<sup>a</sup> refrigerante 9°C)

En su interior se almacena el producto que viene directamente del campo y se guarda para su posterior confeccionado.

- Sistema frigorífico 10 (T<sup>a</sup> refrigerante 20°C)

En su interior se almacena el producto que ha llegado verde del campo y se deja en la cámara hasta que se produzca el desverdizado.

La instalación frigorífica será de **Nivel 2**, ya que la suma total de las potencias instaladas en compresores excede de 100 kW.

El sistema de refrigeración será el **Sistema Directo**, ya que según la instrucción IF-03 del Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas, el evaporador o el condensador del sistema de refrigeración está en contacto directo con el medio a enfriar o calentar.

### 1.1.4 POTENCIA FRIGORÍFICA (kW)

Es la potencia necesaria que han de tener los evaporadores:

	Unidades	Potencia frigorífica (kW)	Potencia frigorífica total (kW)
Serie GRM 5500	1	104,160	104,160
Serie GRM 3900	1	67,220	67,220
Serie GRB 3850	1	72,450	72,450
Serie GRB 3850	1	71,527	71,527
Serie GRB 3850	1	71,527	71,527
Serie GRM 6300	1	112,035	112,035
Serie GRM 3900	1	67,220	67,220
Serie GRM 4900	1	89,630	186,230
Serie GRB 5200	1	96,600	
Serie GRM 2600	1	52,080	164,115
Serie GRM 6300	1	112,035	
Serie PIA-N160	4	31,054	162,750
Serie PIA-N220	1	38,550	
<b>Total:</b>	<b>16</b>	<b>Total:</b>	<b>1.079,234</b>

Tabla 1. Potencia frigorífica total

Por lo tanto, la potencia frigorífica instalada en evaporadores será de 1.079,234 kW (928.141,24 frig/h)

### 1.1.5 POTENCIA ACCIONAMIENTO COMPRESORES (kW)

La instalación cuenta con los siguientes compresores:

	Unidades	Potencia total (kW)
1.Compresor Bitzer 6HE-35Y	1	36,00
2.Compresor Bitzer 6GE-30Y	1	23,00
3.Compresor Bitzer 6GE-30Y	1	23,00
4.Compresor Bitzer 6GE-30Y	1	23,00
5.Compresor Bitzer 6GE-30Y	1	23,00
6.Compresor Bitzer 6HE-35Y	1	36,00
7.Compresor Bitzer 6GE-30Y	1	23,00
8.Compresor Bitzer 8FE-60Y	1	63,00
9.Compresor Bitzer 8GE-50Y	1	51,00
10.Compresor Bitzer 8FE-60Y	1	63,00
<b>Total:</b>	<b>10</b>	<b>364,00</b>

Tabla 2. Potencia total accionamiento compresores

Como se puede observar en la tabla anterior, existen instalados 5 compresores de 23 kW aspirando R404A a 1°C, dos compresores de 36 kW aspirando R404A a 1°C, 1 compresor de 63 kW aspirando R404A a 9°C, 1 compresor de 51 kW aspirando R404A a 9°C y otro compresor de 63 kW, pero aspirando R404A a 20°C.

Todos ellos suman 10 compresores con una potencia total de la instalación de 364 kW.

### 1.1.6 POTENCIA ELÉCTRICA TOTAL (kW)

Es la potencia necesaria de la instalación:

	Unidades	Potencia del motor eléctrico (kW)	Potencia eléctrica total (kW)
<b>Evaporadores</b>			
Serie GRM 5500	1	7,60	7,60
Serie GRM 3900	1	5,70	5,70
Serie GRB 3850	1	5,70	5,70
Serie GRB 3850	1	5,70	5,70
Serie GRB 3850	1	5,70	5,70
Serie GRM 6300	1	9,50	9,50
Serie GRM 3900	1	5,70	5,70
Serie GRM 4900	1	7,60	15,20
Serie GRB 5200	1	7,60	
Serie GRM 2600	1	3,80	13,30
Serie GRM 6300	1	9,50	
Serie PIA-N160	4	0,45	2,40
Serie PIA-N220	1	0,60	
	<b>16</b>	<b>Total instalación:</b>	<b>76,5</b>
<b>Compresores</b>			
Compresor Bitzer 6HE-35Y	1	36,00	36,00
Compresor Bitzer 6GE-30Y	1	23,00	23,00
Compresor Bitzer 6GE-30Y	1	23,00	23,00
Compresor Bitzer 6GE-30Y	1	23,00	23,00
Compresor Bitzer 6GE-30Y	1	23,00	23,00
Compresor Bitzer 6HE-35Y	1	36,00	36,00
Compresor Bitzer 6GE-30Y	1	23,00	23,00
Compresor Bitzer 8FE-60Y	1	63,00	63,00
Compresor Bitzer 8GE-50Y	1	51,00	51,00
Compresor Bitzer 8FE-60Y	1	63,00	63,00
	<b>10</b>	<b>Total instalación:</b>	<b>364,00</b>
<b>Condensadores</b>			
Serie CBS 51	2	0,51	1,02
Serie CBS 40	2	0,129	0,258
Serie CBS 43	3	0,129	0,387
Serie CBN 86	2	0,77	1,54
Serie CBN 76	1	0,77	0,77
		<b>Total instalación:</b>	<b>3,975</b>
		<b>Potencia eléctrica total sistema frigorífico (kW):</b>	<b>444,475</b>

Tabla 3. Potencia eléctrica total

### 1.1.7 CAPACIDAD EN CÁMARAS (m<sup>3</sup>)

El área de las cámaras ha sido medida sobre los planos en AutoCAD de la cooperativa. La altura se midió con un metro láser en la misma cámara frigorífica. Obteniendo así unas medidas de:

Nº Cámara	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cámara 1	144	6,471	931,824 = 932
Cámara 2	70	6,503	455,210 = 455
Cámara 3	68	6,546	445,128 = 445
Cámara 4	95	6,636	630,420 = 630
Cámara 5	96	6,615	635,040 = 635
Cámara 6	218	6,569	1.432,042 = 1.432
Cámara 7	97	5,434	527,098 = 527
Cámara 8	500	6,908	3.454,000 = 3.454
Cámara 9	322	6,907	2.224,054 = 2.224
Cámara 10	466	6,902	3.216,332 = 3.216
<b>Total:</b>	<b>2.076</b>		<b>13.950</b>

Tabla 4. Capacidad en cámaras (m<sup>3</sup>)

### 1.1.8 PRESUPUESTO TOTAL

El presupuesto total del proyecto asciende a la cantidad total de **SEISCIENTOS SETENTA Y UN MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y SIETE CON CINCUENTA Y NUEVE (671.687,59) €**

## 1.2 OBJETO DEL PROYECTO

La empresa La Turisana Coop. V. tramita el diseño de la instalación frigorífica en su almacén industrial, ubicado en Turís (Valencia).

Dicho proyecto consistirá en el diseño de las 10 cámaras refrigeradoras mediante la instalación de todo su sistema frigorífico.

Para ello, encarga al ingeniero mecánico Álvaro García García la redacción del presente “**DISEÑO DE INSTALACIÓN FRIGORÍFICA PARA ALMACÉN INDUSTRIAL EN TURÍS (VALENCIA)**”.

El objeto del proyecto es especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas que presenta la instalación frigorífica, necesaria para dar servicio a los diferentes servicios que constituyen la modificación de la industria.

## 1.3 TITULAR. DOMICILIO SOCIAL

- Nombre: **La Turisana Sociedad Cooperativa Valenciana**
- Actividad: **Producir, comercializar y vender en común las producciones de cítricos, hortalizas y frutas varias, así como promover la concentración de la oferta y la regulación de los precios en la fase de producción para estos productos.**
- Domicilio social: **Carretera Turís – Silla km 0.5**
- N.I.F.: **F46230827**
- Municipio: **Turís (Valencia, España)**
- Código postal: **46389**
- Teléfono: **962 526 737**
- Fax: **962 526 858**
- Correo electrónico: **laturisana@laturisana.com**
- Número de trabajadores: **90**

## 1.4 EMPLAZAMIENTO DE LA ACTIVIDAD

La actividad que desarrolla la empresa La Turisana Coop. V. es:

- Actividad informada: Comercio al por mayor de frutas y frutos, verduras frescas y hortalizas.
- Código CNAE 2009: 4631 – “Comercio al por mayor de frutas y hortalizas”
- Código SIC: 5148 – “Frutas frescas y verduras”

## 1.5 LEGISLACIÓN APLICABLE

Serán de aplicación las disposiciones contenidas en las siguientes normas, además de todas aquellas que puedan afectar al trabajo a realizar, así como las que pudieran publicarse durante la realización de la instalación y que afecten a la misma.

- Real Decreto 168/1985, por el que se aprueba la RTS sobre condiciones generales de almacenamiento frigorífico de alimentos y productos alimentarios.
- Protocolo de Montreal de 1 de enero de 1989, Acuerdo Internacional para la protección de la capa de ozono.
- Ley 31/1995, Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 486/1997, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Reglamento 2037/2000 del Parlamento Europeo sobre las sustancias que agotan la capa de ozono.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, sobre Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- 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 (B.O.E. 18 JULIO), el 19 de julio de 2003.

- Protocolo de Kioto de 16 de febrero de 2005, firmado el 11 de diciembre de 1997, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto 1644/2008 de 10 de octubre, sobre las normas para la comercialización y puesta en servicio de las maquinas.
- Real Decreto 108/2010 de 5 de febrero, que modifica diversos reales decretos en materia de agricultura e industrias agrarias, para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso de las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 138/2011 de 4 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 176/2013 de 8 de marzo, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre “Condiciones Generales de Almacenamiento Frigorífica de Alimentos y Productos Alimentarios”.
- Reglamento Europeo 517/2014 de 9 de junio, sobre gases fluorados de efecto invernadero.
- Real Decreto 709/2015 de 24 de julio, por el que se dictan los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.
- 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.

## 1.6 USO DE LA INSTALACIÓN

La instalación consta de 10 cámaras frigoríficas cuyo uso depende en que proceso esté la naranja. La temperatura de trabajo en todas ellas será positiva (mayor a 0 °C).

Se han previsto de 10 circuitos independientes para cada cámara:

**Cámara 1:** En ella la naranja está a una temperatura entre 0-3°C y una humedad relativa del 90%. Se almacena la naranja en box, ya que no ha pasado el control de calidad y está será utilizada para hacer zumos, batidos o para alimentación de animales.

**Cámara 2:** En ella el producto está a una temperatura entre 0-3°C y una humedad relativa entre 90-95%. Se almacena el producto que ya ha sido confeccionado y listo para ser transportado.

**Cámara 3:** En ella el producto está a una temperatura entre 0-3°C y una humedad relativa entre 90-95%. Se almacena el producto que ya ha sido confeccionado y listo para ser transportado.

**Cámara 4:** En ella el producto está a una temperatura entre 0-3°C y una humedad relativa entre 90-95%. Se almacena el producto que ya ha sido confeccionado y listo para ser transportado.

**Cámara 5:** En ella el producto está a una temperatura entre 0-3°C y una humedad relativa entre 90-95%. Se almacena el producto que ya ha sido confeccionado y listo para ser transportado.

**Cámara 6:** En ella el producto está a una temperatura entre 3-6°C y una humedad relativa entre 90-95%. Se almacenan restos que no han sido confeccionados.

**Cámara 7:** En ella el producto está a una temperatura entre 0-3°C y una humedad relativa entre 90-95%. Se almacena el producto que ya ha sido confeccionado y listo para ser transportado.

**Cámara 8:** En ella el producto está a una temperatura entre 8-10°C y una humedad relativa de 95%. Se almacena producto que viene directamente del campo y posterior conservación hasta que sea confeccionado en el almacén.

**Cámara 9:** En ella el producto está a una temperatura entre 8-10°C y una humedad relativa de 95%. Se almacena producto que viene directamente del campo y posterior conservación hasta que sea confeccionado en el almacén.

**Cámara 10:** En ella el producto está a una temperatura entre 20-22°C y una humedad relativa ente 90-95%. Se almacena producto para su desverdecido con un tiempo de desverdecido de entre 2-6 días.

## 1.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENFRIAMIENTO

Cada cámara frigorífica tiene un sistema frigorífico instalado individualmente con respecto a las otras cámaras.

### Cámara 1:

Para la línea de la cámara 1, el sistema usado es de Salto directo de R-404A evaporando a  $-4,5^{\circ}\text{C}$  y condensando a  $48,8^{\circ}\text{C}$ .

El sistema de compresión de esta línea lo compondrá un Compresor Semihermético Ecoline, marca Bitzer modelo 6HE-35Y.

La condensación de los gases calientes de R-404A se efectuará mediante un condensador helicoidal cúbico por aire montado en cubierta sobre la sala de máquinas 1. El condensador es de la marca Frimetall modelo Serie CBS 51.

Se ha previsto la instalación de un evaporador cúbico. El evaporador es de la marca Frimetall modelo Serie GRM 5500.

El desescarche de estos evaporadores se realizará mediante electricidad.

### Cámara 2:

Para la línea de la cámara 2, el sistema usado es de Salto directo de R-404A evaporando a  $-4,5^{\circ}\text{C}$  y condensando a  $48,8^{\circ}\text{C}$ .

El sistema de compresión de esta línea lo compondrá un Compresor Semihermético Ecoline, marca Bitzer modelo 6GE-30Y.

La condensación de los gases calientes de R-404A se efectuará mediante un condensador helicoidal cúbico por aire montado en cubierta sobre la sala de máquinas 1. El condensador es de la marca Frimetall modelo Serie CBS 40.

Se ha previsto la instalación de un evaporador cúbico. El evaporador es de la marca Frimetall modelo Serie GRM 3900.

El desescarche de estos evaporadores se realizará mediante electricidad.

### Cámara 3:

Para la línea de la cámara 3, el sistema usado es de Salto directo de R-404A evaporando a  $-4,5^{\circ}\text{C}$  y condensando a  $48,8^{\circ}\text{C}$ .

El sistema de compresión de esta línea lo compondrá un Compresor Semihermético Ecoline, marca Bitzer modelo 6GE-30Y.

La condensación de los gases calientes de R-404A se efectuará mediante un condensador helicoidal cúbico por aire montado en cubierta sobre la sala de máquinas 1. El condensador es de la marca Frimetal modelo Serie CBS 43.

Se ha previsto la instalación de un evaporador cúbico. El evaporador es de la marca Frimetal modelo Serie GRB 3850.

El desescarche de estos evaporadores se realizará mediante electricidad.

### Cámara 4:

Para la línea de la cámara 4, el sistema usado es de Salto directo de R-404A evaporando a  $-4,5^{\circ}\text{C}$  y condensando a  $48,8^{\circ}\text{C}$ .

El sistema de compresión de esta línea lo compondrá un Compresor Semihermético Ecoline, marca Bitzer modelo 6GE-30Y.

La condensación de los gases calientes de R-404A se efectuará mediante un condensador helicoidal cúbico por aire montado en cubierta sobre la sala de máquinas 1. El condensador es de la marca Frimetal modelo Serie CBS 43.

Se ha previsto la instalación de un evaporador cúbico. El evaporador es de la marca Frimetal modelo Serie GRB 3850.

El desescarche de estos evaporadores se realizará mediante electricidad.

### **Cámara 5:**

Para la línea de la cámara 5, el sistema usado es de Salto directo de R-404A evaporando a  $-4,5^{\circ}\text{C}$  y condensando a  $48,8^{\circ}\text{C}$ .

El sistema de compresión de esta línea lo compondrá un Compresor Semihermético Ecoline, marca Bitzer modelo 6GE-30Y.

La condensación de los gases calientes de R-404A se efectuará mediante un condensador helicoidal cúbico por aire montado en cubierta sobre la sala de máquinas 1. El condensador es de la marca Frimetall modelo Serie CBS 43.

Se ha previsto la instalación de un evaporador cúbico. El evaporador es de la marca Frimetall modelo Serie GRB 3850.

El desescarche de estos evaporadores se realizará mediante electricidad.

### **Cámara 6:**

Para la línea de la cámara 6, el sistema usado es de Salto directo de R-404A evaporando a  $-2,5^{\circ}\text{C}$  y condensando a  $48,8^{\circ}\text{C}$ .

El sistema de compresión de esta línea lo compondrá un Compresor Semihermético Ecoline, marca Bitzer modelo 6HE-35Y.

La condensación de los gases calientes de R-404A se efectuará mediante un condensador helicoidal cúbico por aire montado en cubierta sobre la sala de máquinas 1. El condensador es de la marca Frimetall modelo Serie CBS 51.

Se ha previsto la instalación de un evaporador cúbico. El evaporador es de la marca Frimetall modelo Serie GRM 6300.

El desescarche de estos evaporadores se realizará mediante electricidad.

### Cámara 7:

Para la línea de la cámara 7, el sistema usado es de Salto directo de R-404A evaporando a  $-4,5^{\circ}\text{C}$  y condensando a  $48,8^{\circ}\text{C}$ .

El sistema de compresión de esta línea lo compondrá un Compresor Semihermético Ecoline, marca Bitzer modelo 6GE-30Y.

La condensación de los gases calientes de R-404A se efectuará mediante un condensador helicoidal cúbico por aire montado en cubierta sobre la sala de máquinas 1. El condensador es de la marca Frimetall modelo Serie CBS 40.

Se ha previsto la instalación de un evaporador cúbico. El evaporador es de la marca Frimetall modelo Serie GRM 3900.

El desescarche de estos evaporadores se realizará mediante electricidad.

### Cámara 8:

Para la línea de la cámara 8, el sistema usado es de Salto directo de R-404A evaporando a  $4^{\circ}\text{C}$  y condensando a  $48,8^{\circ}\text{C}$ .

El sistema de compresión de esta línea lo compondrá un Compresor Semihermético Ecoline, marca Bitzer modelo 8FE-60Y.

La condensación de los gases calientes de R-404A se efectuará mediante un condensador helicoidal cúbico por aire montado en cubierta sobre la sala de máquinas 2. El condensador es de la marca Frimetall modelo Serie CBN 86.

Se ha previsto la instalación de dos evaporadores cúbicos. Los evaporadores son de la marca Frimetall modelo Serie GRM 4900 y Serie GRM 5200.

El desescarche de estos evaporadores se realizará mediante electricidad.

### **Cámara 9:**

Para la línea de la cámara 9, el sistema usado es de Salto directo de R-404A evaporando a 4°C y condensando a 48,8°C.

El sistema de compresión de esta línea lo compondrá un Compresor Semihermético Ecoline, marca Bitzer modelo 8GE-50Y.

La condensación de los gases calientes de R-404A se efectuará mediante un condensador helicoidal cúbico por aire montado en cubierta sobre la sala de máquinas 2. El condensador es de la marca Frimetall modelo Serie CBN 76.

Se ha previsto la instalación de dos evaporadores cúbicos. Los evaporadores son de la marca Frimetall modelo Serie GRM 2600 y Serie GRM 6300.

El desescarche de estos evaporadores se realizará mediante electricidad.

### **Cámara 10:**

Para la línea de la cámara 10, el sistema usado es de Salto directo de R-404A evaporando a 14,5°C y condensando a 48,8°C.

El sistema de compresión de esta línea lo compondrá un Compresor Semihermético Ecoline, marca Bitzer modelo 8FE-60Y.

La condensación de los gases calientes de R-404A se efectuará mediante un condensador helicoidal cúbico por aire montado en cubierta sobre la sala de máquinas 2. El condensador es de la marca Frimetall modelo Serie CBN 86.

Se ha previsto la instalación de cinco evaporadores cúbicos. Los evaporadores son de la marca Frimetall uno del modelo Serie PIA-N220 y cuatro del modelo Serie PIA-160.

El desescarche de estos evaporadores se realizará mediante electricidad.

## 1.8 CLASIFICACIÓN DEL REFRIGERANTE Y DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

### 1.8.1 CLASIFICACIÓN DEL REFRIGERANTE

Para el funcionamiento de todas las instalaciones frigoríficas, el refrigerante empleado es:

- R-404A

Los datos de los refrigerantes según la Tabla A del Apéndice 1 del Instrucción IF-02 del Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas son los siguientes:

- Clasificación: -Grupo L: **1**  
-Grupo seguridad: **A1**
- Refrigerante: **R-404A**
- Denominación (composición = % peso): **R-125/143a/134a (44/52/4)**
- Fórmula: **CF<sub>3</sub>CHF<sub>2</sub>+CF<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>+CF<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>F**
- Masa molecular (kg/mol): **97,6**
- Límite práctico (kg/m<sup>3</sup>): **0,48**
- Punto ebullición a 1,013 bar: **-46,5 a -45,7**
- Inflamabilidad: -Temperatura autoignición (°C): **728**  
-Límite de inflamabilidad: -Límite inferior (kg/m<sup>3</sup>-% v/v): -  
-Límite superior (kg/m<sup>3</sup>-% v/v): -
- Potencial de calentamiento atmosférico (PCA 100): **3260**
- Potencial agotamiento de la capa de ozono (PAO): **0**
- Clasificación según REP: **2**

## 1.8.2 CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

La instalación está formada por 10 cámaras con sistemas frigoríficos independientes:

- Cámara 1 ( $T^a$  refrigerante  $1^{\circ}\text{C}$ , Humedad Relativa 90%)

Se almacena la naranja en box, ya que no ha pasado el control de calidad y está será utilizada para hacer zumos, batidos o para alimentación de animales.

- Cámara 2 ( $T^a$  refrigerante  $1^{\circ}\text{C}$ , Humedad Relativa 90%)

Se almacena el producto que ya ha sido confeccionado y listo para ser transportado.

- Cámara 3 ( $T^a$  refrigerante  $1^{\circ}\text{C}$ , Humedad Relativa 90%)

Se almacena el producto que ya ha sido confeccionado y listo para ser transportado.

- Cámara 4 ( $T^a$  refrigerante  $1^{\circ}\text{C}$ , Humedad Relativa 90%)

Se almacena el producto que ya ha sido confeccionado y listo para ser transportado.

- Cámara 5 ( $T^a$  refrigerante  $1^{\circ}\text{C}$ , Humedad Relativa 90%)

Se almacena el producto que ya ha sido confeccionado y listo para ser transportado.

- Cámara 6 ( $T^a$  refrigerante  $3^{\circ}\text{C}$ , Humedad Relativa 90%)

Se almacenan restos que no han sido confeccionados y se utilizarán en otra ocasión.

- Cámara 7 ( $T^a$  refrigerante  $1^{\circ}\text{C}$ , Humedad Relativa 90%)

Se almacena el producto que ya ha sido confeccionado y listo para ser transportado.

- Cámara 8 ( $T^a$  refrigerante  $9^{\circ}\text{C}$ , Humedad Relativa 95%)

Se almacena producto que viene directamente del campo y posterior conservación hasta que sea confeccionado en el almacén.

- Cámara 9 ( $T^a$  refrigerante  $9^{\circ}\text{C}$ , Humedad Relativa 95%)

Se almacena producto que viene directamente del campo y posterior conservación hasta que sea confeccionado en el almacén.

- Cámara 10 ( $T^a$  refrigerante  $20^{\circ}\text{C}$ , Humedad Relativa 90%)

Se almacena producto para su desverdecido con un tiempo de desverdecido de entre 2-6 días.

## 1.9 CARACTERÍSTICAS DE LOS APARATOS. CANTIDAD, MODELO, COLOCACIÓN, SITUACIÓN

Los equipos correspondientes a los distintos sistemas frigoríficos instalados serán los que se describen a continuación:

### COMPRESORES

La instalación de toda la fábrica está compuesta por 10 Compresores Semiherméticos Ecoline. Características de los diferentes tipos de compresores:

#### *Compresor Bitzer 6HE-35Y:*

• N° Unidades:	<b>2 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Bitzer</b>
• Modelo:	<b>6HE-35Y</b>
• Tipo:	<b>Semihermético Ecoline</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Potencia:	<b>36.000 kW</b>
• Peso:	<b>235 kg</b>
• Presión máxima:	<b>19/32 bar</b>
• N° de cilindros x diámetro x carrera:	<b>6 x 70 mm x 55 mm</b>
• Colocación:	<b>Sala de máquinas 1</b>

#### *Compresor Bitzer 6GE-30Y:*

• N° Unidades:	<b>5 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Bitzer</b>
• Modelo:	<b>6GE-30Y</b>
• Tipo:	<b>Semihermético Ecoline</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Potencia:	<b>23.000 kW</b>
• Peso:	<b>228 kg</b>
• Presión máxima:	<b>19/32 bar</b>
• N° de cilindros x diámetro x carrera:	<b>6 x 75 mm x 55 mm</b>
• Colocación:	<b>Sala de máquinas 1</b>

#### *Compresor Bitzer 8FE-60Y:*

• N° Unidades:	<b>2 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Bitzer</b>
• Modelo:	<b>6FE-60Y</b>
• Tipo:	<b>Semihermético Ecoline</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Potencia:	<b>63.000 kW</b>
• Peso:	<b>361 kg</b>
• Presión máxima:	<b>19/28 bar</b>
• N° de cilindros x diámetro x carrera:	<b>8 x 82 mm x 60 mm</b>
• Colocación:	<b>Sala de máquinas 2</b>

*Compresor Bitzer 8GE-50Y:*

• N° Unidades:	<b>1 unidad</b>
• Fabricante:	<b>Bitzer</b>
• Modelo:	<b>6GE-50Y</b>
• Tipo:	<b>Semihermético Ecoline</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Potencia:	<b>51.000 kW</b>
• Peso:	<b>342 kg</b>
• Presión máxima:	<b>19/28 bar</b>
• N° de cilindros x diámetro x carrera:	<b>8 x 75 mm x 60 mm</b>
• Colocación:	<b>Sala de máquinas 2</b>

EVAPORADORES

*Evaporador GRM 5500:*

• N° Unidades:	<b>1 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>GRM 5500</b>
• Tipo:	<b>Cúbico</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Paso de aletas:	<b>4,2 mm</b>
• Diámetro:	<b>630 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>104,160 kW</b>
• Caudal:	<b>48.280 m<sup>3</sup>/h</b>
• Colocación:	<b>Cámara 1</b>

*Evaporador GRM 6300:*

• N° Unidades:	<b>2 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>GRM 6300</b>
• Tipo:	<b>Cúbico</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Paso de aletas:	<b>4,2 mm</b>
• Diámetro:	<b>630 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>112,035 kW</b>
• Caudal:	<b>63.750 m<sup>3</sup>/h</b>
• Colocación:	<b>Cámara 6 y 8</b>

*Evaporador GRM 3900:*

• N° Unidades:	<b>2 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>GRM 3900</b>
• Tipo:	<b>Cúbico</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Paso de aletas:	<b>4,2 mm</b>
• Diámetro:	<b>630 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>72,450 kW</b>
• Caudal:	<b>38.250 m<sup>3</sup>/h</b>
• Colocación:	<b>Cámara 2 y 7</b>

*Evaporador GRB 3850:*

• N° Unidades:	<b>3 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>GRM 3850</b>
• Tipo:	<b>Cúbico</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Paso de aletas:	<b>6 mm</b>
• Diámetro:	<b>630 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>67,220 kW</b>
• Caudal:	<b>38.760 m<sup>3</sup>/h</b>
• Colocación:	<b>Cámara 3, 4 y 5</b>

*Evaporador GRM 4900:*

• N° Unidades:	<b>1 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>GRM 4900</b>
• Tipo:	<b>Cúbico</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Paso de aletas:	<b>4,2 mm</b>
• Diámetro:	<b>630 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>89,630 kW</b>
• Caudal:	<b>51.000 m<sup>3</sup>/h</b>
• Colocación:	<b>Cámara 8</b>

*Evaporador GRB 5200:*

• N° Unidades:	<b>1 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>GRM 5200</b>
• Tipo:	<b>Cúbico</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Paso de aletas:	<b>6 mm</b>
• Diámetro:	<b>630 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>96,600 kW</b>
• Caudal:	<b>51.680 m<sup>3</sup>/h</b>
• Colocación:	<b>Cámara 8</b>

*Evaporador GRM 2600:*

• N° Unidades:	<b>1 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>GRM 2600</b>
• Tipo:	<b>Cúbico</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Paso de aletas:	<b>4,2 mm</b>
• Diámetro:	<b>630 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>52,080 kW</b>
• Caudal:	<b>24.140 m<sup>3</sup>/h</b>
• Colocación:	<b>Cámara 9</b>

*Evaporador PIA-N 160:*

• N° Unidades:	<b>4 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>PIA-N 160</b>
• Tipo:	<b>Cúbico</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Paso de aletas:	<b>2,8 mm</b>
• Diámetro:	<b>400 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>31,050 kW</b>
• Caudal:	<b>7.200 m<sup>3</sup>/h</b>
• Colocación:	<b>Cámara 10</b>

*Evaporador PIA-N 220:*

• N° Unidades:	<b>1 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>PIA-N 220</b>
• Tipo:	<b>Cúbico</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Paso de aletas:	<b>2,8 mm</b>
• Diámetro:	<b>400 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>38,550 kW</b>
• Caudal:	<b>8.970 m<sup>3</sup>/h</b>
• Colocación:	<b>Cámara 10</b>

**CONDENSADORES**

*Condensador Serie CBS 51:*

• N° Unidades:	<b>2 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>Serie CBS 51</b>
• Tipo:	<b>Helicoidales cúbicos</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Diámetro:	<b>630 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>62,5 kW</b>
• Caudal:	<b>18.000 m<sup>3</sup>/h</b>
• Ventiladores:	<b>2x630</b>
• Colocación:	<b>Cámara 1 y 6</b>

*Condensador Serie CBS 40:*

• N° Unidades:	<b>2 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>Serie CBS 40</b>
• Tipo:	<b>Helicoidales cúbicos</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Diámetro:	<b>500 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>35,8 kW</b>
• Caudal:	<b>9.240 m<sup>3</sup>/h</b>
• Ventiladores:	<b>3x500</b>
• Colocación:	<b>Cámara 2 y 7</b>

*Condensador Serie CBS 43:*

• N° Unidades:	<b>3 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>Serie CBS 43</b>
• Tipo:	<b>Helicoidales cúbicos</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Diámetro:	<b>500 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>39,4 kW</b>
• Caudal:	<b>8.760 m<sup>3</sup>/h</b>
• Ventiladores:	<b>3x500</b>
• Colocación:	<b>Cámara 3, 4 y 5</b>

*Condensador Serie CBN 76:*

• N° Unidades:	<b>1 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>Serie CBN 76</b>
• Tipo:	<b>Helicoidales cúbicos</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Diámetro:	<b>500 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>76,2 kW</b>
• Caudal:	<b>20.100 m<sup>3</sup>/h</b>
• Ventiladores:	<b>3x500</b>
• Colocación:	<b>Cámara 9</b>

*Condensador Serie CBN 86:*

• N° Unidades:	<b>2 unidades</b>
• Fabricante:	<b>Frimetal</b>
• Modelo:	<b>Serie CBN 86</b>
• Tipo:	<b>Helicoidales cúbicos</b>
• Refrigerante:	<b>R-404A</b>
• Diámetro:	<b>500 mm</b>
• Capacidad nominal:	<b>85,5 kW</b>
• Caudal:	<b>18.900 m<sup>3</sup>/h</b>
• Ventiladores:	<b>3x500</b>
• Colocación:	<b>Cámara 8 y 10</b>

## 1.10 TUBERÍAS

Las tuberías a instalar en cada sistema de refrigeración han sido calculadas con el programa *Frio\_v2\_I\_*. Con los siguientes resultados:

### *Cámara 1:*

#### *1. Línea aspiración:*

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 5/8 (1,65)´´
• Longitud Real (m):	18,325
• Diámetro Interior (mm):	63,38
• Velocidad del fluido (m/s):	14,23
• P. Total (°C):	0,4948
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,08666
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,08666
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	18,33
• Viscosidad (Pas):	1,083x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	26,33
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	2191890
• Factor fricción:	0,01103

#### *2. Línea líquido:*

• XV:	0
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	1 5/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	14,949
• Diámetro Interior (mm):	38,78
• Velocidad del fluido (m/s):	1,103
• P. Total (°C):	0,05776
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,03029
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,03029
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	14,95
• Viscosidad (Pas):	8,821x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	907,6
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	439912
• Factor fricción:	0,01396

### 3. Línea descarga:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	1 5/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	11,886
• Diámetro Interior (mm):	38,78
• Velocidad del fluido (m/s):	8,59
• P. Total (°C):	0,289
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,1511
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,1511
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	11,89
• Viscosidad (Pas):	1,449x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	116,6
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	2677079
• Factor fricción:	0,01125

### Cámara 2:

#### 1. Línea aspiración:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 5/8 (1,65)´´
• Longitud Real (m):	3,920
• Diámetro Interior (mm):	63,38
• Velocidad del fluido (m/s):	7,683
• P. Total (°C):	0,03299
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,005822
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,005822
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	3,92
• Viscosidad (Pas):	1,083x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	26,33
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	1183389
• Factor fricción:	0,01188

## 2. Línea líquido:

• XV:	0
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	1 1/8 (1)´´
• Longitud Real (m):	4,155
• Diámetro Interior (mm):	26,57
• Velocidad del fluido (m/s):	1,184
• P. Total (°C):	0,03756
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,01638
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,01638
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	4,155
• Viscosidad (Pas):	0,0001044
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	971,7
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	292735
• Factor fricción:	0,01509

## 3. Línea descarga:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	1 3/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	5,563
• Diámetro Interior (mm):	32,43
• Velocidad del fluido (m/s):	8,562
• P. Total (°C):	0,1561
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,0683
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,0683
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	5,563
• Viscosidad (Pas):	1,352x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	90,24
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	1853513
• Factor fricción:	0,0118

### **Cámara 3:**

#### **1. Línea aspiración:**

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 5/8 (1,65)´´
• Longitud Real (m):	10,293
• Diámetro Interior (mm):	63,38
• Velocidad del fluido (m/s):	8,28
• P. Total (°C):	0,09976
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,01759
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,01759
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	10,29
• Viscosidad (Pas):	1,083x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	26,33
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	1275462
• Factor fricción:	0,01176

#### **2. Línea líquido:**

• XV:	0
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	1 3/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	7,042
• Diámetro Interior (mm):	32,43
• Velocidad del fluido (m/s):	0,857
• P. Total (°C):	0,02774
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,0121
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,0121
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	7,042
• Viscosidad (Pas):	0,0001044
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	971,7
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	258588
• Factor fricción:	0,01531

### 3. Línea descarga:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	1 5/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	8,959
• Diámetro Interior (mm):	38,78
• Velocidad del fluido (m/s):	6,453
• P. Total (°C):	0,119
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,052
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,052
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	8,959
• Viscosidad (Pas):	1,352x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	90,24
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	1670566
• Factor fricción:	0,01174

### Cámara 4:

#### 1. Línea aspiración:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 5/8 (1,65)´´
• Longitud Real (m):	23,614
• Diámetro Interior (mm):	63,38
• Velocidad del fluido (m/s):	8,28
• P. Total (°C):	0,2293
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,04034
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,04034
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	23,61
• Viscosidad (Pas):	1,083x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	26,33
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	1275462
• Factor fricción:	0,01176

## 2. Línea líquido:

• XV:	0
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	1 3/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	24,293
• Diámetro Interior (mm):	32,43
• Velocidad del fluido (m/s):	0,857
• P. Total (°C):	0,09566
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,04174
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,04174
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	24,29
• Viscosidad (Pas):	0,0001044
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	971,7
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	258588
• Factor fricción:	0,01531

## 3. Línea descarga:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	1 5/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	11,028
• Diámetro Interior (mm):	38,78
• Velocidad del fluido (m/s):	6,453
• P. Total (°C):	0,1463
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,064
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,064
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	11,03
• Viscosidad (Pas):	1,352x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	90,24
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	1670566
• Factor fricción:	0,01174

## Cámara 5:

### 1. Línea aspiración:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 5/8 (1,65)´´
• Longitud Real (m):	16,857
• Diámetro Interior (mm):	63,38
• Velocidad del fluido (m/s):	8,28
• P. Total (°C):	0,1635
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,0288
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,0288
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	16,86
• Viscosidad (Pas):	1,083x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	26,33
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	1275462
• Factor fricción:	0,01176

### 2. Línea líquido:

• XV:	0
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	1 3/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	10,842
• Diámetro Interior (mm):	32,43
• Velocidad del fluido (m/s):	0,857
• P. Total (°C):	0,04271
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,01863
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,01863
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	10,84
• Viscosidad (Pas):	0,0001044
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	971,7
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	258588
• Factor fricción:	0,01172

### 3. Línea descarga:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	1 3/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	11,953
• Diámetro Interior (mm):	32,43
• Velocidad del fluido (m/s):	9,228
• P. Total (°C):	0,3868
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,1694
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,1694
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	11,95
• Viscosidad (Pas):	1,352x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	90,24
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	1997724
• Factor fricción:	0,01172

### Cámara 6:

#### 1. Línea aspiración:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	3 1/8 (2,5)´´
• Longitud Real (m):	14,575
• Diámetro Interior (mm):	74,38
• Velocidad del fluido (m/s):	8,625
• P. Total (°C):	0,1272
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,0236
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,0236
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	14,57
• Viscosidad (Pas):	1,091x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	28,11
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	1652187
• Factor fricción:	0,0113

## 2. Línea líquido:

• XV:	0
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 1/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	3,233
• Diámetro Interior (mm):	51,47
• Velocidad del fluido (m/s):	0,5208
• P. Total (°C):	0,00295
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,001287
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,001287
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	3,233
• Viscosidad (Pas):	0,0001044
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	971,7
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	249478
• Factor fricción:	0,01525

## 3. Línea descarga:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	1 5/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	12,544
• Diámetro Interior (mm):	38,78
• Velocidad del fluido (m/s):	9,844
• P. Total (°C):	0,3734
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,1635
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,1635
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	12,54
• Viscosidad (Pas):	1,35x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	90,61
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	2561663
• Factor fricción:	0,01129

## Cámara 7:

### 1. Línea aspiración:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	3 1/8 (2,5)´´
• Longitud Real (m):	24,779
• Diámetro Interior (mm):	74,38
• Velocidad del fluido (m/s):	13,88
• P. Total (°C):	0,5292
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,09264
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,09264
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	24,78
• Viscosidad (Pas):	1,083x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	26,33
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	2508468
• Factor fricción:	0,01076

### 2. Línea líquido:

• XV:	0
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 1/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	15,848
• Diámetro Interior (mm):	51,47
• Velocidad del fluido (m/s):	0,7849
• P. Total (°C):	0,03061
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,01335
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,01335
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	15,85
• Viscosidad (Pas):	0,0001044
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	971,7
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	375960
• Factor fricción:	0,01421

### 3. Línea descarga:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 1/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	15,106
• Diámetro Interior (mm):	51,47
• Velocidad del fluido (m/s):	8,452
• P. Total (°C):	0,2398
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,105
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,105
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	15,11
• Viscosidad (Pas):	1,352x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	90,24
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	2904485
• Factor fricción:	0,01089

### Cámara 8:

#### 1. Línea aspiración:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	3 1/8 (2,5)´´
• Longitud Real (m):	43,053
• Diámetro Interior (mm):	74,38
• Velocidad del fluido (m/s):	11,31
• P. Total (°C):	0,6515
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,1399
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,1399
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	43,05
• Viscosidad (Pas):	1,117x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	34,59
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	2603077
• Factor fricción:	0,01071

## 2. Línea líquido:

• XV:	0
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 1/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	43,299
• Diámetro Interior (mm):	51,47
• Velocidad del fluido (m/s):	0,8403
• P. Total (°C):	0,09477
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,04135
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,04135
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	43,3
• Viscosidad (Pas):	0,0001044
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	971,7
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	402514
• Factor fricción:	0,01405

## 3. Línea descarga:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 5/8 (1,65)´´
• Longitud Real (m):	18,448
• Diámetro Interior (mm):	63,38
• Velocidad del fluido (m/s):	5,871
• P. Total (°C):	0,1166
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,05097
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,05097
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	18,45
• Viscosidad (Pas):	1,345x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	91,75
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	2537433
• Factor fricción:	0,01086

## **Cámara 9:**

### **1. Línea aspiración:**

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	3 1/8 (2,5)´´
• Longitud Real (m):	27,484
• Diámetro Interior (mm):	74,38
• Velocidad del fluido (m/s):	9,965
• P. Total (°C):	0,3259
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,07031
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,07031
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	27,48
• Viscosidad (Pas):	1,117x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	34,59
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	2293959
• Factor fricción:	0,01086

### **2. Línea líquido:**

• XV:	0
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 1/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	30,207
• Diámetro Interior (mm):	51,47
• Velocidad del fluido (m/s):	0,7405
• P. Total (°C):	0,05246
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,02288
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,02288
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	30,21
• Viscosidad (Pas):	0,0001044
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	971,7
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	354715
• Factor fricción:	0,01435

### 3. Línea descarga:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 1/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	17,001
• Diámetro Interior (mm):	51,47
• Velocidad del fluido (m/s):	7,843
• P. Total (°C):	0,2374
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,104
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,104
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	17
• Viscosidad (Pas):	1,345x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	91,75
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	2753055
• Factor fricción:	0,01094

### Cámara 10:

#### 1. Línea aspiración:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 5/8 (1,65)´´
• Longitud Real (m):	24,977
• Diámetro Interior (mm):	63,38
• Velocidad del fluido (m/s):	9,445
• P. Total (°C):	0,3431
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,09326
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,09326
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	24,98
• Viscosidad (Pas):	1,161x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	47,77
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	2462479
• Factor fricción:	0,01089

## 2. Línea líquido:

• XV:	0
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 1/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	25,111
• Diámetro Interior (mm):	51,47
• Velocidad del fluido (m/s):	0,7039
• P. Total (°C):	0,03973
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,01733
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,01733
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	25,11
• Viscosidad (Pas):	0,0001044
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	971,7
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	337151
• Factor fricción:	0,01447

## 3. Línea descarga:

• XV:	1
• Material:	Cobre (barras standard)
• Diámetro Nominal (´´):	2 1/8 (1,25)´´
• Longitud Real (m):	15,706
• Diámetro Interior (mm):	51,47
• Velocidad del fluido (m/s):	7,31
• P. Total (°C):	0,1952
• P. Total (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,08547
• P. Cota (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Acce. (kg/cm <sup>2</sup> ):	0
• P. Tubería (kg/cm <sup>2</sup> ):	0,08547
• Caudal (kg/h):	400
• Longitud equivalente (m):	15,71
• Viscosidad (Pas):	1,338x10 <sup>-5</sup>
• Densidad (kg/m <sup>3</sup> ):	93,56
• Rugosidad absoluta:	0,0015
• N° Re:	2630674
• Factor fricción:	0,01099

## 1.11 SALA DE MÁQUINAS

En la instalación existen dos Salas de Máquinas (1) y (2).

La más grande (1) dispondrá de una superficie aproximada de 110 m<sup>2</sup>, y una altura libre de 6,45 m, lo que da un volumen de aproximadamente 709,5 m<sup>3</sup>.

La pequeña (2) dispondrá de una superficie aproximada de 40 m<sup>2</sup>, y una altura libre de 6,5 m, lo que da un volumen de aproximadamente 260,0 m<sup>3</sup>.

De acuerdo con la IF-07, y teniendo en cuenta que el refrigerante es R-404A del grupo L1/A1, las podemos calificar como de *Alta Seguridad*.

La cantidad máxima de refrigerante que puede ser almacenado en las salas de máquinas es el 20% de la carga total de la instalación, con un máximo de 150 kg. El citado refrigerante deberá almacenarse en botellas o contenedores y de conformidad con lo especificado en la ITC MIE APQ-5, del Reglamento de almacenamiento de productos químicos, aprobado por el Real Decreto 379/2001, de 6 de abril.

La carga de refrigerante será aproximadamente de 750 kg de R-404A. La sala de máquinas (1) está ubicada entre las cámaras 6 y 2, y el transformador. La sala de máquinas (2) está ubicada en el pasillo de cámaras, al lado de la cámara 10. En ellas se situarán los compresores. La (1) abastecerá las cámaras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8; y la (2) abastecerá las cámaras 8, 9 y 10.

Según un extracto citado del B.O.E.:

“Cuando la combinación de sistemas de refrigeración, clase de refrigerante y categoría de local, definidos según las IF correspondientes, lo exija, deberá preverse una sala de máquinas específica para instalar partes del sistema de refrigeración, especialmente los compresores con sus componentes más directos.

Para las salas de máquinas específicas se aplicarán los principios siguientes:

- a) Las salas de máquinas específicas deberán servir para alojar exclusivamente los componentes de la instalación frigorífica y demás equipos técnicos auxiliares.
- b) Se deberá evitar que las emisiones de gas refrigerante procedentes de estas salas de máquinas puedan penetrar en los recintos próximos, escaleras, patios, pasillos o canalizaciones de desagüe del edificio, debiendo ser evacuado el gas sin ningún riesgo.
- c) En caso de peligro deberá ser posible abandonar la sala de máquinas específica de forma inmediata, por lo que los pasillos estarán despejados de cualquier elemento (botellas y contenedores de refrigerantes) que impidan o dificulten la libre circulación del personal.

- d) El suministro de aire para motores de combustión, quemadores o compresores de aire deberá provenir de un lugar donde no haya vapores del refrigerante. Tales equipos deberán estar instalados únicamente en una sala de máquinas específica. Cuando el sistema frigorífico trabaje con refrigerantes del grupo L1, el aire necesario deberá provenir del exterior de dicha sala.
- e) No habrá ningún equipo productor de llama libre permanentemente instalado y en funcionamiento. Los materiales inflamables, exceptuando los refrigerantes, no deberán ser almacenados en las salas de máquinas específicas.
- f) Fuera de la sala de máquinas específica y cerca de su puerta de entrada se deberá instalar un interruptor de emergencia que permita parar el sistema de refrigeración.
- g) Se deberá proveer de un sistema de ventilación natural o forzada. En el caso de ventilación forzada se deberá instalar un control de emergencia independiente, localizado en el exterior y cerca de la puerta de la sala de máquinas específicas.
- h) No se emplazarán aberturas al exterior por debajo de las escaleras de emergencia.
- i) Toda red de tuberías y conductos que pasen a través de paredes, techos y suelos de salas de máquinas específicas deberá estar herméticamente sellada.
- j) Cada sala de máquinas específica deberá disponer, como mínimo, de dos extintores portátiles de polvo polivalentes (ABC), uno de ellos situado junto a la puerta de salida y el otro en el otro extremo de la sala. Para aquellos sistemas que utilicen refrigerantes inflamables, se deberán colocar extintores portátiles en la proximidad de las entradas de las cámaras frigoríficas y locales de trabajo que contengan componentes frigoríficos. En cualquier caso, se deberán satisfacer las prescripciones emanadas de la normativa vigente sobre protección contra incendios.”

### 1.11.1 COMUNICACIÓN CON EL RESTO DEL EDIFICIO

La sala de máquinas (1) del edificio dispondrá de comunicación con el exterior del almacén, a través de 7 rejillas de ventilación de dimensiones 1,5 x 1,5 m (2,25 m<sup>2</sup> cada una). La superficie total de ventilación natural será de 15,75 m<sup>2</sup>.

La sala de máquinas (2) del edificio dispondrá de comunicación con el exterior del almacén, a través de 5 rejillas de ventilación de dimensiones 1,5 x 1,5 m (2,25 m<sup>2</sup> cada una). La superficie total de ventilación natural será de 11,25 m<sup>2</sup>.

### 1.11.2 VENTILACIÓN. CÁLCULOS

Las salas de máquinas específicas se airearán mediante ventilación natural, a través de ventanas, celosías u orificios de aireación o 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.

#### Cálculos:

Tal como se ha detallado en el apartado anterior, la superficie total de ventilación natural será de 15,75 m<sup>2</sup> para (1) y de 11,25 m<sup>2</sup> para (2). Justificación según la instrucción MI-IF-07.

$$S \geq 0,14 \times \sqrt{P}$$

Siendo:

S = Superficie total de las aberturas (m<sup>2</sup>)

P = Carga refrigerante (kg) = 750 kg (R-404-A)

$$S \geq 0,14 \times \sqrt{750} \rightarrow S \geq 3,83 \text{ m}^2$$

La superficie de ventilación natural para (1) es suficiente: 3,83 m<sup>2</sup> < 15,75 m<sup>2</sup>

La superficie de ventilación natural para (2) es suficiente: 3,83 m<sup>2</sup> < 11,25 m<sup>2</sup>

## 2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



## 2.1 DATOS DE PARTIDA

Como datos de partida, sabemos para que se van a utilizar las cámaras frigoríficas, su temperatura interior, la humedad relativa, el volumen de cada una de ellas, la cantidad de kilos que caben dentro de cada una y como es su almacenaje.

-Utilización de las cámaras:

**Cámara 1:** Se va a utilizar para guardar el producto en box.

**Cámara 2:** Se va a utilizar para guardar el producto confeccionado.

**Cámara 3:** Se va a utilizar para guardar el producto confeccionado.

**Cámara 4:** Se va a utilizar para guardar el producto confeccionado.

**Cámara 5:** Se va a utilizar para guardar el producto confeccionado.

**Cámara 6:** Se va a utilizar para guardar los restos del producto no confeccionado.

**Cámara 7:** Se va a utilizar para guardar el producto confeccionado.

**Cámara 8:** Se va a utilizar para guardar el producto que llega del campo y no está aún confeccionado.

**Cámara 9:** Se va a utilizar para guardar el producto que llega del campo y no está aún confeccionado.

**Cámara 10:** Se va a utilizar para el desverdecido del producto.

-Volumen de cada cámara frigorífica:

Nº Cámara	Ancho (m)	Largo (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cámara 1	9,767	14,724	144	6,471	931,824 = <b>932</b>
Cámara 2	9,635	7,546	70	6,503	455,210 = <b>455</b>
Cámara 3	9,650	7,600	68	6,546	445,128 = <b>445</b>
Cámara 4	9,970	9,940	95	6,636	630,420 = <b>630</b>
Cámara 5	9,800	10,140	96	6,615	635,040 = <b>635</b>
Cámara 6	14,790	14,850	218	6,569	1.432,042 = <b>1.432</b>
Cámara 7	10,000	10,000	97	5,434	527,098 = <b>527</b>
Cámara 8	20,700	24,130	500	6,908	3.454,000 = <b>3.454</b>
Cámara 9	20,900	15,900	322	6,907	2.224,054 = <b>2.224</b>
Cámara 10	20,700	15,800	466	6,902	3.216,332 = <b>3.216</b>

Tabla 5. Volúmenes

-Capacidad de kilogramos en cada cámara frigorífica:

Nº Cámara	Capacidad (kg)	Densidad kg/m <sup>3</sup> )
Cámara 1	175.000	187,77
Cámara 2	50.000	109,89
Cámara 3	75.000	168,54
Cámara 4	75.000	119,05
Cámara 5	75.000	118,11
Cámara 6	250.000	174,58
Cámara 7	40.000	75,90
Cámara 8	500.000	144,76
Cámara 9	400.000	179,85
Cámara 10	500.000	155,47

Tabla 6. Capacidad (kg) y densidad (kg/m<sup>3</sup>)

Vemos que para un mismo volumen de cámara en algunas hay más capacidad y por lo tanto más densidad, esto ocurre porque hay cámaras que contienen estantes; así se puede almacenar a más alturas.

-Tipo de almacenaje:

Nº Cámara	Pallet	Embalaje
Cámara 1		
Cámara 2	SI	SI
Cámara 3	SI	SI
Cámara 4	SI	SI
Cámara 5	SI	SI
Cámara 6	SI	
Cámara 7	SI	SI
Cámara 8	SI	
Cámara 9	SI	
Cámara 10	SI	

Tabla 7. Tipo de almacenaje

## 2.2 CONDICIONES INTERIORES Y EXTERIORES

- Condiciones interiores:

Nº de cámara	Temperatura interior (°C)	Humedad relativa (%)
Cámara 1	0 - 3	90
Cámara 2	0 - 3	90 - 95
Cámara 3	0 - 3	90 - 95
Cámara 4	0 - 3	90 - 95
Cámara 5	0 - 3	90 - 95
Cámara 6	3 - 6	90 - 95
Cámara 7	0 - 3	90 - 95
Cámara 8	8 - 10	95
Cámara 9	8 - 10	95
Cámara 10	20 - 22	90 - 95

Tabla 8. Condiciones interiores

- Condiciones exteriores:
  - Localidad: Turís (Valencia)
  - $T_{s, ext, max}$ : 33,8 °C
  - $\phi$ : 31%
  - $T_{h, ext}$ : 21,0 °C
  - Temperatura del terreno: 24,30 °C
  - Nivel percentil actual: 0,4 %

## 2.3 AISLAMIENTO TÉRMICO

Para todas las cámaras tenemos tanto el techo como las paredes son interiores. Tanto las paredes como los techos son de poliuretano expandido de 10cm y el suelo es con vacío sanitario hecho de hormigón de 12cm con un aislante de 6cm.

Diseño constructivo:

- Características techo:

Todos los techos son interiores y de poliuretano expandido de 10cm. Los paneles tienen un  $h_i$  y un  $h_e$  con un valor de  $10 \text{ W/m}^2\text{°C}$ , con una temperatura equivalente ( $T_{eq}$ ) de  $33,80\text{°C}$  y una  $K$  de  $0,221 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .

- Características suelo:

Los suelos son con vacío sanitario y están fabricados de hormigón de 12cm con un aislante de 6cm.

Los paneles tienen un  $h_i$  de  $20 \text{ W/m}^2\text{°C}$ , un  $h_e$  de  $10 \text{ W/m}^2\text{°C}$  y con una  $K$  de  $0,354 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .

- Características pared norte:

Todas las paredes norte son interiores y de poliuretano expandido de 10cm.

Los paneles tienen un  $h_i$  y un  $h_e$  con un valor de  $9 \text{ W/m}^2\text{°C}$ , con una temperatura equivalente ( $T_{eq}$ ) de  $33,80\text{°C}$  y una  $K$  de  $0,220 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .

- Características pared sur:

Todas las paredes sur son interiores y de poliuretano expandido de 10cm.

Los paneles tienen un  $h_i$  y un  $h_e$  con un valor de  $9 \text{ W/m}^2\text{°C}$ , con una temperatura equivalente ( $T_{eq}$ ) de  $33,80\text{°C}$  y una  $K$  de  $0,220 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .

- Características pared oeste:

Todas las paredes oeste son interiores y de poliuretano expandido de 10cm.

Los paneles tienen un  $h_i$  y un  $h_e$  con un valor de  $9 \text{ W/m}^2\text{°C}$ , con una temperatura equivalente ( $T_{eq}$ ) de  $33,80\text{°C}$  y una  $K$  de  $0,220 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .

- Características pared este:

Todas las paredes este son interiores y de poliuretano expandido de 10cm.

Los paneles tienen un  $h_i$  y un  $h_e$  con un valor de  $9 \text{ W/m}^2\text{°C}$ , con una temperatura equivalente ( $T_{eq}$ ) de  $33,80\text{°C}$  y una  $K$  de  $0,220 \text{ W/m}^2\text{°C}$ .

Cámara 1:

Tipo pared	Techo	Suelo	Norte	Sur	Oeste	Este
hi (W/m <sup>2</sup> °C)	10	20	9	9	9	9
he (W/m <sup>2</sup> °C)	10	10	9	9	9	9
Teq (°C)	33,8	17,4	33,8	33,8	33,8	33,8
K (W/m <sup>2</sup> °C)	0,221	0,354	0,220	0,220	0,220	0,220
Superficie (m <sup>2</sup> )	143	143	94,5	94,5	63,2	63,2
(W/m <sup>2</sup> )	7,2	5,8	7,2	7,2	7,2	7,2
Potencia (kW)	1,03	0,83	0,68	0,68	0,46	0,46

Tabla 9. Aislamiento térmico cámara frigorífica 1

Cámara 2:

Tipo pared	Techo	Suelo	Norte	Sur	Oeste	Este
hi (W/m <sup>2</sup> °C)	10	20	9	9	9	9
he (W/m <sup>2</sup> °C)	10	10	9	9	9	9
Teq (°C)	33,8	17,4	33,8	33,8	33,8	33,8
K (W/m <sup>2</sup> °C)	0,221	0,354	0,220	0,220	0,220	0,220
Superficie (m <sup>2</sup> )	72,7	72,7	62,7	62,7	49	49
(W/m <sup>2</sup> )	7,2	5,8	7,2	7,2	7,2	7,2
Potencia (kW)	0,52	0,42	0,45	0,45	0,35	0,35

Tabla 10. Aislamiento térmico cámara frigorífica 2

Cámara 3:

Tipo pared	Techo	Suelo	Norte	Sur	Oeste	Este
hi (W/m <sup>2</sup> °C)	10	20	9	9	9	9
he (W/m <sup>2</sup> °C)	10	10	9	9	9	9
Teq (°C)	33,8	17,4	33,8	33,8	33,8	33,8
K (W/m <sup>2</sup> °C)	0,221	0,354	0,220	0,220	0,220	0,220
Superficie (m <sup>2</sup> )	73,3	73,3	63,2	63,2	49,75	49,75
(W/m <sup>2</sup> )	7,2	5,8	7,2	7,2	7,2	7,2
Potencia (kW)	0,53	0,43	0,45	0,45	0,36	0,36

Tabla 11. Aislamiento térmico cámara frigorífica 3

Cámara 4:

Tipo pared	Techo	Suelo	Norte	Sur	Oeste	Este
hi (W/m <sup>2</sup> °C)	10	20	9	9	9	9
he (W/m <sup>2</sup> °C)	10	10	9	9	9	9
Teq (°C)	33,8	17,4	33,8	33,8	33,8	33,8
K (W/m <sup>2</sup> °C)	0,221	0,354	0,220	0,220	0,220	0,220
Superficie (m <sup>2</sup> )	99,1	99,1	66,2	66,2	66,0	66,0
(W/m <sup>2</sup> )	7,2	5,8	7,2	7,2	7,2	7,2
Potencia (kW)	0,71	0,57	0,48	0,48	0,48	0,48

Tabla 12. Aislamiento térmico cámara frigorífica 4

Cámara 5:

Tipo pared	Techo	Suelo	Norte	Sur	Oeste	Este
hi (W/m <sup>2</sup> °C)	10	20	9	9	9	9
he (W/m <sup>2</sup> °C)	10	10	9	9	9	9
Teq (°C)	33,8	17,4	33,8	33,8	33,8	33,8
K (W/m <sup>2</sup> °C)	0,221	0,354	0,220	0,220	0,220	0,220
Superficie (m <sup>2</sup> )	99,4	99,4	64,9	64,9	67,1	67,1
(W/m <sup>2</sup> )	7,2	5,8	7,2	7,2	7,2	7,2
Potencia (kW)	0,72	0,58	0,47	0,47	0,48	0,48

Tabla 13. Aislamiento térmico cámara frigorífica 5

Cámara 6:

Tipo pared	Techo	Suelo	Norte	Sur	Oeste	Este
hi (W/m <sup>2</sup> °C)	10	20	9	9	9	9
he (W/m <sup>2</sup> °C)	10	10	9	9	9	9
Teq (°C)	33,8	18,4	33,8	33,8	33,8	33,8
K (W/m <sup>2</sup> °C)	0,221	0,354	0,220	0,220	0,220	0,220
Superficie (m <sup>2</sup> )	220	220	97,2	97,2	97,6	97,6
(W/m <sup>2</sup> )	6,8	5,5	6,8	6,8	6,8	6,8
Potencia (kW)	1,49	1,21	0,66	0,66	0,66	0,66

Tabla 14. Aislamiento térmico cámara frigorífica 6

Cámara 7:

Tipo pared	Techo	Suelo	Norte	Sur	Oeste	Este
hi (W/m <sup>2</sup> °C)	10	20	9	9	9	9
he (W/m <sup>2</sup> °C)	10	10	9	9	9	9
Teq (°C)	33,8	17,4	33,8	33,8	33,8	33,8
K (W/m <sup>2</sup> °C)	0,221	0,354	0,220	0,220	0,220	0,220
Superficie (m <sup>2</sup> )	100	100	54	54	54	54
(W/m <sup>2</sup> )	7,2	5,8	7,2	7,2	7,2	7,2
Potencia (kW)	0,72	0,58	0,39	0,39	0,39	0,39

Tabla 15. Aislamiento térmico cámara frigorífica 7

Cámara 8:

Tipo pared	Techo	Suelo	Norte	Sur	Oeste	Este
hi (W/m <sup>2</sup> °C)	10	20	9	9	9	9
he (W/m <sup>2</sup> °C)	10	10	9	9	9	9
Teq (°C)	33,8	21,4	33,8	33,8	33,8	33,8
K (W/m <sup>2</sup> °C)	0,221	0,354	0,220	0,220	0,220	0,220
Superficie (m <sup>2</sup> )	499	499	142,8	142,8	166,5	166,5
(W/m <sup>2</sup> )	5,5	4,4	5,5	5,5	5,5	5,5
Potencia (kW)	2,75	2,2	0,79	0,79	0,92	0,92

Tabla 16. Aislamiento térmico cámara frigorífica 8

Cámara 9:

Tipo pared	Techo	Suelo	Norte	Sur	Oeste	Este
hi (W/m <sup>2</sup> °C)	10	20	9	9	9	9
he (W/m <sup>2</sup> °C)	10	10	9	9	9	9
Teq (°C)	33,8	21,4	33,8	33,8	33,8	33,8
K (W/m <sup>2</sup> °C)	0,221	0,354	0,220	0,220	0,220	0,220
Superficie (m <sup>2</sup> )	332	332	144,2	144,2	109,7	109,7
(W/m <sup>2</sup> )	5,5	4,4	5,5	5,5	5,5	5,5
Potencia (kW)	1,85	1,46	0,79	0,79	0,6	0,6

Tabla 17. Aislamiento térmico cámara frigorífica 9

Cámara 10:

Tipo pared	Techo	Suelo	Norte	Sur	Oeste	Este
hi (W/m <sup>2</sup> °C)	10	20	9	9	9	9
he (W/m <sup>2</sup> °C)	10	10	9	9	9	9
Teq (°C)	33,8	27,4	33,8	33,8	33,8	33,8
K (W/m <sup>2</sup> °C)	0,221	0,354	0,220	0,220	0,220	0,220
Superficie (m <sup>2</sup> )	469	469	204,9	204,9	109	109
(W/m <sup>2</sup> )	2,8	2,3	2,8	2,8	2,8	2,8
Potencia (kW)	1,31	1,08	0,57	0,57	0,31	0,31

Tabla 18. Aislamiento térmico cámara frigorífica 10

## 2.4 CÁLCULOS DE CARGA DE REFRIGERACIÓN

Para el cálculo de las cargas de refrigeración utilizaremos el programa *Frio\_v2\_1\_1.exe* creado por el Departamento de Termodinámica Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia.

Iremos paso por paso añadiendo datos del proyecto, del producto, del diseño de las cámaras y de otras cargas.

### 1. Proyecto

#### 1.1 Datos generales:

- Empresa: **La Turisana Coop.**
- Título: **Cámara** (en cada caso el número de la cámara)
- Autor: **Álvaro García García**

#### 1.2 Condiciones exteriores:

- Localidad: **Valencia (Manises) (8414A)** (en nuestro caso la Cooperativa se encuentra en Turís pero en el programa *Friov2\_1\_1.exe* la localidad más cercana es Manises, elegimos Manises por sus mismas características climatológicas.
- $T_{s, ext, max}$ : **33,8 °C**
- $\phi$ : **31%**
- $T_{h, ext}$ : **21,0 °C**
- Temp. Terreno: **24,3 °C**
- Nivel percentil actual: **0,4 %**

#### 1.3 Datos globales:

- Tipo de instalación: **Cámara de conservación** (en nuestro caso)
- Horas diarias de funcionamiento del equipo: **20 horas**
- Coef. de mayoración/seguridad: **10%**

## 2. Productos

### 2.1 Características físicas del producto:

- Denominación: **Naranja** (en nuestro caso)
- Densidad de almacenamiento: **140 kg/m<sup>3</sup>** (densidad de la naranja)
- Temperatura de congelación: **-2,2 °C** (congelación de la naranja)
- Temperatura recomendable: **1 °C**
- Humedad relativa recomendada: **90 %**

### 2.2 Condiciones interiores de la cámara:

- Temperatura y humedad función del producto: **SI**
- Temperatura interior y la humedad relativa para cada cámara: **Tabla 9. Condiciones interiores**

### 2.3 Calores específicos (de la naranja):

- Cp antes de congelar: **3,81 kJ/kg\*°C**
- Contar carga respiración: **SI**
- Carga respiración a 25 °C: **9,21 kJ/kg día**
- Carga respiración a 0 °C: **0,84 kJ/kg día**

### 2.4 Características del producto en la cámara:

- Temperatura de entrada: **10 °C** (la naranja se corta en invierno)
- Tiempo de régimen: **10 horas**
- Capacidad cámara: **Tabla 7. Capacidad (kg) y densidad (kg/m<sup>3</sup>)**
- Porcentaje entrada diario: **10%**
- Embalaje y palet (en caso de existir, su peso será del 5% con un calor específico de 2,72 kJ/kg\*°C): **Tabla 8. Tipo de almacenaje**

## 2.5 Potencias térmicas/producto:

- Enfriamiento producto:

$$Q_E = m * c_p * \Delta T / (24 * 3600)$$

El calor específico antes de congelar será  $c_p=0,91$  kJ/kg°C

Nº Cámara	Potencias enfriamiento (kW)	Nº Cámara	Potencias enfriamiento (kW)
Cámara 1	16,67	Cámara 6	18,52
Cámara 2	4,76	Cámara 7	3,81
Cámara 3	7,14	Cámara 8	5,29
Cámara 4	7,14	Cámara 9	4,23
Cámara 5	7,14	Cámara 10	0

Tabla 19. Enfriamiento del producto

- Respiración:

$$Q_R = m * c_p * \Delta T * / (24 * 3600)$$

El calor específico medio de respiración será  $c_p=1,68$  kJ/kg°C

Nº Cámara	Potencias respiración (kW)	Nº Cámara	Potencias respiración (kW)
Cámara 1	2,99	Cámara 6	6,01
Cámara 2	0,85	Cámara 7	0,68
Cámara 3	1,28	Cámara 8	22,49
Cámara 4	1,28	Cámara 9	17,99
Cámara 5	1,28	Cámara 10	43,42

Tabla 20. Respiración del producto

- Enfriamiento embalaje:

$$Q_{embalaje} = m * \alpha * c_p * \Delta T * / (24 * 3600)$$

El calor específico será  $c_p=2,72$  kJ/kg°C

$\alpha$  = tanto por ciento en masa respecto al producto.

Nº Cámara	Potencias enfriamiento embalaje (kW)	Nº Cámara	Potencias enfriamiento embalaje (kW)
Cámara 1	0	Cámara 6	0
Cámara 2	0,17	Cámara 7	0,14
Cámara 3	0,26	Cámara 8	0
Cámara 4	0,26	Cámara 9	0
Cámara 5	0,26	Cámara 10	0

Tabla 21. Enfriamiento embalaje

- Enfriamiento palets:

$$Q_{palets} = m * \alpha * c_p * \Delta T * / (24 * 3600)$$

El calor específico será  $c_p=2,72$  kJ/kg°C

$\alpha$  = tanto por ciento en masa respecto al producto.

Nº Cámara	Potencias enfriamiento palets (kW)	Nº Cámara	Potencias enfriamiento palets (kW)
Cámara 1	0	Cámara 6	0,66
Cámara 2	0,17	Cámara 7	0,14
Cámara 3	0,26	Cámara 8	0,19
Cámara 4	0,26	Cámara 9	0,15
Cámara 5	0,26	Cámara 10	0

Tabla 22. Enfriamiento palets

- Total:

Es la suma de la potencia del enfriamiento del producto, de la potencia de la respiración del producto, de la potencia del enfriamiento del embalaje y la potencia del enfriamiento de los palets.

Nº Cámara	Potencias totales (kW)	Nº Cámara	Potencias totales (kW)
Cámara 1	16,67	Cámara 6	25,19
Cámara 2	5,95	Cámara 7	4,77
Cámara 3	8,94	Cámara 8	27,97
Cámara 4	8,94	Cámara 9	22,37
Cámara 5	8,94	Cámara 10	43,42

Tabla 23. Total potencias térmicas/producto

### 3. Otras cargas

#### 3.1 Renovación de aire:

- Condiciones de trabajo: **NORMAL**
- Volumen aire renovado:

Nº Cámara	Nº Renovaciones / día sugeridas	Volumen aire renovado (m <sup>3</sup> /h)
Cámara 1	2,55	98,04
Cámara 2	3,85	75,85
Cámara 3	3,81	76,21
Cámara 4	3,14	86,09
Cámara 5	3,15	86,34
Cámara 6	1,96	117,84
Cámara 7	3,55	79,88
Cámara 8	1,28	183,81
Cámara 9	1,53	146,17
Cámara 10	1,39	176,74

Tabla 24. Volumen aire renovado

- Aire renovación:
  - **T: 33,8 °C**
  - **φ= 31 %**
- Potencia térmica perdida:

Nº Cámara	Potencia térmica perdida (kW)
Cámara 1	1,63
Cámara 2	1,26
Cámara 3	1,26
Cámara 4	1,43
Cámara 5	1,43
Cámara 6	1,82
Cámara 7	1,32
Cámara 8	2,07
Cámara 9	1,65
Cámara 10	0,19

Tabla 25. Potencia térmica perdida aire renovación

### 3.2 Otras cargas:

- Potencia térmica personas:

Nº Cámara	Nº Personas	Potencia térmica personas (kW)
Cámara 1	1	0,27
Cámara 2	1	0,27
Cámara 3	1	0,27
Cámara 4	1	0,27
Cámara 5	1	0,27
Cámara 6	1	0,25
Cámara 7	1	0,27
Cámara 8	2	0,44
Cámara 9	2	0,44
Cámara 10	2	0,29

Tabla 26. Potencia térmica personas

- Potencia térmica iluminación:

La iluminación son 8 W/m<sup>2</sup>. Por lo tanto:

Nº Cámara	Potencia térmica iluminación (kW)
Cámara 1	1,14
Cámara 2	0,58
Cámara 3	0,59
Cámara 4	0,79
Cámara 5	0,79
Cámara 6	1,76
Cámara 7	0,80
Cámara 8	4,00
Cámara 9	2,66
Cámara 10	3,75

Tabla 27. Potencia térmica iluminación

- Máquinas/motores:

Las máquinas elevadoras son unas carretillas contrapesadas de 4 ruedas de la marca Crown serie SC6000 con un motor de tracción de 2x5,5 kW con un régimen de 60 min y un motor de elevación 11,2 kW el 15% del tiempo.

Por lo tanto, la suma de los motores es 22,2 kW.

- Potencia térmica total:

La potencia total es la suma de la potencia térmica personas, la potencia térmica iluminación y las máquinas / motores.

Nº Cámara	Potencia térmica personas (kW)	Potencia térmica iluminación (kW)	Máquinas / Motores (kW)	Total (kW)
Cámara 1	0,27	1,14	22,2	23,60
Cámara 2	0,27	0,58	22,2	23,05
Cámara 3	0,27	0,59	22,2	23,06
Cámara 4	0,27	0,79	22,2	23,30
Cámara 5	0,27	0,79	22,2	23,26
Cámara 6	0,25	1,76	22,2	24,21
Cámara 7	0,27	0,80	22,2	23,27
Cámara 8	0,44	4,00	44,4	48,84
Cámara 9	0,44	2,66	44,4	47,50
Cámara 10	0,29	3,75	44,4	48,44

Tabla 28. Potencia térmica total

### 3.3 Ventiladores:

- Potencia disipada: **NO**
- % del total: **6%**
- Potencia térmica perdida:

Nº Cámara	Potencia térmica perdida (kW)
Cámara 1	2,94
Cámara 2	1,97
Cámara 3	2,15
Cámara 4	2,21
Cámara 5	2,21
Cámara 6	3,39
Cámara 7	1,93
Cámara 8	5,23
Cámara 9	4,65
Cámara 10	5,77

Tabla 29. Potencia térmica perdida ventiladores

#### 4. Resultados

##### 4.1 Carga productos:

Nº Cámara	Enfriamiento productos (kW)	Respiración del producto (kW)
Cámara 1	16,67	2,99
Cámara 2	4,76	0,85
Cámara 3	7,14	1,28
Cámara 4	7,14	1,28
Cámara 5	7,14	1,28
Cámara 6	18,52	6,01
Cámara 7	3,81	0,68
Cámara 8	5,29	22,49
Cámara 9	4,23	17,99
Cámara 10	0	43,42

Tabla 30. *Enfriamiento y respiración productos*

Nº Cámara	Enfriamiento embalajes (kW)	Enfriamiento palets (kW)
Cámara 1	0	0
Cámara 2	0,17	0,17
Cámara 3	0,26	0,26
Cámara 4	0,26	0,26
Cámara 5	0,26	0,26
Cámara 6	0	0,66
Cámara 7	0,14	0,14
Cámara 8	0	0,19
Cámara 9	0	0,15
Cámara 10	0	0

Tabla 31. *Enfriamiento embalajes y palets*

Nº Cámara	Total productos (kW)
Cámara 1	19,70
Cámara 2	5,95
Cámara 3	8,94
Cámara 4	8,94
Cámara 5	8,94
Cámara 6	25,19
Cámara 7	4,77
Cámara 8	27,97
Cámara 9	22,37
Cámara 10	43,42

Tabla 32. *Carga total productos*

#### 4.2 Cargas propias de la instalación:

Nº Cámara	Perdidas por las paredes, techo y suelo de la cámara (kW)	Perdidas debidas a ventiladores (kW)	Perdidas debidas a renovación de aire (kW)
Cámara 1	4,14	2,98	1,63
Cámara 2	2,55	1,97	1,26
Cámara 3	2,58	2,15	1,26
Cámara 4	3,19	2,21	1,43
Cámara 5	3,19	2,21	1,43
Cámara 6	5,35	3,39	1,82
Cámara 7	2,86	1,93	1,32
Cámara 8	8,35	5,23	2,07
Cámara 9	6,11	4,65	1,65
Cámara 10	4,15	5,77	0,19

Tabla 33. Pérdidas varias (1)

Nº Cámara	Perdidas debidas a la iluminación (kW)	Perdidas debidas a personal (kW)	Perdidas debidas a otros motores (kW)
Cámara 1	1,14	0,27	22,2
Cámara 2	0,58	0,27	22,2
Cámara 3	0,59	0,27	22,2
Cámara 4	0,79	0,27	22,2
Cámara 5	0,79	0,27	22,2
Cámara 6	1,76	0,25	22,2
Cámara 7	0,80	0,27	22,2
Cámara 8	4,00	0,44	44,4
Cámara 9	2,66	0,44	44,4
Cámara 10	3,75	0,29	44,4

Tabla 34. Pérdidas varias (2)

Nº Cámara	Total cargas propias (kW)
Cámara 1	32,30
Cámara 2	28,83
Cámara 3	29,05
Cámara 4	30,09
Cámara 5	30,09
Cámara 6	34,77
Cámara 7	29,38
Cámara 8	64,49
Cámara 9	59,91
Cámara 10	58,55

Tabla 35. Total cargas propias por pérdidas

#### 4.3 Carga total:

Nº Cámara	Carga total de la cámara (kW)	Carga total mayorada (coef. Seguridad = 10%) (kW)
Cámara 1	52,0	57,2
Cámara 2	34,8	38,3
Cámara 3	38,0	41,8
Cámara 4	39,0	42,9
Cámara 5	39,0	42,9
Cámara 6	60,0	66,0
Cámara 7	34,1	37,6
Cámara 8	92,5	101,7
Cámara 9	82,3	90,5
Cámara 10	102,0	112,2

Tabla 36. Cargas totales

Nº Cámara	Potencia frigorífica de la cámara a instalar. Funcionando 20 horas al día (kW)	Potencia frigorífica total por m <sup>3</sup> (kW)
Cámara 1	68,6	74,3
Cámara 2	45,9	97,1
Cámara 3	50,1	104,5
Cámara 4	51,5	78,3
Cámara 5	51,5	78,3
Cámara 6	79,1	54,8
Cámara 7	45,1	83,5
Cámara 8	122,0	35,4
Cámara 9	108,6	47,4
Cámara 10	134,6	41,6

Tabla 37. Potencias frigoríficas

## 2.5 CÁLCULOS DE EVAPORADORES, CONDENSADORES Y ELEMENTOS VARIOS QUE INTERVIENEN EN LA INSTALACIÓN

### 1. Cálculo de la capacidad nominal para los evaporadores:

Para el cálculo de la Capacidad Nominal del evaporador ( $Q_n$ ) partimos de la Capacidad del Evaporador en condiciones dadas ( $Q_{ev}$ ), calculada con el programa *Frio\_v2\_1\_1.exe*.

El cálculo de la Capacidad Nominal ( $Q_n$ ) lo realizaremos con el catálogo general de FRIMETAL, S.A., de donde extraemos este proceso:

#### *-Cálculo de la capacidad frigorífica*

##### *Nomenclatura utilizada:*

- **T<sub>c</sub>**: Temperatura del aire en la cámara a la entrada del evaporador °C.
- **T<sub>e</sub>**: Temperatura de evaporación °C.
- **Δt<sub>1</sub>**: Salto térmico ( $T_c - T_e$ ).
- **H.R.**: Humedad relativa de la cámara.
- **Q<sub>ev</sub>**: Capacidad del evaporador en las condiciones dadas.
- **Q<sub>n</sub>**: Capacidad Nominal del evaporador.

En los catálogos se especifica siempre la Capacidad Nominal y las Capacidades de Aplicación más habituales en cada caso.

##### *Capacidad Nominal ( $T_c = 0^\circ\text{C}$ $\Delta t_1 = 8\text{K}$ ):*

Es la capacidad con refrigerante R-404A (o amoníaco bombeado en los modelos **GNH** y **TNH**) según la norma ENV 328 condición 2 incrementada en un 25% correspondiente a unas condiciones de humedad de la cámara normales (80-90%).

##### *Capacidad de Aplicación:*

Es la capacidad del evaporador para distintas temperaturas de cámara correspondientes a las aplicaciones más habituales de cada serie.

Para condiciones diferentes de las de aplicación, utilizar el método general explicado a continuación.

**-Selección de un evaporador:**

**El salto térmico  $\Delta t_1$**

El salto térmico  $\Delta t_1 = T_c - T_e$  es la diferencia entre la temperatura del aire en la cámara a la entrada del evaporador  $T_c$  y la temperatura de evaporación  $T_e$  y hay que determinarlo previamente a la selección del evaporador. Cuanto menor sea el salto térmico seleccionado, el evaporador obtenido será de mayor tamaño.

El salto térmico depende de varios factores como la temperatura de la cámara, el tipo de género a enfriar, la humedad relativa, etc. En general, cuanto menor sea la temperatura de la cámara, menor deberá ser el salto térmico seleccionado. Por otra parte, a mayor salto térmico le corresponde menor humedad relativa **HR** en la cámara y la relación entre ambos parámetros evoluciona aproximadamente según el diagrama **GR1**.

**GR-1**

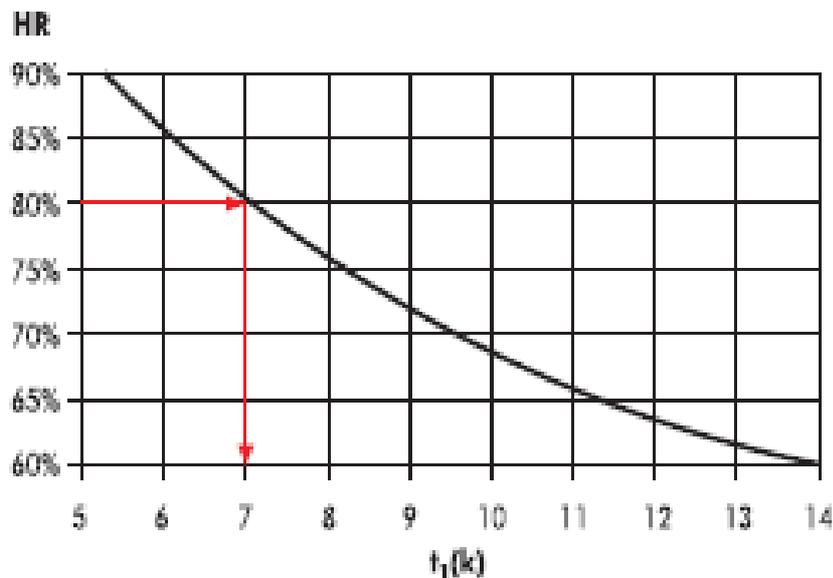


Figura 2. Gráfica GR-1. Fuente: Catálogo general 2015 - Frimet

## Los factores $F_c$ y $F_r$

Una vez fijado el salto térmico  $\Delta t_1$ , y sabiendo la temperatura de la cámara  $T_c$ , se obtiene la temperatura de evaporación  $T_e$ , según la relación explicada anteriormente.

Con estos datos, entrando en el diagrama **GR2** se tiene el factor de corrección  $F_c$ .

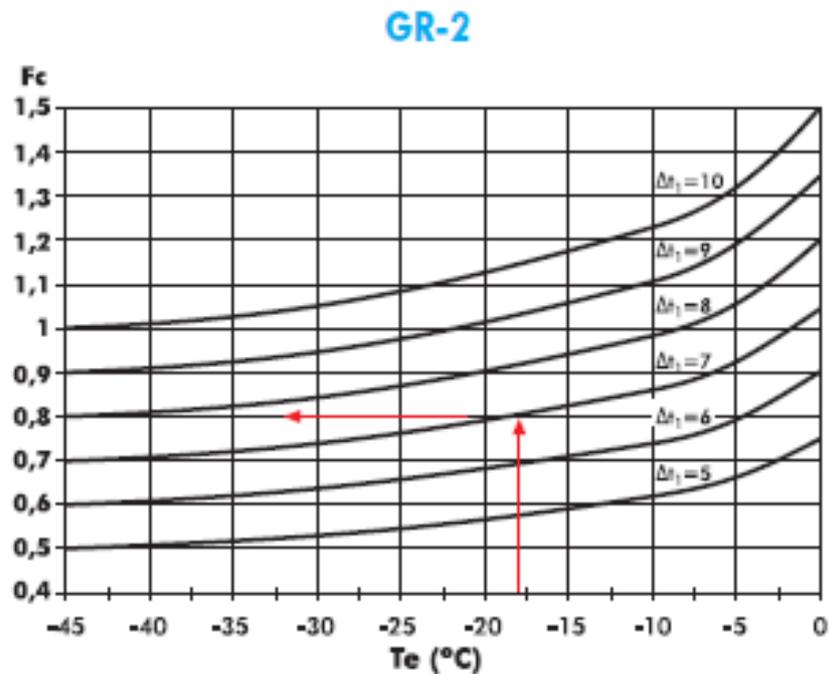


Figura 3. Gráfica GR-2. Catálogo general 2015 - Frimetel

Conociendo el refrigerante a utilizar, se obtiene el factor  $F_r$  según el cuadro siguiente.

FACTOR DEL REFRIGERANTE - REFRIGERANT FACTOR		
R -404 A = 1	R-22 = 0,95	R-134a = 0,90

Figura 4. Factor del refrigerante. Catálogo general 2015 - Frimetel

## Cálculo de la Capacidad Nominal $Q_n$

Si la capacidad frigorífica del evaporador en las condiciones dadas de trabajo es  $Q_{ev}$ , la capacidad Nominal del evaporador  $Q_n$  será la siguiente:

$$Q_n = \frac{Q_{ev}}{F_c * F_r}$$

Entrando en la tabla de datos del evaporador de la gama elegida, se selecciona el modelo que tenga la Capacidad Nominal que más se aproxime por arriba a  $Q_n$ .

### Cámara 1:

#### 1. Factores de corrección:

$$\begin{aligned} Q_{ev} &= 68,6 \text{ kW} && \text{Tabla GR- 1} && T_c &= 1^\circ\text{C} && \text{Tabla GR- 2} \\ T_c &= 1^\circ\text{C} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow F_c = 0,72 \\ HR &= 90\% && && T_e &= T_c - \Delta t_1 \\ R - 404A &\rightarrow F_r = 1 && && T_e &= 1 - 5,5 = -4,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

#### 2. Capacidad nominal:

$$Q_n = \frac{Q_{ev}}{F_c \times F_r} = \frac{68,6}{0,72 \times 1} = \mathbf{95, 28 \text{ kW}}$$

#### 3. Selección de catálogo:

$$\text{Serie GRM 5500} \rightarrow \mathbf{P = 104, 160 \text{ kW}}$$

### Cámara 2:

#### 1. Factores de corrección:

$$\begin{aligned} Q_{ev} &= 45,9 \text{ kW} && \text{Tabla GR- 1} && T_c &= 1^\circ\text{C} && \text{Tabla GR- 2} \\ T_c &= 1^\circ\text{C} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow F_c = 0,72 \\ HR &= 90\% && && T_e &= T_c - \Delta t_1 \\ R - 404A &\rightarrow F_r = 1 && && T_e &= 1 - 5,5 = -4,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

#### 2. Capacidad nominal:

$$Q_n = \frac{Q_{ev}}{F_c \times F_r} = \frac{45,9}{0,72 \times 1} = \mathbf{63, 750 \text{ kW}}$$

#### 3. Selección de catálogo:

$$\text{Serie GRM 6900} \rightarrow \mathbf{P = 67, 220 \text{ kW}}$$

### Cámara 3:

#### 1. Factores de corrección:

$$\begin{aligned} Q_{ev} &= 50,1 \text{ kW} && \text{Tabla GR- 1} && T_c &= 1^\circ\text{C} && \text{Tabla GR- 2} \\ T_c &= 1^\circ\text{C} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow F_c = 0,72 \\ HR &= 90\% && && T_e &= T_c - \Delta t_1 \\ R - 404\text{A} &\rightarrow F_r = 1 && && T_e &= 1 - 5,5 = -4,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

#### 2. Capacidad nominal:

$$Q_n = \frac{Q_{ev}}{F_c \times F_r} = \frac{50,1}{0,72 \times 1} = \mathbf{69,583 \text{ kW}}$$

#### 3. Selección de catálogo:

$$\text{Serie GRB 3850} \rightarrow \mathbf{P = 72,450 \text{ kW}}$$

### Cámara 4:

#### 1. Factores de corrección:

$$\begin{aligned} Q_{ev} &= 51,5 \text{ kW} && \text{Tabla GR- 1} && T_c &= 1^\circ\text{C} && \text{Tabla GR- 2} \\ T_c &= 1^\circ\text{C} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow F_c = 0,72 \\ HR &= 90\% && && T_e &= T_c - \Delta t_1 \\ R - 404\text{A} &\rightarrow F_r = 1 && && T_e &= 1 - 5,5 = -4,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

#### 2. Capacidad nominal:

$$Q_n = \frac{Q_{ev}}{F_c \times F_r} = \frac{51,5}{0,72 \times 1} = \mathbf{71,527 \text{ kW}}$$

#### 3. Selección de catálogo:

$$\text{Serie GRB 3850} \rightarrow \mathbf{P = 72,450 \text{ kW}}$$

### Cámara 5:

#### 1. Factores de corrección:

$$\begin{aligned} Q_{ev} &= 51,5 \text{ kW} && \text{Tabla GR- 1} && T_c &= 1^\circ\text{C} && \text{Tabla GR- 2} \\ T_c &= 1^\circ\text{C} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow F_c = 0,72 \\ HR &= 90\% && && T_e &= T_c - \Delta t_1 \\ R - 404A &\rightarrow F_r = 1 && && T_e &= 1 - 5,5 = -4,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

#### 2. Capacidad nominal:

$$Q_n = \frac{Q_{ev}}{F_c \times F_r} = \frac{51,5}{0,72 \times 1} = \mathbf{71, 527 \text{ kW}}$$

#### 3. Selección de catálogo:

$$\text{Serie GRB 3850} \rightarrow \mathbf{P = 72, 450 \text{ kW}}$$

### Cámara 6:

#### 1. Factores de corrección:

$$\begin{aligned} Q_{ev} &= 79,1 \text{ kW} && \text{Tabla GR- 1} && T_c &= 1^\circ\text{C} && \text{Tabla GR- 2} \\ T_c &= 3^\circ\text{C} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow F_c = 0,75 \\ HR &= 90\% && && T_e &= T_c - \Delta t_1 \\ R - 404A &\rightarrow F_r = 1 && && T_e &= 1 - 5,5 = -2,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

#### 2. Capacidad nominal:

$$Q_n = \frac{Q_{ev}}{F_c \times F_r} = \frac{79,1}{0,75 \times 1} = \mathbf{105, 466 \text{ kW}}$$

#### 3. Selección de catálogo:

$$\text{Serie GRM 6300} \rightarrow \mathbf{P = 112, 035 \text{ kW}}$$

### Cámara 7:

#### 1. Factores de corrección:

$$\begin{aligned} Q_{ev} &= 45,1 \text{ kW} && \text{Tabla GR- 1} && T_c &= 1^\circ\text{C} && \text{Tabla GR- 2} \\ T_c &= 1^\circ\text{C} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow F_c = 0,72 \\ HR &= 90\% && && T_e &= T_c - \Delta t_1 \\ R - 404A &\rightarrow F_r = 1 && && T_e &= 1 - 5,5 = -4,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

#### 2. Capacidad nominal:

$$Q_n = \frac{Q_{ev}}{F_c \times F_r} = \frac{45,1}{0,72 \times 1} = \mathbf{62,638 \text{ kW}}$$

#### 3. Selección de catálogo:

$$\text{Serie GRM 3900} \rightarrow \mathbf{P = 67,220 \text{ kW}}$$

### Cámara 8:

#### 1. Factores de corrección:

$$\begin{aligned} Q_{ev} &= 122,0 \text{ kW} && \text{Tabla GR- 1} && T_c &= 9^\circ\text{C} && \text{Tabla GR- 2} \\ T_c &= 9^\circ\text{C} && \rightarrow \Delta t_1 = 5\text{K} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow F_c = 0,67 \\ HR &= 95\% && && T_e &= T_c - \Delta t_1 \\ R - 404A &\rightarrow F_r = 1 && && T_e &= 9 - 5 = 4^\circ\text{C} \end{aligned}$$

#### 2. Capacidad nominal:

$$Q_n = \frac{Q_{ev}}{F_c \times F_r} = \frac{122,0}{0,67 \times 1} = \mathbf{182,090 \text{ kW}}$$

#### 3. Selección de catálogo:

$$\text{Serie GRM 4900} \rightarrow \mathbf{P = 89,630 \text{ kW}}$$

$$\text{Serie GRB 5200} \rightarrow \mathbf{P = 96,600 \text{ kW}}$$

$$\mathbf{\text{Total} = 186,230 \text{ kW}}$$

### Cámara 9:

#### 1. Factores de corrección:

$$\begin{aligned} Q_{ev} &= 108,6 \text{ kW} && \text{Tabla GR- 1} && T_c = 9^\circ\text{C} && \text{Tabla GR- 2} \\ T_c &= 9^\circ\text{C} && \rightarrow \Delta t_1 = 5\text{K} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow F_c = 0,67 \\ \text{HR} &= 95\% && && T_e = T_c - \Delta t_1 && \\ R - 404\text{A} &\rightarrow F_r = 1 && && T_e = 9 - 5 = 4^\circ\text{C} && \end{aligned}$$

#### 2. Capacidad nominal:

$$Q_n = \frac{Q_{ev}}{F_c \times F_r} = \frac{108,6}{0,67 \times 1} = \mathbf{162,090 \text{ kW}}$$

#### 3. Selección de catálogo:

$$\begin{aligned} \text{Serie GRM 2600} &\rightarrow P = \mathbf{52,080 \text{ kW}} \\ \text{Serie GRB 6300} &\rightarrow P = \mathbf{112,035 \text{ kW}} \end{aligned}$$

$$\mathbf{\text{Total} = 164,115 \text{ kW}}$$

### Cámara 10:

#### 1. Factores de corrección:

$$\begin{aligned} Q_{ev} &= 134,6\text{kW} && \text{Tabla GR- 1} && T_c = 20^\circ\text{C} && \text{Tabla GR- 2} \\ T_c &= 20^\circ\text{C} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow \Delta t_1 = 5,5\text{K} && \rightarrow F_c = 0,84 \\ \text{HR} &= 90\% && && T_e = T_c - \Delta t_1 && \\ R - 404\text{A} &\rightarrow F_r = 1 && && T_e = 20 - 5,5 = 14,5^\circ\text{C} && \end{aligned}$$

#### 2. Capacidad nominal:

$$Q_n = \frac{Q_{ev}}{F_c \times F_r} = \frac{134,6}{0,84 \times 1} = \mathbf{160,24 \text{ kW}}$$

#### 3. Selección de catálogo:

$$\begin{aligned} 4 \times \text{Serie PIA-N 160} &\rightarrow P = 4 \times \mathbf{31,500 \text{ kW}} = \mathbf{124,200 \text{ kW}} \\ 1 \times \text{Serie PIA-N 220} &\rightarrow P = \mathbf{38,550 \text{ kW}} \end{aligned}$$

$$\mathbf{\text{Total} = 162,750 \text{ kW}}$$

## 2. Cálculo de la capacidad nominal para los condensadores:

Para el cálculo de la Capacidad Nominal del condensador ( $Q_n$ ) partimos de la Capacidad Frigorífica de la instalación en condiciones dadas ( $Q_f$ ), calculada con el programa *Frio\_v2\_1\_1.exe*.

El cálculo de la Capacidad Nominal ( $Q_n$ ) lo realizaremos con el catálogo general de FRIMETAL, S.A., de donde extraemos este proceso:

### *-Cálculo de la capacidad*

#### **Nomenclatura utilizada:**

- **Qn:** Capacidad Nominal del condensador.
- **Qf:** Capacidad frigorífica de la instalación.
- **Tev:** Temperatura de evaporación °C.
- **Tc:** Temperatura de condensación °C.
- **Tam:** Temperatura del aire en el ambiente °C.
- **$\Delta t$ :** Salto térmico (Tc-Tam).
- **Fc:** Factor calor de compresión.
- **Fr:** Factor del refrigerante.
- **Fa:** Factor de altitud.

En los catálogos se especifica la Capacidad Nominal y Capacidades de Aplicación para dos tipos de ambientes climatológicos.

#### **Capacidad Nominal (Tc=40°C $\Delta t$ =15K)**

Es la capacidad del condensador según las condiciones de la norma ENV 327 con un salto térmico  $\Delta t = 15 \text{ K}$ .

#### **Capacidad de Aplicación**

Es la capacidad del condensador para condiciones ambientales estándar. En los catálogos se da la capacidad de aplicación para zonas frías o templadas (salto térmico  $\Delta t = 10 \text{ K}$ ) y para zonas cálidas (salto térmico  $\Delta t = 7 \text{ K}$ ).

Para otras condiciones ambientales o si se parte de la capacidad frigorífica y se quiere seleccionar un condensador, seguir lo explicado a continuación.

### Selección de un condensador

A partir de las temperaturas de evaporación  $T_{ev}$  y de condensación  $T_c$ , entrando en el gráfico siguiente se calcula el Factor del calor de compresión  $F_c$ .

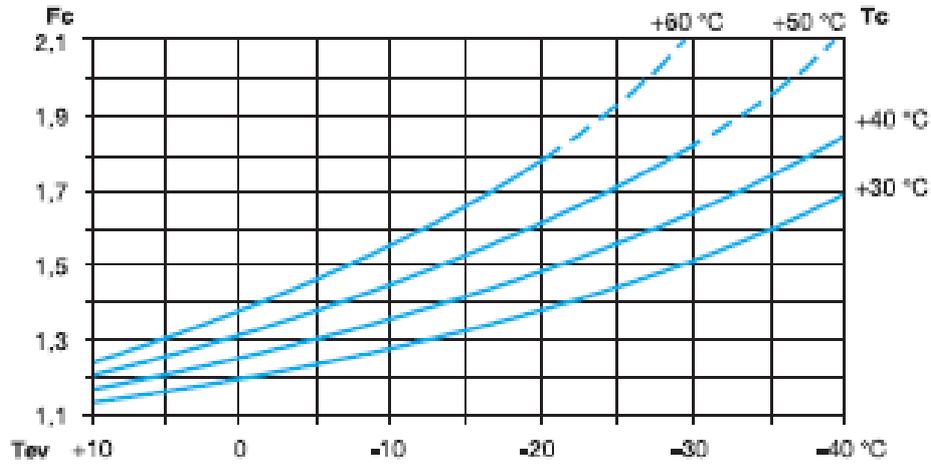


Figura 5. Factor del calor de compresión ( $F_c$ ). Catálogo general 2015 - Frimetel

Sabiendo el refrigerante utilizado y la altitud del lugar donde irá ubicado el condensador, se obtienen los factores  $F_r$  y  $F_a$  según los cuadros siguientes:

Altitud - Altitude m.	0	400	800	1200	1600	2000	2400
$F_a$	1	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16	1,20

Figura 6. Factor de altitud. Catálogo general 2015 – Frimetel

Refrigerante - Refrigerant	R-404A	R-22	R-134a
$F_r$	1	1,04	1,07

Figura 7. Factor de refrigerante Catálogo general 2015 - Frimetel

El salto térmico  $\Delta t_1 = T_{\text{cond}} - T_{\text{amb}}$  debe calcularse teniendo en cuenta las máximas temperaturas ambientales del periodo estival al determinar el valor de **Tamb**.

Dada la limitación de las temperaturas de condensación de los refrigerantes actuales como el R-404A o el R-507 debido a su elevada presión, es necesario utilizar saltos térmicos bajos para seleccionar un condensador que no se quede corto en el periodo estival. Se aconseja utilizar entre 7 y 10K de salto para ambientes que varí- en de muy cálidos a templados respectivamente.

Con los datos anteriores y sabiendo la capacidad frigorífica **Qf** de la instalación, se calcula la Capacidad Nominal del condensador **Qn** mediante la siguiente fórmula:

$$Q_n = Q_f \times \frac{15}{\Delta t} \times F_c \times F_r \times F_a$$

Entrando en la tabla de datos del condensador de la gama elegida, se selecciona el modelo que tenga la Capacidad Nominal que más se aproxime por arriba a **Qn** y que cumpla con las condiciones requeridas de nivel sonoro y consumo eléctrico.

### Cámara 1:

#### 1. Factores de corrección:

$$Q_f = 97,96 \text{ kW}$$

$$T_{\text{ev}} = -4,5^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{ev}}, T_{\text{cond}} \rightarrow F_c = 1,35$$

$$T_{\text{cond}} = 48,8^\circ\text{C}$$

→

$$\text{R404A} \rightarrow F_r = 1$$

$$\Delta t = T_{\text{cond}} - T_{\text{amb}} = 48,8 - 10 = 38,8\text{K}$$

$$10 \text{ m} \rightarrow F_a = 1$$

Refrigerante R-404A

Altitud = 10 m

#### 2. Capacidad nominal:

$$Q_n = Q_f \times \frac{15}{\Delta t} \times F_c \times F_r \times F_a = 97,96 \times \frac{15}{38,8} \times 1,35 \times 1 \times 1 = \mathbf{51,13 \text{ kW}}$$

#### 3. Selección de catálogo:

**Serie CBS 51** → **P = 62,5 kW**

### Cámara 2:

1. Factores de corrección:

$$Q_f = 65,55 \text{ kW}$$

$$T_{ev} = -4,5^\circ\text{C}$$

$$T_{ev}, T_{cond} \rightarrow F_c = 1,35$$

$$T_{cond} = 48,8^\circ\text{C}$$

→

$$\text{R404A} \rightarrow F_r = 1$$

$$\Delta_t = T_{cond} - T_{amb} = 48,8 - 10 = 38,8\text{K}$$

$$10 \text{ m} \rightarrow F_a = 1$$

Refrigerante R-404A

Altitud = 10 m

2. Capacidad nominal:

$$Q_n = Q_f \times \frac{15}{\Delta_t} \times F_c \times F_r \times F_a = 65,55 \times \frac{15}{38,8} \times 1,35 \times 1 \times 1 = \mathbf{34,21 \text{ kW}}$$

3. Selección de catálogo:

**Serie CBS 40 → P = 35,8 kW**

### Cámara 3:

1. Factores de corrección:

$$Q_f = 71,54 \text{ kW}$$

$$T_{ev} = -4,5^\circ\text{C}$$

$$T_{ev}, T_{cond} \rightarrow F_c = 1,35$$

$$T_{cond} = 48,8^\circ\text{C}$$

→

$$\text{R404A} \rightarrow F_r = 1$$

$$\Delta_t = T_{cond} - T_{amb} = 48,8 - 10 = 38,8\text{K}$$

$$10 \text{ m} \rightarrow F_a = 1$$

Refrigerante R-404A

Altitud = 10 m

2. Capacidad nominal:

$$Q_n = Q_f \times \frac{15}{\Delta_t} \times F_c \times F_r \times F_a = 71,54 \times \frac{15}{38,8} \times 1,35 \times 1 \times 1 = \mathbf{37,34 \text{ kW}}$$

3. Selección de catálogo:

**Serie CBS 43 → P = 39,4 kW**



#### Cámara 4:

1. Factores de corrección:

$$Q_f = 73,54 \text{ kW}$$

$$T_{ev} = -4,5^\circ\text{C}$$

$$T_{ev}, T_{cond} \rightarrow F_c = 1,35$$

$$T_{cond} = 48,8^\circ\text{C}$$

→

$$\text{R404A} \rightarrow F_r = 1$$

$$\Delta_t = T_{cond} - T_{amb} = 48,8 - 10 = 38,8\text{K}$$

$$10 \text{ m} \rightarrow F_a = 1$$

Refrigerante R-404A

Altitud = 10 m

2. Capacidad nominal:

$$Q_n = Q_f \times \frac{15}{\Delta_t} \times F_c \times F_r \times F_a = 73,54 \times \frac{15}{38,8} \times 1,35 \times 1 \times 1 = \mathbf{39,4 \text{ kW}}$$

3. Selección de catálogo:

**Serie CBS 43 → P = 39,4 kW**

#### Cámara 5:

1. Factores de corrección:

$$Q_f = 73,54 \text{ kW}$$

$$T_{ev} = -4,5^\circ\text{C}$$

$$T_{ev}, T_{cond} \rightarrow F_c = 1,35$$

$$T_{cond} = 48,8^\circ\text{C}$$

→

$$\text{R404A} \rightarrow F_r = 1$$

$$\Delta_t = T_{cond} - T_{amb} = 48,8 - 10 = 38,8\text{K}$$

$$10 \text{ m} \rightarrow F_a = 1$$

Refrigerante R-404A

Altitud = 10 m

2. Capacidad nominal:

$$Q_n = Q_f \times \frac{15}{\Delta_t} \times F_c \times F_r \times F_a = 73,54 \times \frac{15}{38,8} \times 1,35 \times 1 \times 1 = \mathbf{39,4 \text{ kW}}$$

3. Selección de catálogo:

**Serie CBS 43 → P = 39,4 kW**



### Cámara 6:

1. Factores de corrección:

$$Q_f = 111,57 \text{ kW}$$

$$T_{ev} = -2,5^\circ\text{C}$$

$$T_{ev}, T_{cond} \rightarrow F_c = 1,32$$

$$T_{cond} = 48,8^\circ\text{C}$$

→

$$\text{R404A} \rightarrow F_r = 1$$

$$\Delta_t = T_{cond} - T_{amb} = 48,8 - 10 = 38,8\text{K}$$

$$10 \text{ m} \rightarrow F_a = 1$$

Refrigerante R-404A

Altitud = 10 m

2. Capacidad nominal:

$$Q_n = Q_f \times \frac{15}{\Delta_t} \times F_c \times F_r \times F_a = 111,57 \times \frac{15}{38,8} \times 1,32 \times 1 \times 1 = \mathbf{58,23 \text{ kW}}$$

3. Selección de catálogo:

**Serie CBS 51 → P = 39,4 kW**

### Cámara 7:

1. Factores de corrección:

$$Q_f = 64,4 \text{ kW}$$

$$T_{ev} = -4,5^\circ\text{C}$$

$$T_{ev}, T_{cond} \rightarrow F_c = 1,35$$

$$T_{cond} = 48,8^\circ\text{C}$$

→

$$\text{R404A} \rightarrow F_r = 1$$

$$\Delta_t = T_{cond} - T_{amb} = 48,8 - 10 = 38,8\text{K}$$

$$10 \text{ m} \rightarrow F_a = 1$$

Refrigerante R-404A

Altitud = 10 m

2. Capacidad nominal:

$$Q_n = Q_f \times \frac{15}{\Delta_t} \times F_c \times F_r \times F_a = 64,4 \times \frac{15}{38,8} \times 1,35 \times 1 \times 1 = \mathbf{33,61 \text{ kW}}$$

3. Selección de catálogo:

**Serie CBS 40 → P = 35,8 kW**



### Cámara 8:

1. Factores de corrección:

$$Q_f = 165,21 \text{ kW}$$

$$T_{ev} = 4^\circ\text{C}$$

$$T_{ev}, T_{cond} \rightarrow F_c = 1,25$$

$$T_{cond} = 48,8^\circ\text{C}$$

→

$$\text{R404A} \rightarrow F_r = 1$$

$$\Delta_t = T_{cond} - T_{amb} = 48,8 - 10 = 38,8\text{K}$$

$$10 \text{ m} \rightarrow F_a = 1$$

Refrigerante R-404A

Altitud = 10 m

2. Capacidad nominal:

$$Q_n = Q_f \times \frac{15}{\Delta_t} \times F_c \times F_r \times F_a = 165,21 \times \frac{15}{38,8} \times 1,25 \times 1 \times 1 = \mathbf{79,83 \text{ kW}}$$

3. Selección de catálogo:

**Serie CBN 86 → P = 85,5 kW**

### Cámara 9:

1. Factores de corrección:

$$Q_f = 147,07 \text{ kW}$$

$$T_{ev} = 4^\circ\text{C}$$

$$T_{ev}, T_{cond} \rightarrow F_c = 1,25$$

$$T_{cond} = 48,8^\circ\text{C}$$

→

$$\text{R404A} \rightarrow F_r = 1$$

$$\Delta_t = T_{cond} - T_{amb} = 48,8 - 10 = 38,8\text{K}$$

$$10 \text{ m} \rightarrow F_a = 1$$

Refrigerante R-404A

Altitud = 10 m

2. Capacidad nominal:

$$Q_n = Q_f \times \frac{15}{\Delta_t} \times F_c \times F_r \times F_a = 147,07 \times \frac{15}{38,8} \times 1,25 \times 1 \times 1 = \mathbf{71,07 \text{ kW}}$$

3. Selección de catálogo:

**Serie CBN 76 → P = 76,2 kW**



### Cámara 10:

1. Factores de corrección:

$$Q_f = 171,74 \text{ kW}$$

$$T_{ev} = 14,5^\circ\text{C}$$

$$T_{ev}, T_{cond} \rightarrow F_c = 1,15$$

$$T_{cond} = 48,8^\circ\text{C}$$

→

$$\text{R404A} \rightarrow F_r = 1$$

$$\Delta_t = T_{cond} - T_{amb} = 48,8 - 10 = 38,8\text{K}$$

$$10 \text{ m} \rightarrow F_a = 1$$

Refrigerante R-404A

Altitud = 10 m

2. Capacidad nominal:

$$Q_n = Q_f \times \frac{15}{\Delta_t} \times F_c \times F_r \times F_a = 171,74 \times \frac{15}{38,8} \times 1,15 \times 1 \times 1 = 76,35 \text{ kW}$$

3. Selección de catálogo:

**Serie CBN 86 → P = 85,5 kW**

### 3. Cálculo de la capacidad nominal para los compresores:

La capacidad nominal ( $Q_n$ ) ya ha sido obtenida con el programa *Frio\_v2\_1\_1.exe*. Con el catálogo de [www.frigopack.com](http://www.frigopack.com) es donde hemos elegido los compresores. En nuestro caso los hemos elegido Semiherméticos Ecoline de la marca Bitzer.

Mejorados compresores de pistón semiherméticos y compactos universales y aptos para muchos refrigerantes. Vienen con motor refrigerado por gas de aspiración, platos de válvula de alta calidad, mecanismo de accionamiento antidesgaste y regulación de capacidad.

#### Cámara 1:

$$Q_n = 28,74 \text{ kW}$$

$$\text{Bitzer 6HE-35Y} \rightarrow \text{P} = 36 \text{ kW}$$

#### Cámara 2:

$$Q_n = 19,23 \text{ kW}$$

$$\text{Bitzer 6GE-30Y} \rightarrow \text{P} = 23 \text{ kW}$$

#### Cámara 3:

$$Q_n = 20,99 \text{ kW}$$

$$\text{Bitzer 6GE-30Y} \rightarrow \text{P} = 23 \text{ kW}$$

#### Cámara 4:

$$Q_n = 21,57 \text{ kW}$$

$$\text{Bitzer 6GE-30Y} \rightarrow \text{P} = 23 \text{ kW}$$

#### Cámara 5:

$$Q_n = 21,57 \text{ kW}$$

$$\text{Bitzer 6GE-30Y} \rightarrow \text{P} = 23 \text{ kW}$$

#### Cámara 6:

$$Q_n = 33,13 \text{ kW}$$

$$\text{Bitzer 6HE-35Y} \rightarrow \text{P} = 36 \text{ kW}$$

Cámara 7:

$$Q_n = 18,89 \text{ kW}$$

$$\text{Bitzer 6GE-30Y} \rightarrow \mathbf{P = 23 \text{ kW}}$$

Cámara 8:

$$Q_n = 51,10 \text{ kW}$$

$$\text{Bitzer 8FE-60Y} \rightarrow \mathbf{P = 63 \text{ kW}}$$

Cámara 9:

$$Q_n = 45,49 \text{ kW}$$

$$\text{Bitzer 8GE-50Y} \rightarrow \mathbf{P = 51 \text{ kW}}$$

Cámara 10:

$$Q_n = 56,38 \text{ kW}$$

$$\text{Bitzer 8FE-60Y} \rightarrow \mathbf{P = 63 \text{ kW}}$$



### **3. PLIEGO DE CONDICIONES**





### 3.1 CALIDAD DE MATERIALES

#### MATERIAL DE PRODUCCIÓN DE FRÍO

##### **Potencia frigorífica a instalar**

La potencia frigorífica efectiva a instalar, se indica para todos y cada uno de los circuitos de la instalación.

##### **Compresores**

El número de compresores a instalar será el indicado en el punto de la memoria “Características de los aparatos”.

Se exige que estén provisto de los siguientes dispositivos de control y de seguridad:

- Manómetros de alta, baja y en su caso, media presión.
- Porta-termómetros en la aspiración e impulsión de cada compresor.
- Válvulas automáticas de seguridad.
- Y dispositivos de regulación de la potencia.

##### **Dispositivos de protección**

Los compresores se pararán automáticamente cuando la elevada presión del fluido, del lado de la alta presión, rebase un límite de seguridad más allá del cual puede temerse la deformación, la rotura o la explosión de ciertos órganos.

Irán provistos con este fin, de los correspondientes dispositivos de seguridad.

## MATERIAL DE DISTRIBUCIÓN Y TRANSMISIÓN DE FRÍO

### **Refrigerante a utilizar para la producción de frío**

Sistema frigorífico, el fluido refrigerante a utilizar será el R-404A.

### **Sistemas de transmisión de frío**

Los sistemas de la transmisión de frío de las diferentes cámaras frigoríficas se indican en el plano correspondiente.

### **Necesidades de frío**

Las necesidades de frío de los diferentes circuitos y su cálculo están justificadas en este proyecto.

### **Evaporadores**

Los evaporadores estarán constituidos por elementos que permitan una circulación y una ebullición convenientes del fluido refrigerante.

### **Sistema de desescarche**

El sistema de desescarche de los evaporadores de la instalación será mediante baterías de calefacción. Como características principales deberá reunir las de ser rápido, completo y fácil de efectuar.

## ESPECIFICACIONES Y GARANTÍAS

Los ofertantes deberán precisar y garantizar las características de las máquinas y aparatos, indicados a continuación:

### **Características de los compresores:**

- Potencia de accionamiento.
- Número de unidades.
- Fabricante.
- Modelo.
- Tipo.
- Peso.
- Presión máxima.
- Número de cilindros x diámetro x carrera.

### **Características de los condensadores:**

- Capacidad nominal.
- Potencia eléctrica del ventilador.
- Número de unidades.
- Modelo.
- Tipo.
- Diámetro.
- Caudal.
- Cantidad y diámetro ventiladores.

### **Características de los evaporadores:**

- Potencia frigorífica.
- Potencia eléctrica del ventilador.
- Número de unidades.
- Fabricante.
- Paso de aletas.
- Diámetro.
- Caudal.

### **3.2 NORMAS DE EJECUCIÓN.**

#### **NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN, VERIFICACIÓN Y RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS**

##### **Ejecución de los trabajos**

Los materiales de toda clase empleados en la construcción de las máquinas y aparatos serán de buena calidad, y estarán exentos de defectos y que puedan comprometer la resistencia, la duración, la estanqueidad y el buen funcionamiento de dichas máquinas y aparatos. En particular, las piezas fundidas estarán exentas de poros.

El conjunto de las máquinas y aparatos deberá ser elegido e instalado de modo que asegure a la vez la economía, la regularidad, estabilidad y la seguridad de funcionamiento, evite los accidentes de toda clase y reduzca al mínimo los gastos de entretenimiento y las reparaciones.

Los desmontajes que haya que efectuar con frecuencia, no deberán necesitar la intervención de especialistas distintos de las operaciones de explotación.

Ninguna parte de los aparatos, cuales quiera que sean deberán ofrecer dificultad para su inspección, limpieza, engrase, desmontaje, sustitución y reparación de todas las piezas.

Todos los aparatos no pulidos, deberán ser cubiertos, después de su recepción en fábrica, de dos capas de minio, siendo entregados perfectamente secos y con todos sus orificios obturados, en la obra.

Los aparatos y tuberías de conexión que, con posterioridad a su instalación deban ser aislados, térmicamente serán montados de forma que se facilite dicha operación.

En la instalación se tomarán todas las medidas para suprimir los riesgos de fugas de fluido refrigerante, que puedan alterar los productos sometidos a tratamiento frigorífico.

Se reducirá al mínimo el número de empalmes que serán por brida atornillada en las conexiones de los diferentes aparatos.

### **3.3 PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

#### VERIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

##### **Verificación de la calidad**

Durante la ejecución de los trabajos, el contratista queda obligado a someterse a toda clase de verificaciones que soliciten por el director de obra y a estar presente en todas las operaciones tales como desmontaje, ensayos, etc. Todas estas operaciones serán de cuenta y del riesgo del mismo.

En el caso de que se hiciera evidente la necesidad de sustituir materiales, máquinas o aparatos, el contratista tendría que cargar con los gastos que esta operación llevará consigo.

##### **Puesta en marcha**

Una vez instalada la instalación, el conjunto será puesto en marcha por un jefe montador del contratista, que debe adiestrar al personal de explotación en aparatos y la comprobación de su buen funcionamiento y, en una palabra, en todas las operaciones que constituyen normas establecida por el contratista.

##### **Ensayos de funcionamiento**

Tras un periodo de funcionamiento suficiente para que la instalación esté a punto, se procederá a realizar ensayos a fin de verificar las garantías dadas por el contratista.

Durante los ensayos se harán todas las mediciones necesarias para determinar con toda precisión las condiciones reales de utilización, enumeración de todos los elementos exteriores que influyen en el balance frigorífico, temperatura media en el momento de su introducción.

Los tiempos de funcionamiento y el consumo a obtener en los ensayos, se determinarán a partir de estos elementos teniendo en cuenta la diferencia con las condiciones de temperatura y de carga correspondiente a las garantías del constructor.

Las instalaciones antes de los ensayos tendrán que funcionar todo el tiempo que sea necesario para la estructura y la albañilería del edificio adquieran la temperatura correspondiente a las condiciones normales de empleo.

Los ensayos han de durar el tiempo preciso y afectarán los puntos siguientes:

- Estanqueidad de los diferentes circuitos.
- Potencia frigorífica suministrada por los compresores.
- Energía absorbida por compresores.
- Rendimiento térmico de condensadores, control consumo de agua.

- Caudal y presión dados y potencias absorbidas por los ventiladores.
- Temperaturas del fluido refrigerante a la entrada y la salida de los frigoríficos y, en su caso, en los conductores de distribución.
- Temperatura del fluido refrigerante a la entrada y la salida de los evaporadores.
- Ensayos de desescarche.
- Duración y condiciones en su caso de la renovación de aire.
- Puesta a régimen de las cámaras frigoríficas (temperatura y humedad relativa) y mantenimiento del régimen garantizado.
- Velocidad de refrigeración de los productos locales.

Los ensayos deberán ser ordenados por el director de la obra.

El contratista debidamente notificado, deberá asistir a todas las operaciones o se hará representar en ellas, en caso de ausencia, no podrá elevar ninguna protesta por los resultados obtenidos.

Durante estos ensayos el director de la obra y el contratista harán contradictoriamente el resumen detallado de aquellos consignándolos en pliegos por duplicado, remitiéndose uno de ellos al contratista.

Los ensayos podrán repetirse si se es conveniente durante el periodo de garantía y en el momento de la recepción definitiva.

## RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS

### **Recepción provisional**

La recepción provisional se hará en el mes siguiente de haberse terminado totalmente los trabajos de la instalación, por otra parte, la ejecución de éstos y la calidad de los materiales utilizados son conformes en todo a las normas del presente pliego de condiciones, y si, por otra parte, los ensayos de funcionamiento las garantías ofrecidas por el contratista.

Como caso excepcional, si la temperatura exterior es demasiado baja, podrán aplazarse los ensayos de la recepción provisional.

Previa notificación, el contratista deberá asistir a todas las operaciones de entrega de los trabajos o hacerse representar en ellas. En caso de ausencia, no podrá formular ninguna protesta contra el dictamen formulado.

La recepción provisional de los trabajos quedara reflejada documentadamente mediante acta.

El acta que dicha recepción se levante habrá de mencionar, si es necesario, las omisiones, imperfecciones o malas construcciones, comprobadas. La notificación al contratista en forma de simple carta certificada con acuse de recibo tendrá valor de orden de ejecución de los defectos o imperfecciones en el plazo breve posible que, en modo alguno, ha de pasar de 3 (tres) meses.

Transcurrido este plazo, el propietario tendrá derecho a proceder a la ejecución de dichos trabajos de acuerdo con lo previsto en dicho apartado, siendo todos los gastos y riesgos a cargo del contratista responsable.

La recepción definitiva tendrá lugar 1 (un) año después de la provisional.

Durante este periodo de garantía, el contratista sustituirá a su costa todas las partes de las instalaciones que fueran defectuosas por vicios de construcción o de montaje manifiestos u ocultos, aun cuando en la recepción provisional, no se hubiera hecho patentes tales efectos, no están sin embargo comprendidos en esta obligación los trabajos de conservación normal como tampoco los que fueran consecuencia de un abuso de una torpeza de un uso anormal o de una falta de conservación cuya prueba tendrá que aportar en este caso el contratista.



## 4. PRESUPUESTO



## 4.1 PRECIOS UNITARIOS

### Evaporadores

Modelo	Unidades	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Frimetal GRM 2600	1	11.467	11.467
Frimetal GRM 3850	3	15.527	46.581
Frimetal GRM 3900	2	14.072	28.144
Frimetal GRM 4900	1	18.199	18.199
Frimetal GRM 5200	1	19.807	19.807
Frimetal GRM 5500	1	20.085	20.085
Frimetal GRM 6300	2	21.801	43,602
Frimetal PIA-N160	4	4.320	17.280
Frimetal PIA-N220	1	5.195	5.195
<b>Total:</b>			<b>210.360</b>

Tabla 54. Precios evaporadores

### Compresores

Modelo	Unidades	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Bitzer 6GE-30Y	5	4.414	22.070
Bitzer 6HE-35Y	2	4.791	9.582
Bitzer 8FE-60Y	2	7.533	15.066
Bitzer 8GE-50Y	1	7.103	7.103
<b>Total:</b>			<b>53.821 €</b>

Tabla 55. Precios compresores

### Condensadores

Modelo	Unidades	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Serie CBN 76	1	4.255	4.255
Serie CBN 86	2	4.941	9.882
Serie CBS 40	2	3.910	7.820
Serie CBS 43	3	4.255	12.765
Serie CBS 51	2	5.173	10.346
<b>Total:</b>			<b>45.068 €</b>

Tabla 56. Precios condensadores

## 4.2 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO		EUROS
INSTA01	INSTALACIÓN.....	309.249,00
INSTA02	TUBERÍAS.....	7.627,10
INSTA03	AISLAMIENTO.....	122.606,01
INSTA04	DISEÑO INSTALACIÓN.....	12.000,00
INSTA05	REALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	15.000,00

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM).....466.482,11 €**

13% Gastos generales – 60.642,67 €  
6% Beneficios Industriales – 27.988,93 €

TOTAL – 555.113,71 €  
21% IVA – 116.573,88 €

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC).....671.687,59 €**

## **5. BIBLIOGRAFÍA**





## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Torrella Alcaraz, E., (1996), *La producción de frío*, España, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- UE N° 517/2014, (2014), *Reglamento del parlamento europeo y del consejo, Unión Europea*
- B.O.E. (2011), *Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.*
- B.O.E. (2011), *Instrucción IF-01. Terminología.*
- B.O.E. (2011), *Instrucción IF-02. Clasificación de los refrigerantes.*
- B.O.E. (2011), *Instrucción IF-03. Clasificación de los sistemas de refrigeración.*
- B.O.E. (2011), *Instrucción IF-04. Utilización de los diferentes refrigerantes.*
- B.O.E. (2011), *Instrucción IF-05. Diseño, construcción, materiales y aislamiento empleados en los componentes frigoríficos.*
- B.O.E. (2011), *Instrucción IF-07. Sala de máquinas específica, diseño y construcción.*
- Gas Servei, (2017), *Ficha técnica R-404A*, España, [www.gas-servei.com](http://www.gas-servei.com)
- Frimetal, (2015), *Catálogo general*, España, [www.frimetal.es](http://www.frimetal.es)
- Frigopack, (2017), *Compresores Bitzer*, España, [www.frigopack.com](http://www.frigopack.com)
- Crown, (2017), *Catálogo carretillas elevadoras SC6000*, España, [www.crown.com](http://www.crown.com)



## 6. PROGRAMAS UTILIZADOS



## 6. PROGRAMAS UTILIZADOS

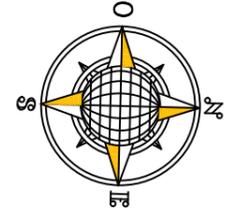
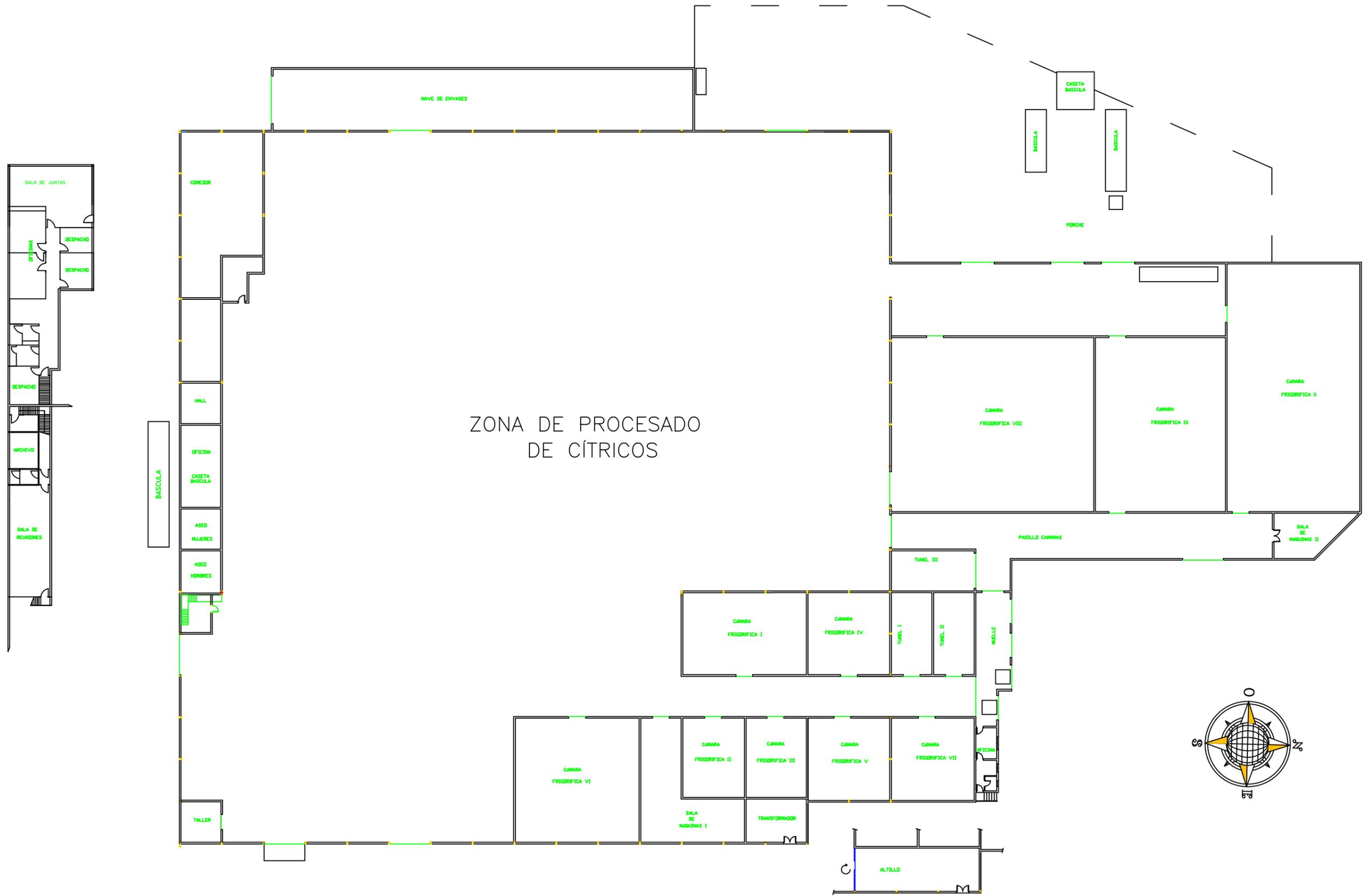
Los programas utilizados son:

- Para los cálculos de las cámaras frigoríficas hemos utilizados el programa *Frio\_v2\_1\_1* del Departamento de Termodinámica aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Para dibujar los planos hemos utilizado el programa *AUTOCAD 2016* del software proporcionado por la Universidad Politécnica de Valencia.
- Microsoft Excel: Programa para hacer cálculos y tablas entre otros.

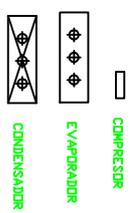
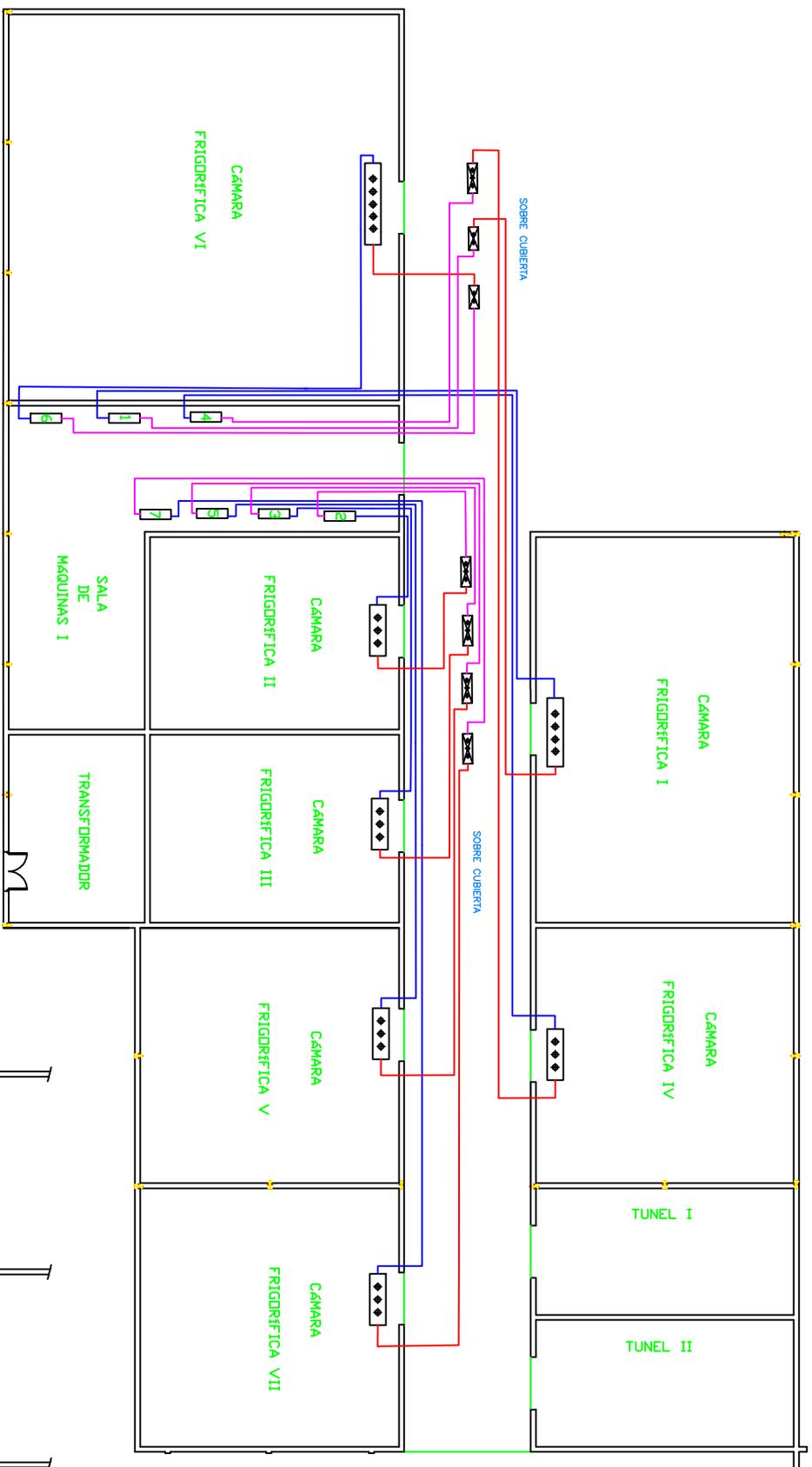


## ANEXO I: PLANOS

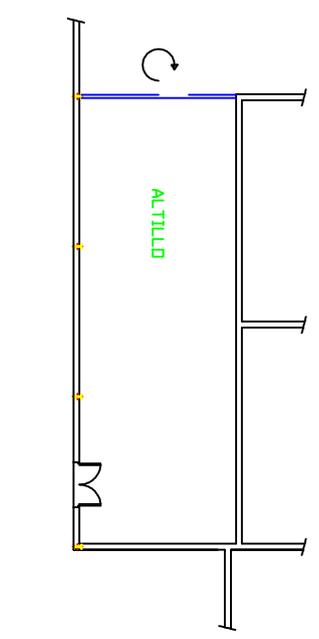




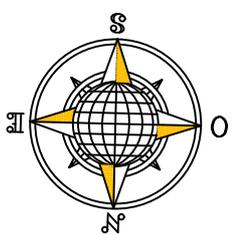
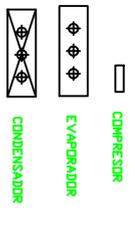
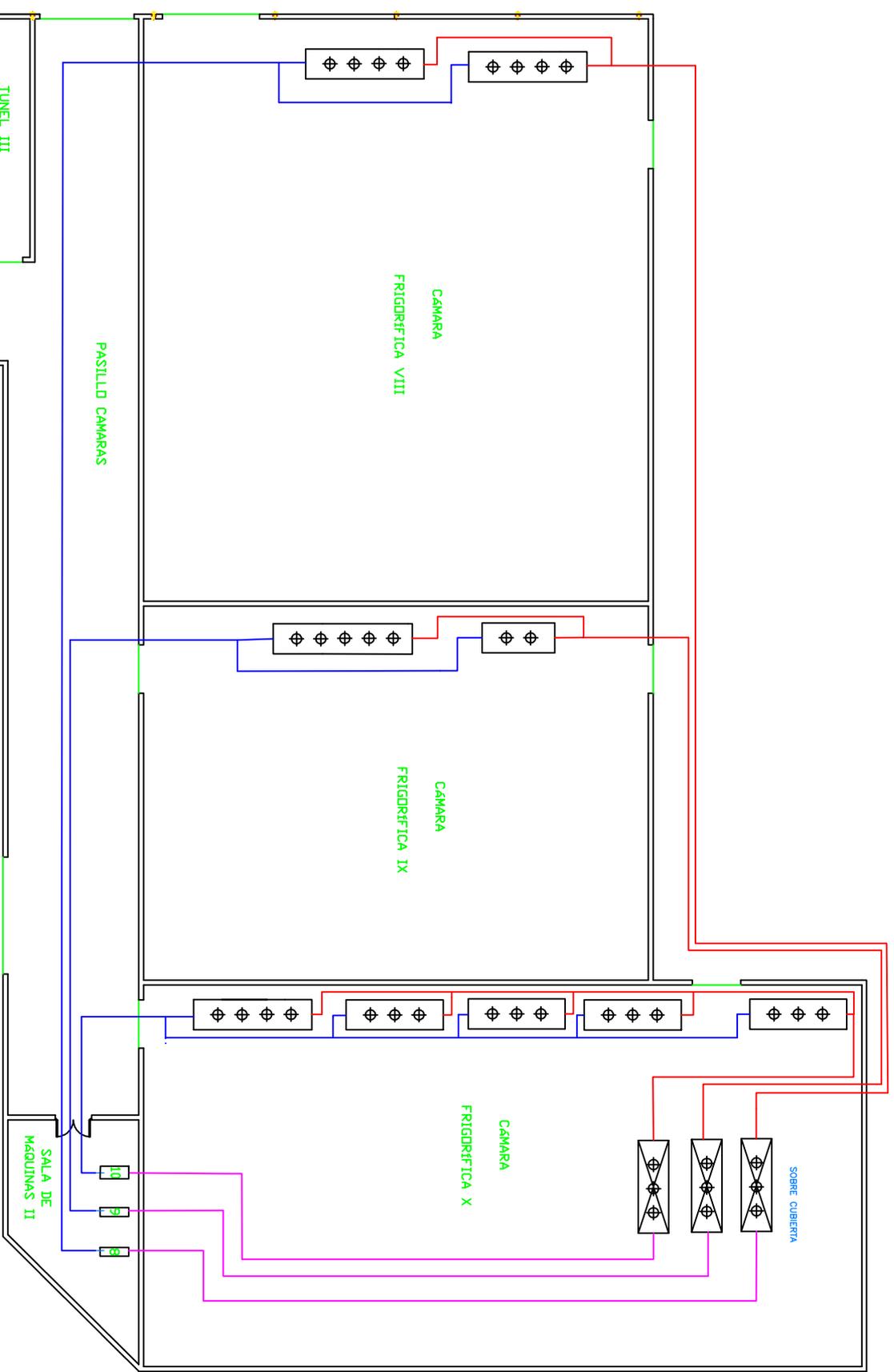
Dibujado:	Fecha:	Nombre:	 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	Lamina Nº1 <b>PLANO GENERAL</b>
Comprobado:	15/01/2018	ÁLVARO GARCÍA GARCÍA		
Escala:	26/02/2018	EMILIO JOSÉ SARABIA ESCRIVÁ	Curso: <b>Grado en Ingeniería Mecánica</b>	Observaciones:
Título del TFG:	DISEÑO DE INSTALACIÓN FRIGORÍFICA PARA ALMACÉN INDUSTRIAL EN TURIS (VALENCIA)			



LINEA DE ASPIRACION  
 LINEA DE LIQUIDO  
 LINEA DE DESCARGA



Fecha:	15/01/2018	Nombre:	ALVARO GARCIA GARCIA	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
Diseñado:	26/02/2018	Nombre:	EMILIO JOSÉ SAMABAL ESCRVA	
Comprobado:		Fecha:		TITULO DE INGENIERIA DE SISTEMAS DE ENERGIAS Y AUTOMATIZACION DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE ENERGIAS Y AUTOMATIZACION
Escaldr:	1:250	Curso:	Grado en Ingeniería Mecánica	
Título del DTG:		Observaciones:		DIRECCIÓN DE INSTALACIONES FRIGORÍFICAS PARA ALMACÉN INDUSTRIAL EN TUBIS (VALENCIA)
Laminia Nº2 <b>CONJUNTO CÁMARAS 1</b>				



Títol: ad. FTG.		Universitat Politècnica de València	
Disenyo: 15/01/2018	Nombre: ALVARO GARCIA GARCIA	Llamina Nº3	
Comprobado: 26/01/2018	Nombre: EMILIO JOSÉ SAMARÁ ESCRVA	CURSO: Grado en Ingeniería Mecánica	
Escalado: 1:250	Fecha: 26/01/2018	Observaciones:	
Título: ad. FTG.		CURSO: Grado en Ingeniería Mecánica	
Título: ad. FTG.		CURSO: Grado en Ingeniería Mecánica	

**CONJUNTO CAMARAS 2**

PROYECTO DE INSTALACION FRIGORIFICA PARA ALMACEN INDUSTRIAL EN TUBIS (VALENCIA)