



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Diseño de un conjunto de dos cámaras frigoríficas para la conservación de fruta y carne en Valencia

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica (169)

Alumno: Juan Andreu, Emilio

Tutor: Navarro Peris, Emilio

Valencia, Septiembre de 2016

Universidad Politécnica de Valencia

Documentos

- 1. Memoria**
- 2. Cálculos y justificación detallada**
- 3. Planos**
- 4. Pliego de condiciones**
- 5. Presupuesto**
- 6. Bibliografía**



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Diseño de un conjunto de dos cámaras frigoríficas para la conservación de fruta y carne en Valencia

Documento 1: Memoria

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica (169)

Alumno: Juan Andreu, Emilio

Tutor: Navarro Peris, Emilio

Valencia, Septiembre de 2016

Universidad Politécnica de Valencia

Índice

1.	Resumen	5
2.	Palabras clave	5
3.	Abstract	5
4.	Datos identificativos	5
4.1.	Datos de la instalación	5
4.2.	Titular	6
4.3.	Autor del proyecto	6
4.4.	Director de Obra	6
4.5.	Instalador autorizado	7
4.6.	Empresa Instaladora	7
5.	Objeto del proyecto	7
5.1.	Emplazamiento	8
6.	Factores a considerar	9
6.1.	Especificaciones del encargo	9
6.2.	Legislación y normativa aplicable	9
6.3.	Económicos	9
6.4.	Temporales	10
7.	Planteamiento de soluciones alternativas y justificación de la solución adoptada	10
7.1.	Situación actual	10
7.2.	Soluciones alternativas	10
7.2.1.	Solución 1	10
7.2.2.	Solución 2	11
7.2.3.	Selección de la solución definitiva	11
8.	Descripción detallada de la solución adoptada	12
8.1.	Descripción de las cámaras frigoríficas	12
8.1.1.	Dimensiones	12
8.1.2.	Productos a conservar	13
9.	Sistema de desescarche del evaporador	14

1. Resumen

En el presente proyecto, se hablará de la colocación de las instalaciones de frío industrial y los correspondientes cálculos que todo ello conlleva, de un conjunto de dos cámaras frigoríficas situadas en una parcela del polígono industrial Vara de Quart de Valencia.

Se innovará al utilizar un hidrocarburo como gas refrigerante.

2. Palabras clave

Cámara, frigorífica, conservación, fruta, carne, melocotones, vacuno, magro, refrigeración, congelación, conjunto, presente, proyecto.

3. Abstract

In this project, it will discuss the placement of industrial refrigeration facilities and the calculations that all this entails, of a set of two cold rooms located on a plot of industrial estate Vara de Quart Valencia.

It is innovate by using a hydrocarbon refrigerant.

4. Datos identificativos

4.1. Datos de la instalación

Descripción de la actividad a la que se destina: La actividad a la que se destina la instalación a diseñar, es la conservación de fruta y carne en el sector alimentario.

Localidad: Valencia (46014)

Domicilio: C/ Dels Ilanterners, 2 (Polígono Industrial Vara de Quart)

4.2. Titular

Nombre: Supermercados El Glotón S.L.

Apellidos: -

Localidad: Valencia (46014)

Domicilio: C/ Dels llanterners, 2 (Polígono Industrial Vara de Quart)

Representante legal: Enrique García Carrión

N.I.F.: 22590542-X

Teléfono: 697 315 048

4.3. Autor del proyecto

Nombre: Emilio

Apellidos: Juan Andreu

Titulación: Graduado en Ingeniería mecánica

Nº Colegiado: 6205 COITIG (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales y de Grado de Valencia)

Localidad: Valencia (46014)

Domicilio: C/ Castan Tobeñas, 99 – 6 – 26

N.I.F.: 53251540-P

Teléfono: 655 913 987

4.4. Director de Obra

Nombre: Álvaro

Apellidos: Rubio Martí

Localidad: Valencia (46003)

Domicilio: C/ La corona, 28 – 2 – 04

N.I.F.: 45604931-K

Teléfono: 676 122 894

4.5. Instalador autorizado

Nombre: Rafael

Apellidos: Martínez López

Categoría: Especialista

Localidad: Valencia (46019)

Domicilio: C/ Daroca, 05 - 4 - 11

N.I.F.: 35022489-Q

Teléfono: 688 541 369

4.6. Empresa Instaladora

Nombre: Turia Montajes Frigoríficos S.L.

Categoría: Empresa privada; Sociedad de responsabilidad limitada

Localidad: Aldaia (46960)

Domicilio: C/ Riu Xúquer, 8

C.I.F.: A58818501

Teléfono: 961 503 811

5. Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar un conjunto de dos cámaras frigoríficas independientes en la localidad de Valencia. Una cámara de refrigeración, donde conservar fruta, y otra de congelación, en la que conservar carne.

Cámara 1: Refrigeración

Producto a conservar: Melocotones.

Cámara 2: Congelación

Producto a conservar: Vacuno de magro en cuartos.

Las fases de desarrollo del proyecto serán las siguientes:

- Análisis de las condiciones de partida.
- Cálculo de las cargas térmicas.
- Potencia frigorífica necesaria.
- Selección de compresores.
- Selección de evaporadores.
- Selección de condensadores.
- Selección de válvulas de expansión.
- Regulación.

5.1. Emplazamiento

El emplazamiento del conjunto de ambas cámaras frigoríficas, estará ubicado en la calle dels Llanterners número 2 del polígono industrial Vara de Quart de Valencia, tal y como se puede observar en la imagen aérea de situación presente a continuación (imagen 1). También puede verse en el plano número 1 de situación del documento 3 del presente proyecto.

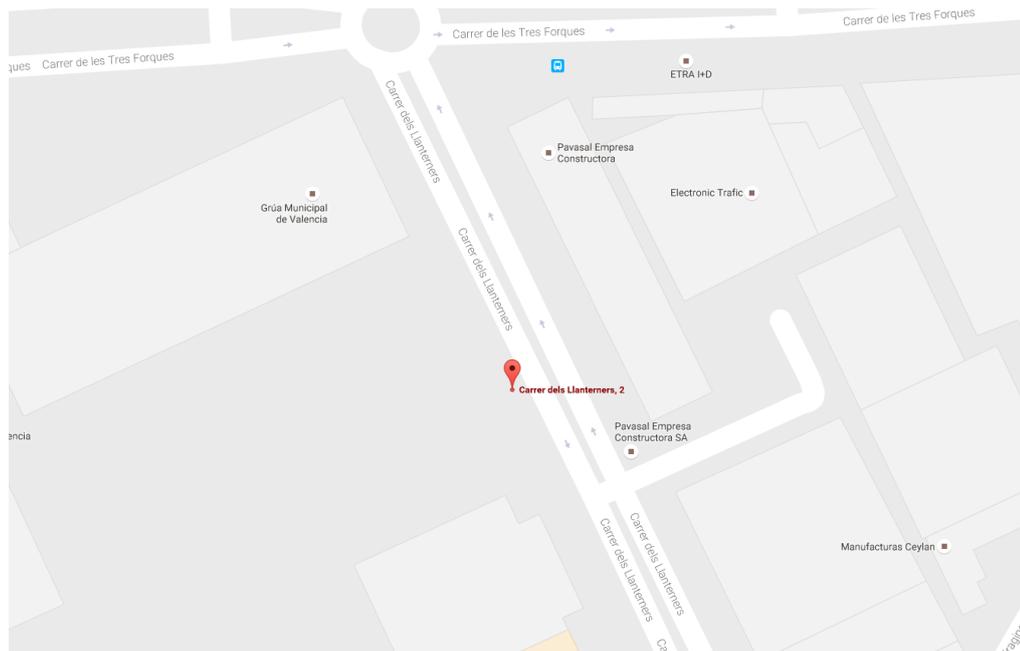


Imagen 1: Imagen aérea de situación (Google maps).

6. Factores a considerar

6.1. Especificaciones del encargo

Supermercados El Glotón S.L. es una nueva cadena de supermercados que abrirá sus puertas en diciembre de 2016. Con la apertura de 5 nuevas tiendas, sus necesidades de abastecimiento de fruta y carne aún no están cubiertas completamente.

Por ello, supermercados El Glotón S.L. ha solicitado los servicios de un proyectista que se encargue de diseñar un conjunto de dos cámaras frigoríficas para la conservación de fruta y carne en Valencia.

6.2. Legislación y normativa aplicable

- CE 517/2014, de 16 de Abril, Reglamento Europeo.
- Ley 16/2013, de 29 de Octubre, Fiscalidad medioambiental.
- RSIF/2013, Guía técnica de aplicación del reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 138/2011, de 4 de Febrero, Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.
- UNE.100-001-85, Normativa europea de Climatización. Condiciones climáticas para proyectos.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de Junio, Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmosferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 400/1996, de 1 de Marzo, Por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la directiva del parlamento europeo y del consejo 94/9/CE, relativo a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmosferas potencialmente explosivas.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, Prevención de riesgos laborales.

6.3. Económicos

Se prevé un presupuesto inicial de 165.000 €.

Plazos:

1º plazo de 110.000 € para la compra del material y puesta en marcha.

2º plazo de 55.000 € para todos los demás gastos generados.

6.4. Temporales

Se dispone de un plazo máximo de cuatro meses para la presentación del presente proyecto en industria. Establecida la fecha de entrega el día 13 de octubre de 2016 a las 11:00h.

Además, el grupo de operarios dispone de dos meses y una semana, contando desde la fecha de entrega del presente proyecto en industria, para solicitar todos los componentes necesarios y colocar debidamente las instalaciones de las cámaras frigoríficas, instaurando así el primer día de funcionamiento el 21 de diciembre de 2016 a las 9:00h.

7. Planteamiento de soluciones alternativas y justificación de la solución adoptada

7.1. Situación actual

Actualmente la cadena de supermercados El Glotón S.L. no dispone de proveedores de los siguientes productos:

- Melocotones
- Carne de vacuno de magro congelada en cuartos

7.2. Soluciones alternativas

7.2.1. Solución 1

Contactar y contratar con proveedores de productos conservados. En este caso, melocotones y carne de vacuno de magro en cuartos.

7.2.1.1. Ventajas

- Ninguna responsabilidad de la conservación del producto.
- Beneficios inmediatos de la venta de los productos, ya que no existe inversión económica inicial.

7.2.1.2. Inconvenientes

- Poco margen de beneficios, ya que el producto posee mucha manipulación (intermediarios).
- Producto de menor frescura y calidad, ya que está lejano.

7.2.2. Solución 2

Construir e instalar un conjunto de dos cámaras frigoríficas en el polígono industrial Vara de Quart de Valencia. Con la finalidad de abastecer a la cadena de supermercados El Glotón S.L. con productos frescos, cercanos y de calidad.

Llegando a un acuerdo con la empresa I.C. LA COPE, ya que cuenta con un matadero y está muy próxima del polígono industrial. Dicha empresa sería nuestro proveedor y nos proporcionaría la carne de vacuno de magro en cuartos preenfriada.

Además llegaríamos a un acuerdo con los agricultores de la zona, para el suministro de melocotones valencianos.

7.2.2.1. Ventajas

- Mayor margen de beneficios, ya que el producto posee poca manipulación.
- Producto de mayor calidad y frescura, por la cercanía.

7.2.2.2. Inconvenientes

- Responsabilidad total de la conservación del producto.
- Inversión económica inicial de la construcción y las instalaciones del conjunto de dos cámaras frigoríficas.

7.2.3. Selección de la solución definitiva

Se selecciona la solución 2 puesto que el cliente opta por realizar una inversión económica inicial que le proporcione un producto más fresco, cercano y de calidad superior.

8. Descripción detallada de la solución adoptada

El cliente adquirió una parcela en el polígono industrial Vara de Quart de Valencia, con la finalidad de construir un almacén general para su negocio. Puesto que dispone de espacio suficiente, se reservará un espacio para alzar el conjunto de dos cámaras frigoríficas.

Por una parte, se construirá un conjunto de dos cámaras frigoríficas, para la conservación de fruta y carne, en una única edificación, a fin de ahorrar espacio y coste. Además, ambas cámaras contarán con un andén de camiones, con lo que facilitar la carga y descarga del producto.

Por otra parte, se montaran las instalaciones de frío industrial en cada una de las cámaras frigoríficas. Esta parte es la que se contempla en el presente proyecto.

8.1. Descripción de las cámaras frigoríficas

8.1.1. Dimensiones

8.1.1.1. Cámara frigorífica para la conservación de melocotones

- Longitud: 13 m
- Anchura: 13 m

Para determinar la altura adecuada de la cámara frigorífica de refrigeración se debe recurrir a las tablas de estimación de balance frigorífico (tabla 1).

PRODUCTO	ALTURA [m]	D.S. [kg/m ²]	D.V. [kg/m ³]
Cámaras pre-refrigeración	3,0	300	100
Manzanas	6,0	1000	170
Peras	6,0	1320	220
Melocotón/Albaricoque (bandejas)	6,0	840	140
Frutas en general (cajas)	4,0	1000	170
Agrios	6,0	1320	220
Plátanos	3,0	300	100

Tabla 1: Alturas y densidades de almacenamiento para frutas refrigeradas (Rango 0 °C).

Debido a los datos, se establece que la altura de la cámara frigorífica debe ser de 6 metros.

- Altura: 6 m

8.1.1.2. Cámara frigorífica para la conservación de vacuno de magro en cuartos

- Longitud: 13 m
- Anchura: 13 m

Para determinar la altura adecuada de la cámara frigorífica de congelación se debe recurrir a las tablas de estimación de balance frigorífico (tabla 2).

PRODUCTO	ALTURA [m]	D.S. [kg/m ²]	D.V. [kg/m ³]
Vacuno:			
Cong. en cuartos	3,0	250	80
Almacenamiento	4,0	1000	250
Porcino almac. en ½ canales	4,0	1000	250
Filetes y carne picada	4,0	1200	300
Aves:			
Cong. en cajas	3,0	200	70
Almacenamiento:			
Sin palets	4,0	1250 ÷ 1400	310 ÷ 350
Con palets	4,0	1000	250
Pescado en general	6,0	2400	400

Tabla 2: Alturas y densidades de almacenamiento para productos animales congelados (Rango -15/-40 °C).

Debido a los datos, se establece que la altura de la cámara frigorífica debe ser de 3 metros.

- Altura: 3 m

8.1.2. Productos a conservar

8.1.2.1. Fruta (Melocotón)

El melocotón o durazno contiene una única semilla encerrada en una cáscara dura (hueso). Esta fruta de piel aterciopelada, posee un mesocarpio de color amarillo de dulce sabor y un aroma delicado.

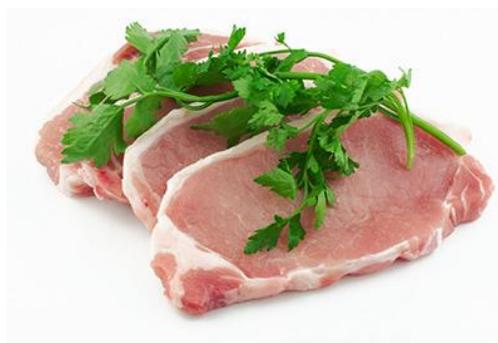


Variedades:

- Nectarina (no tiene la piel aterciopelada).
- Paraguay (achatados).

8.1.2.2. Carne (Vacuno de magro congelado en cuartos)

La carne es el tejido animal, principalmente muscular, que se consume como alimento.



Las primeras dos piezas que se obtienen al realizar el corte longitudinal del animal, se denominan canales. A continuación se realizan los cortes transversales de los canales, las nuevas piezas se denominan cuartos delanteros y cuartos traseros.

Tipos de carne de vacuno:

- Ternera de leche
- Ternera
- Añejo
- Novillo
- Cebón
- Vacuno mayor (incluye el buey, la vaca y el toro)

9. Sistema de desescarche del evaporador

Escarche

El escarche es una capa de hielo que se forma en los evaporadores. Debido a que los evaporadores poseen bajas temperaturas, el aire húmedo del interior de la cámara frigorífica es depositado sobre estos.

El hielo actúa como aislante térmico, reduciendo la potencia de evaporación.

Desescarche

El método de desescarche utilizado en el caso de la carne de vacuno, será el de gas caliente, que consiste en dirigir el gas refrigerante directamente desde el compresor hasta el evaporador, mediante un bypass. Dicho método puede verse de manera visual en el plano de esquema básico (plano 3) situado en el documento 3 del presente proyecto.

En el caso de los melocotones, se instalará un reloj de desescarche que obligara a parar la instalación dos veces al día en periodos de 15 minutos. Este método ha sido seleccionado con el propósito de reducir costes.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Diseño de un conjunto de dos cámaras frigoríficas para la conservación de fruta y carne en Valencia

Documento 2: Cálculos y justificación detallada

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica (169)

Alumno: Juan Andreu, Emilio

Tutor: Navarro Peris, Emilio

Valencia, Septiembre de 2016

Universidad Politécnica de Valencia

Índice

1. Análisis de las condiciones de partida	3
1.1. Condiciones exteriores	3
1.2. Condiciones interiores (Melocotones)	4
1.3. Condiciones interiores (Vacuno de magro en cuartos)	5
1.4. Aislante (Poliuretano expandido)	6
1.5. Iluminación	6
1.6. Ocupación	7
1.7. Motores internos (Carretillas elevadoras)	9
2. Cargas térmicas	10
2.1. Primera carga térmica: Enfriamiento del producto (Q_1) y enfriamiento del embalaje (Q'_1)	10
2.2. Segunda carga térmica: Transmisión de calor en cerramientos (Q_2)	16
2.3. Tercera carga térmica: Respiración del producto (Q_3)	21
2.4. Cuarta carga térmica: Renovación de aire (Q_4)	23
2.5. Otras cargas térmicas a considerar	24
2.5.1. Carga térmica de iluminación (Q_L)	24
2.5.2. Carga térmica de ocupación (Q_P)	25
2.5.3. Carga térmica de motores internos "Carretillas elevadoras" (Q_M)	26
2.5.4. Carga térmica de elementos de trasiego (Q_V)	27
2.6. Gráfico de columnas: Cargas térmicas	28
3. Carga térmica total (Q_T) y coeficiente de seguridad (Q'_T)	29
4. Potencia frigorífica necesaria (Q_0)	30
5. Selección de componentes de la instalación frigorífica	31
5.1. Compresores	31
5.2. Evaporadores	39
5.3. Condensadores	40
5.4. Resto de componentes	42

1. Análisis de las condiciones de partida

1.1. Condiciones exteriores

Mediante el análisis de la tabla presente a continuación (tabla 1), correspondiente a la normativa UNE.100-001-85 "Climatización. Condiciones climáticas para proyectos", se procede a indicar las condiciones exteriores a las que se verán sometidas ambas cámaras frigoríficas situadas en la localidad de Valencia.

LUGAR	ALTURA S.N.M. [m]	TEMPERATURAS [°C] SECA Y HUMEDA SIMULTÁNEAS			OMA [°C]
SANTIAGO	316	29,5 20,7	27,2 20,1	25,1 19,2	30,6
SEVILLA	20	37,8 23,8	36,4 23,6	35,1 22,6	37,4
TERUEL	884	32,5 18,7	30,9 18,5	29,0 18,1	39,7
VALENCIA	50	31,8 22,8	30,3 22,6	29,2 22,5	31,6
VALLADOLID	715	33,2 19,1	31,6 18,3	30,0 18,1	38,8
VIGO	250	28,9 22,8	27,0 21,7	25,0 20,5	28,9
ZARAGOZA	240	34,9 22,5	33,3 21,8	31,5 21,1	38,3

Tabla 1: Condiciones de verano.

Situando ambas cámaras frigoríficas en la localidad de Valencia, a 50 metros sobre el nivel del mar, las condiciones exteriores presentes serán de 31,80°C en temperatura seca y 22,80°C en temperatura húmeda, con una oscilación media anual (O.M.A.) de 31,60°C.

Condiciones exteriores para ambas cámaras frigoríficas:

- Nivel de percentil: 1 % (se escoge el nivel más desfavorable)
- Temperatura seca ($T_{Ext.S.}$): 31,80 °C
- Temperatura húmeda ($T_{Ext.H.}$): 22,80 °C
- O.M.A.: 31,60 °C

Datos psicrométricos obtenidos en el software Sicro v.2.1.1.

- Entalpia ($h_{Ext.}$): $67,10 \frac{kJ}{kg_{a.s.}}$
- Volumen específico ($V_{esp.Ext.}$): $0,8830 \frac{m^3}{kg_{a.s.}}$

1.2. Condiciones interiores (Melocotones)

A continuación se muestran las condiciones ideales de conservación de los melocotones (tabla 2).

PRODUCTO	TEMP. [°C]	HUM. REL. [%]	DURACIÓN
Manzana	-1 ÷ -3	90	1 ÷ 6 meses
Albaricoque	0 ÷ -0,6	90	1 ÷ 2 sem.
Aguacate	7 ÷ 13	85 ÷ 90	2 ÷ 4 sem.
Plátano	13 ÷ 15	90	5 ÷ 10 días
Cereza	0 ÷ -0,6	90 ÷ 95	2 ÷ 3 sem.
Coco	0 ÷ 2	80 ÷ 85	1 ÷ 2 meses
Grosella	0 ÷ -0,6	90 ÷ 95	10 ÷ 14 días
Higos secos	0 ÷ 4	50 ÷ 60	9 ÷ 12 meses
Pomelo	10 ÷ 16	85 ÷ 90	4 ÷ 6 sem.
Uva	0 ÷ -1	85 ÷ 90	1 ÷ 6 meses
Limón	14 ÷ 16	86 ÷ 88	1 ÷ 6 meses
Naranja	0 ÷ 9	85 ÷ 90	3 ÷ 12 sem.
Melocotón	0 ÷ -0,5	90	2 ÷ 4 sem.

Tabla 2: Condiciones de almacenamiento. Productos vegetales (Frutas).

Se selecciona una temperatura seca interior de cámara entre 0 y -0,50°C, en este caso de -0,30°C y una humedad relativa del 90% (tabla 2). La entrada del producto será simultánea, lo que significa que solo descargará un camión diario y los días de llenado del producto serán cuatro (lunes, miércoles, jueves y viernes). El martes se reservará como el día de mantenimiento.

Condiciones interiores cámara frigorífica melocotones:

- $T_{Cámara}$: -0,30 °C
- $\Phi_{Cámara}$: 90 %
- Duración: De 2 a 4 semanas
- Entrada del producto: Simultánea
- n: 4 días

Datos psicrométricos obtenidos en el software Sicro v.2.1.1.

- Entalpia ($h_{Int.}$): $8 \frac{kJ}{kg_{a.s.}}$

1.3. Condiciones interiores (Vacuno de magro en cuartos)

A continuación se muestran las condiciones ideales de conservación de la carne de vacuno de magro congelada en cuartos (tabla 3).

PRODUCTO	TEMP. [°C]	HUM. REL. [%]	DURACIÓN	PUNTO CONG. [°C]
Tocino: Fresco Congelado	+1 ÷ -4 -18	85 90 ÷ 95	2 ÷ 6 sem. 4 ÷ 6 meses	-2
Carne vacuno: Fresco Congelado	0 ÷ -1 -18	88 ÷ 92 90 ÷ 95	1 ÷ 6 sem. 9 ÷ 12 meses	-2
Jamón: Fresco Congelado	0 ÷ +1 -18	85 ÷ 90 90 ÷ 95	7 ÷ 12 días 6 ÷ 8 meses	-2
Cordero: Fresco Congelado	0 ÷ +1 -18	85 ÷ 90 90 ÷ 95	5 ÷ 12 días 8 ÷ 10 meses	-2
Carne cerdo: Fresco Congelado	0 ÷ +1 -18	85 ÷ 90 90 ÷ 95	3 ÷ 7 días 4 ÷ 6 meses	-2
Aves: Fresco Congelado	0 -18	85 ÷ 90 90 ÷ 95	1 semana 8 ÷ 12 meses	-2,7
Conejo: Fresco Congelado	0 ÷ +1 -18	85 ÷ 90 90 ÷ 95	1 ÷ 5 días 1 ÷ 6 meses	-2,7
Temera: Fresco Congelado	0 ÷ +1 -18	85 ÷ 90 90 ÷ 95	5 ÷ 10 días 8 ÷ 10 meses	-2
Charcutería: Fresco Congelado	0 ÷ +1 -18	85 ÷ 90 90 ÷ 95	3 ÷ 12 días 2 ÷ 6 meses	-2

Tabla 3: Condiciones de almacenamiento. Productos cárnicos.

Se selecciona una temperatura seca interior de cámara de -18°C y una humedad relativa entre 90 y 95%, en este caso de 93% (tabla 3). La entrada del producto será paulatina, lo que significa que descargarán dos camiones diarios y los días de llenado del producto serán cuatro (lunes, martes, jueves y viernes). El miércoles se reservará como el día de mantenimiento.

Condiciones interiores cámara frigorífica carne vacuno magro:

- $T_{\text{Cámara}}: -18^{\circ}\text{C}$
- $\phi_{\text{Cámara}}: 93\%$
- Duración: De 9 a 12 meses
- Punto congelación: -2°C
- Entrada del producto: Paulatina
- n: 4 días

Datos psicrométricos obtenidos en el software Sicro v.2.1.1.

- Entalpia ($h_{Int.}$): $-16,30 \frac{kJ}{kg_{a.s.}}$

1.4. Aislante (Poliuretano expandido)

A petición del cliente, el aislante utilizado en todos los cerramientos de ambas cámaras frigoríficas será poliuretano expandido.

Se obtiene la conductividad térmica del material aislante de la siguiente tabla (tabla 4).

MATERIAL AISLANTE	k_a [W/m°C]
Poliestireno expandido	0,027 ÷ 0,035
Poliestireno extruido	0,0288
Fibra de vidrio y poliestireno globular	0,0361
Corcho	0,033 ÷ 0,042
Poliuretano expandido	0,019 ÷ 0,026

Tabla 4: Valores de conductividad térmica para diferentes materiales aislantes.

El valor de conductividad térmica del material aislante escogido (poliuretano expandido), posee un valor medio comprendido desde 0,019 hasta 0,026W/m°C, por lo que se escoge un valor intermedio (k_a : 0,024W/m°C).

Conductividad térmica del aislante (poliuretano expandido):

- k_a : $0,024 \frac{W}{m^{\circ}C}$

1.5. Iluminación

A continuación se presentan los parámetros a considerar en lo referente a la iluminación (Torrella Alcaraz, 2015).

Por una parte, el alumbrado que se instala en cámaras frigoríficas suele ser de bajo nivel (de 5 a 10W/m² térmicos), en este caso se ha optado por una potencia de iluminación superficial (P_L) de 8W/m², estimación basada en datos obtenidos de la experiencia.

Por otra parte, en lo referente al número de horas diarias de iluminación de las cámaras frigoríficas, únicamente estará conectada la iluminación durante los periodos de trabajo en el interior, por lo que se estima una jornada laboral de 8 horas diarias, desde la apertura a las 9:00h hasta el cierre a las 19:00h, interrumpiendo la jornada con dos horas de descanso.

Parámetros de iluminación de las cámaras frigoríficas:

- Potencia de iluminación superficial (P_L): $8 \frac{W}{m^2}$
- Jornada laboral: 8 h

1.6. Ocupación

Enrique Torrella (2015) señala la importancia de considerar a las personas en el interior de las cámaras frigoríficas, apoyándose en las tablas que se muestran a continuación en este apartado.

En la tabla 5 se aprecia la potencia desprendida por una persona en las condiciones de trabajo (q_p) en función de la temperatura seca interior de la cámara frigorífica (T_c).

El valor T_c se obtiene tomando como referencia las temperaturas interiores reales de las cámaras expuestas en las tablas 2 y 3 de este documento, asumiendo un error de $\pm 0,50^\circ\text{C}$.

T_c [$^\circ\text{C}$]	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10
q_p [W]	420	390	360	330	300	270	240	210

Tabla 5: Carga por operarios.

Melocotones

En el caso de la cámara frigorífica de los melocotones, se puede considerar una T_c de 0°C , ya que es un valor muy próximo de la temperatura interior real. Dicho parámetro está asociado a una potencia térmica por persona (q_p) de 270W.

Potencia desprendida por una persona:

- $T_{\text{Cámara Real}}$: $-0,3^\circ\text{C}$ (tabla 2)
- T_c : 0°C
- q_p : 270 W

Carne de vacuno de magro congelada en cuartos

En esta ocasión, se puede considerar una T_C de $-17,50^\circ\text{C}$, ya que es un valor muy próximo de la temperatura interior real. Dicho parámetro está asociado a una potencia térmica por persona (q_p) de 375W.

Ambos parámetros no están reflejados en la tabla 5, pero se puede observar una progresión lineal en los datos. Por lo que se optó por realizar una media en el intervalo señalado.

Potencia desprendida por una persona:

- $T_{\text{Cámara Real}}$: -18°C (tabla 3)
- T_C : $-17,50^\circ\text{C}$ (Interpolación lineal)
- q_p : 375 W (Interpolación lineal)

En la siguiente tabla (tabla 6), se muestra una estimación del número de operarios simultáneamente trabajando en el interior de una cámara frigorífica.

Superficie [m^2]	Número
Hasta 200	2 a 3
> 200	3 a 4

Tabla 6: Valores estimados para el número de operarios simultáneos en el interior de cámaras durante la carga.

Tomando como referencia la situación más desfavorable, y puesto que la superficie de cada cámara es de 169m^2 , el número de trabajadores dentro de cada cámara será de tres. Debido a que ambas cámaras frigoríficas poseen la misma superficie, el número de operarios también será el mismo.

Numero de operarios por cámara frigorífica:

- Superficie de cámara = $13\text{m} * 13\text{m} = 169 \text{m}^2$
- N° operarios: 3 (Lo más desfavorable)

1.7. Motores internos (Carretillas elevadoras)

Enrique Torrella (2015), menciona los motores internos en el interior de las cámaras frigoríficas y muestra los parámetros a tener en cuenta en las siguientes tablas (tablas 7 y 8).

Potencia [kW]	0,1 a 0,4	0,4 a 2,2	2,2 a 15
Rendimiento	0,5	0,7	0,9

Tabla 7: Rendimiento del motor eléctrico de las carretillas de carga/descarga.

Como procedimiento estándar se escoge una carretilla de media potencia con un rendimiento de 0,7 (tabla 7).

Carretilla escogida:

- Potencia: 1,3 kW
- Rendimiento: 0,7

Con apoyo de la tabla 8, se calcula el tonelaje medio diario que es capaz de realizar una carretilla durante una jornada de 8 horas.

EQUIPO TRANSPORTE	TRANSPALETA	CARRETILLA
VELOCIDAD [Km/h]	2	7 ÷ 12
PALETS	1	3
TONELAJE MEDIO HORARIO [Tm/h]	15	15 ÷ 20
LONGITUD [m]		2 ÷ 2,5
PESO NETO [Kg]		1100 ÷ 1900
"H" HORQUILLA PLEGADA [m]		2,15 (Limita la altura de puertas)
"H" TELESCÓPICA [m]		3,3
ANCHO PASILLO [m]		2,5 (Necesario giros)

Tabla 8: Características de equipos de estibaje.

Tras el cálculo realizado, se puede observar que incluso en el caso más desfavorable, una sola carretilla es capaz de extraer 120Tn de producto en una jornada.

Tonelaje medio diario de una carretilla durante 8h:

- Tonelaje medio diario = $15 \frac{Tn}{h} * 8 h = 120 \frac{Tn}{día}$
- Entrada de masa diaria (M_d):
 - M_d (Melocotones) = $35,49 \frac{Tn}{día}$
 - M_d (Carne de vacuno de magro) = $5,28 \frac{Tn}{día}$

Observando y contrastando los resultados obtenidos, tan solo será necesaria una carretilla por cámara frigorífica.

- Nº carretillas simultáneas: 1 (por cámara frigorífica)

2. Cargas térmicas

2.1. Primera carga térmica: Enfriamiento del producto (Q_1) y enfriamiento del embalaje (Q'_1)

Fórmulas utilizadas

$$T_{Cámara} > T_{Congelación} \quad \longrightarrow \quad Q_1 = M_d * Cp * (T_{Entrada\ producto} - T_{Camara})$$

$$M_d = \frac{M_T}{n} \qquad D.V. = \frac{M_T}{V} \qquad D.S. = \frac{M_T}{S}$$

$$Q'_1 = M_d * a * Cp_{Embalaje} * (T_{Entrada\ producto} - T_{Camara})$$

Q_1 y Q'_1 para la conservación de melocotones

Cálculos de M_T

Primero se procede a calcular la masa total (M_T), para ello existen dos formas de llegar. La primera despejando M_T de la fórmula de densidad volumétrica y la segunda despejando M_T de la fórmula de densidad superficial.

Se utilizan ambos métodos para comprobar que se obtiene un resultado similar.

Aplicando: $D.V. = \frac{M_T}{V}$

D.V.: $140 \frac{kg}{m^3}$ (Obtenida de la tabla 1 del documento 1)

$M_T = 140 \frac{kg}{m^3} * (13m * 13m * 6m) = 141.960 kg \equiv 141,96 Tn$

Aplicando: $D.S. = \frac{M_T}{S}$

D.S.: $840 \frac{kg}{m^2}$ (Obtenida de la tabla 1 del documento 1)

$M_T = 840 \frac{kg}{m^2} * (13m * 13m) = 141.960 kg \equiv 141,96 Tn$

Como se puede apreciar el resultado obtenido en ambos métodos, ha sido idéntico.

Cálculos de M_d

A continuación se procede a calcular la entrada de masa diaria (M_d) directamente de la siguiente fórmula:

$$M_d = \frac{M_T}{n}$$

Aplicando la fórmula de la M_d , se obtiene el siguiente resultado:

$$M_d = \frac{141.960 kg}{4 días} = 35.490 \frac{kg}{día}$$

Cálculos de Q_1

Con ayuda de internet se conoce la temperatura de congelación de los melocotones y de la tabla 2 del presente documento la temperatura en el interior de la cámara frigorífica.

$T_{\text{Congelación}}: -2,70 \text{ } ^\circ\text{C}$

$T_{\text{Cámara}}: -0,30 \text{ } ^\circ\text{C}$

Enrique Torrella (2015), expresa que para cámaras frigoríficas a temperatura negativa, el producto se debe preenfriar antes de su introducción.

$T_{\text{Entrada producto}}: 22 \text{ } ^\circ\text{C}$

Con los datos anteriores se aplica el criterio de temperaturas:

Dado que la temperatura en el interior de la cámara es mayor que la de congelación del producto ($-0,30^{\circ}\text{C} > -2,70^{\circ}\text{C}$), se aplica la siguiente fórmula correspondiente:

$$Q_1 = M_d * C_p * (T_{\text{Entrada producto}} - T_{\text{Camara}})$$

Se escoge el calor específico (Cp) antes de congelación, ya que el producto se conservará a una mayor temperatura que la de congelación.

Cp (Antes de congelación): $3,61 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$ (Obtenido de ASHRAE)

$$Q_1 = 35.490 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 3,61 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}} * (22^{\circ}\text{C} - (-0,30^{\circ}\text{C})) = 2.857.051,47 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

Cálculos de Q' 1

A continuación se procede a calcular la carga térmica correspondiente al enfriamiento del embalaje (Q'1).

$$Q'_1 = M_d * a * C_{p_{\text{Embalaje}}} * (T_{\text{Entrada producto}} - T_{\text{Camara}})$$

Se necesita saber el valor de porcentaje de masa del embalaje respecto a la del producto (a), (tabla 9), y el calor específico del material de embalaje (Cp_{Embalaje}), (tabla 10).

MATERIAL	Porcentaje [%]
Genérico	10 ÷ 30
Vegetales (cajas de madera)	8 ÷ 16
Huevos frescos (cartones con alvéolos)	15 ÷ 20
Mantequilla congelada (cajas)	5
Carnes frescas	0
Productos congelados en general	≈ 0
Tarimas (palets)	4 ÷ 5
Productos almacenados en cristal	hasta 100%

Tabla 9: Enfriamiento de embalajes. Porcentaje másico relativo de embalajes con referencia a masa del producto.

Porcentajes de los embalajes:

- a: 30 % "Cajas de cartón" (El valor más desfavorable)
- a: 5 % "Palets de madera" (El valor más desfavorable)

MATERIAL	CALOR ESPECÍFICO [kJ/kg °C]
Madera	2,09 ÷ 2,72
Cartón	1,26 ÷ 1,88
Caucho	2,01
Corcho	3,77
Papel	1,38
Vidrio	0,88
Metales:	
Aluminio	0,879
Cobre	0,398
Estaño	0,234
Niquel	0,460
Zinc	0,402
Hierro/Acero	0,477
Plomo	0,130

Tabla 10: Enfriamiento de embalajes. Calor específico.

Calores específicos de los materiales:

- $C_{p\text{Embalaje}} = 1,88 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$ "Cajas de cartón" (El valor más desfavorable)
- $C_{p\text{Embalaje}} = 2,72 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$ "Palets de madera" (El valor más desfavorable)

Con todos los datos necesarios obtenidos, se procede a calcular Q'_1

$$Q'_1(\text{Cajas}) = 35.490 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 0,3 * 1,88 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * (22^\circ\text{C} - (-0,3^\circ\text{C})) = 446.364,83 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

$$Q'_1(\text{Palets}) = 35.490 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 0,05 * 2,72 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * (22^\circ\text{C} - (-0,3^\circ\text{C})) = 107.634,07 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

$$Q'_1 = Q'_1(\text{Cajas cartón}) + Q'_1(\text{Palets madera})$$

$$Q'_1 = 446.364,83 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 107.634,07 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} = 553.998,90 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

Q_1 y Q'_1 para la conservación de carne de vacuno magro congelada en cuartos

Se emplea el mismo proceso utilizado para los melocotones, explicando tan sólo las diferencias.

Cálculos de M_T

Aplicando: $D.V. = \frac{M_T}{V}$

D.V.: $80 \frac{kg}{m^3}$ (Obtenida de la tabla 2 del documento 1)

$$M_T = 80 \frac{kg}{m^3} * (13m * 13m * 3m) = 40.560 \text{ kg} \equiv 40,56 \text{ Tn}$$

Aplicando: $D.S. = \frac{M_T}{S}$

D.S.: $250 \frac{kg}{m^2}$ (Obtenida de la tabla 2 del documento 1)

$$M_T = 250 \frac{kg}{m^2} * (13m * 13m) = 42.250 \text{ kg} \equiv 42,25 \text{ Tn}$$

En ésta ocasión, existe una variación entre los métodos aplicados, escogiendo siempre el valor más desfavorable.

Cálculos de M_d

En ambos casos el valor de n será el mismo (n: 4), con la entrada del producto de manera paulatina.

$$M_d = \frac{42.250 \text{ kg}}{4 \text{ días}} = 10.562,50 \frac{kg}{\text{día}}$$

Al ser la entrada del producto paulatina, la M_d se dividirá en el número de camiones diarios a descargar.

$$M_d(E. Paulatina) = \frac{M_d}{2} = \frac{10.562,50 \frac{kg}{\text{día}}}{2} = 5.281,25 \frac{kg}{\text{día}}$$

Cálculos de Q_1

Enrique Torrella (2015), expresa que para cámaras frigoríficas a temperatura negativa, el producto se debe preenfriar antes de su introducción.

$T_{\text{Entrada producto}}: -9 \text{ } ^\circ\text{C}$

Se escoge el calor específico (C_p) después de congelación (tabla 11), ya que el producto se introduce congelado.

PRODUCTO	"c _p " antes Cong. [kJ/kg°C]	"c _p " después Cong. [kJ/kg°C]	Calor latente Cong. [kJ/kg]
Canales o cuartos:			
Vacuno magro	3,22	1,76	209,29
Vacuno graso	2,93	1,67	171,62
Termera graso	2,93	1,67	209,29
Cordero magro	3,06	1,72	209,29
Cordero graso	2,55	1,59	171,62
Cerdo magro	2,72	1,63	184,18
Cerdo graso	2,30	1,47	133,95
Came deshuesada:			
Vacuno magro	3,56	2,01	255,33
Vacuno normal	3,31	1,97	242,78
Vacuno graso	3,06	1,93	226,03
Termera magra	3,64	2,01	263,71
Termera graso	3,47	1,97	242,78
Cordero	3,56	1,97	251,15
Cord. muy graso	3,01	1,88	184,18
Cerdo magro	3,47	1,97	242,78
Cerdo graso	2,89	1,88	246,96
Despojos y aves:			
Casquería	3,56	1,97	217,66
Aves/Pájaros	3,56	1,97	242,78

Tabla 11: Enfriamiento de productos animales. Propiedades físicas.

Calor específico vacuno magro:

- Cp (Después de congelación): $1,76 \frac{kJ}{kg^{\circ}C}$

Con todos los datos obtenidos, se procede a la obtención de Q_1

$$Q_1 = 5.281,25 \frac{kg}{día} * 1,76 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} * (-9^{\circ}C - (-18^{\circ}C)) = 83.655 \frac{kJ}{día}$$

Cálculos de Q'_1

En esta ocasión, y como se puede apreciar en la siguiente tabla (tabla 12), en los productos congelados se puede desprestigiar el embalaje, ya que o no poseen o es demasiado ligero y además ya se ha extraído su calor en el preenfriamiento previo.

MATERIAL	Porcentaje [%]
Genérico	10 ÷ 30
Vegetales (cajas de madera)	8 ÷ 16
Huevos frescos (cartones con alvéolos)	15 ÷ 20
Mantequilla congelada (cajas)	5
Carnes frescas	0
Productos congelados en general	≈ 0
Tarimas (palets)	4 ÷ 5
Productos almacenados en cristal	hasta 100%

Tabla 12: Enfriamiento de embalajes. Porcentaje másico relativo de embalajes con referencia a masa del producto.

$$Q'_1 = 5.281,25 \frac{kg}{día} * 0 * 0 \frac{kJ}{kg^{\circ}C} * (-9^{\circ}C - (-18^{\circ}C)) = 0 \frac{kJ}{día}$$

2.2. Segunda carga térmica: Transmisión de calor en cerramientos (Q₂)

Fórmulas utilizadas

$$Q_2 = \frac{\phi}{1.000} * S \qquad e_{Aislante} = \frac{k_a * (T_{Exterior} - T_{Camara})}{\phi}$$

Q₂ para la conservación de melocotones

Se empieza calculando las diferentes superficies.

Superficies exteriores

$$S_{Pared\ longitudinal\ izquierda} = 13m * 6m = 78m^2$$

$$S_{Pared\ transversal\ trasera} = 13m * 6m = 78m^2$$

$$S_{Techo} = 13m * 13m = 169m^2$$

El suelo se considerará exterior, ya que estará suspendido mediante pilares.

$$S_{Suelo} = 13m * 13m = 169m^2$$

En las siguientes paredes, solo se tendrá en cuenta la mitad de la superficie que asoma al exterior, ya que ésta cámara frigorífica posee el doble de altura que la de carne.

$$S_{Pared\ longitudinal\ derecha} = 13m * 3m = 39m^2$$

$$S_{Pared\ transversal\ delantera} = 13m * 3m = 39m^2$$

Por último se procede a calcular la superficie exterior total.

$$S_{Total\ Exterior} = 2 * (78m^2 + 169m^2 + 39m^2) = 572\ m^2$$

Superficies interiores

$$S_{Pared\ camara\ adyacente} = 13m * 3m = 39m^2$$

$$S_{Pared\ pasillo} = 13m * 3m = 39m^2$$

Flujos de calor ϕ

El flujo de calor exterior está fijado para cámaras a temperatura negativa en $6\ W/m^2$ por el Real Decreto 138/2011, instrucción IF-11.

Flujo de calor exterior:

- $\phi_{Exterior}: 6\ \frac{W}{m^2}$

Se calculan ahora los incrementos de temperatura.

$$\Delta T_{Exterior} = (31,80\ ^\circ C - (-0,30\ ^\circ C)) = 32,10\ ^\circ C$$

$$\Delta T_{Camara\ adyacente} = (-18\ ^\circ C - (-0,30\ ^\circ C)) = -17,70\ ^\circ C$$

El pasillo es un espacio no climatizado, por lo tanto, se aplicará la expresión contemplada en el Real Decreto 138/2011, instrucción IF-11 "espacios no climatizados".

$$T_{Pasillo} = \frac{T_{Camara} + T_{Exterior}}{2}$$

$$T_{Pasillo} = \frac{(-0,30\text{ }^{\circ}\text{C}) + 31,80\text{ }^{\circ}\text{C}}{2} = 15,75\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{Pasillo} = (15,75\text{ }^{\circ}\text{C} - (-0,30\text{ }^{\circ}\text{C})) = 16,05\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Los siguientes flujos de calor se obtienen del cálculo de proporcionalidad.

$$\phi_{Camara\ adyacente} = \frac{6\ \frac{W}{m^2} * (-17,70\text{ }^{\circ}\text{C})}{32,10\text{ }^{\circ}\text{C}} = -3,31\ \frac{W}{m^2}$$

$$\phi_{Camara\ adyacente} = -3,31\ \frac{W}{m^2}$$

$$\phi_{Pasillo} = 3\ \frac{W}{m^2}$$

$$Q_{Exterior} = \frac{6\ \frac{W}{m^2}}{1.000} * 572\ m^2 = 3,43\ kW$$

$$Q_{Camara\ adyacente} = \frac{-3,31\ \frac{W}{m^2}}{1.000} * 39\ m^2 = -0,13\ kW$$

$$Q_{Pasillo} = \frac{3\ \frac{W}{m^2}}{1.000} * 39\ m^2 = 0,12\ kW$$

Cálculos de Q_2

$$Q_2 = Q_{Exterior} + Q_{Camara\ adyacente} + Q_{Pasillo}$$

$$Q_2 = 3,43\ kW + (-0,13\ kW) + 0,12\ kW = 3,42\ kW$$

Cambio de unidades

Equivalencia: $1\ kW = 3600\ \frac{kJ}{h}$

$$Q_2 = \frac{3,42\ kW * 3600\ \frac{kJ}{h}}{1\ kW} * 24\ h = 295.488\ \frac{kJ}{día}$$

A continuación se procede a calcular el espesor del aislante

$$e_{\text{Aislante}} = \frac{0,024 \frac{W}{m^{\circ}C} * (31,80^{\circ}C - (-0,30^{\circ}C))}{6 \frac{W}{m^2}} = 0,1284 m \equiv 12,84 cm$$

Debido a que el resultado del espesor del aislante no tiene un valor comercial, se escoge un espesor de aislante comercial inmediatamente superior al resultado obtenido.

$$e_{\text{Aislante}} = 15 cm$$

Q₂ para la conservación de carne de vacuno magro congelada en cuartos

Se emplea el mismo proceso utilizado para los melocotones, explicando tan sólo las diferencias.

Superficies exteriores

$$S_{\text{Pared longitudinal derecha}} = 13m * 3m = 39m^2$$

$$S_{\text{Pared transversal trasera}} = 13m * 3m = 39m^2$$

$$S_{\text{Techo}} = 13m * 13m = 169m^2$$

$$S_{\text{Suelo}} = 13m * 13m = 169m^2$$

$$S_{\text{Total Exterior}} = 2 * (39m^2 + 169m^2) = 416 m^2$$

Superficies interiores

$$S_{\text{Pared camara adyacente}} = 13m * 3m = 39m^2$$

$$S_{\text{Pared pasillo}} = 13m * 3m = 39m^2$$

Flujos de calor ϕ

El flujo de calor exterior está fijado para cámaras a temperatura negativa en 6 W/m^2 por el Real Decreto 138/2011, instrucción IF-11.

Flujo de calor exterior:

- $\phi_{\text{Exterior}}: 6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

Se calculan ahora los incrementos de temperatura.

$$\Delta T_{\text{Exterior}} = (31,80 \text{ }^\circ\text{C} - (-18 \text{ }^\circ\text{C})) = 49,80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{\text{Camara adyacente}} = (-0,30 \text{ }^\circ\text{C} - (-18 \text{ }^\circ\text{C})) = 17,70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{Pasillo}} = \frac{(-18 \text{ }^\circ\text{C}) + 31,80 \text{ }^\circ\text{C}}{2} = 6,90 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{Real Decreto 138/2011, inst. IF-11})$$

$$\Delta T_{\text{Pasillo}} = (6,90 \text{ }^\circ\text{C} - (-18 \text{ }^\circ\text{C})) = 24,90 \text{ }^\circ\text{C}$$

Los siguientes flujos de calor se obtienen del cálculo de proporcionalidad.

$$\phi_{\text{Camara adyacente}} = 2,13 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\phi_{\text{Pasillo}} = 3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$Q_{\text{Exterior}} = \frac{6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1.000} * 416 \text{ m}^2 = 2,50 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{Camara adyacente}} = \frac{2,13 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1.000} * 39 \text{ m}^2 = 0,08 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{Pasillo}} = \frac{3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1.000} * 39 \text{ m}^2 = 0,12 \text{ kW}$$

Cálculos de Q_2

$$Q_2 = Q_{\text{Exterior}} + Q_{\text{Camara adyacente}} + Q_{\text{Pasillo}}$$

$$Q_2 = 2,50 \text{ kW} + 0,08 \text{ kW} + 0,12 \text{ kW} = 2,70 \text{ kW}$$

Cambio de unidades

$$Q_2 = \frac{2,70 \text{ kW} * 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}}{1 \text{ kW}} * 24 \text{ h} = 233.280 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

A continuación se procede a calcular el espesor del aislante

$$e_{\text{Aislante}} = \frac{0,024 \frac{\text{W}}{\text{m}^{\circ}\text{C}} * (31,80 \text{ }^{\circ}\text{C} - (-18 \text{ }^{\circ}\text{C}))}{6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} = 0,1992 \text{ m} \equiv 19,92 \text{ cm}$$

Debido a que el resultado del espesor del aislante no tiene un valor comercial, se escoge un espesor de aislante comercial inmediatamente superior al resultado obtenido.

$$e_{\text{Aislante}} = 20 \text{ cm}$$

2.3. Tercera carga térmica: Respiración del producto (Q₃)

Fórmulas utilizadas

$$x = \frac{M_d}{M_T} \quad Q_3 = (1 - x) * M_T * q_a(T_{\text{Camara}}) + x * M_T * q_a(T_{\text{Exterior}})$$

Q₃ para la conservación de melocotones

Primero se procede a calcular el factor de entrada x

$$x = \frac{35.490 \text{ kg}}{141.960 \text{ kg}} = 0,25$$

En la siguiente tabla se muestran los calores de respiración de las frutas (tabla 13).

PRODUCTO	a 25 °C [kJ/Tm/24h.]	a 0°C [kJ/Tm/24h.]	a 20 °C [kJ/Tm/24h.]
Limón	3349	419	
Naranja	3349	419	
Melocotón	15906	1674	
Manzana	7534	837	
Pera	13813	837	
Ciruela	4604	837	
Uva	6279	1256	
Fresa	16743	3767	
Frambuesa	20929	4604	
Melón	4186	209	
Plátano (verde o maduro)			8790
Plátano madurando			10046

Tabla 13: Calor de respiración de frutas.

Se consideran los valores de respiración indicados en la tabla anterior (tabla 13), por ser la entrada del producto simultánea.

Parámetros de respiración:

- $q_a(T_{\text{Cámara}}): 1.674 \frac{\text{kJ}}{\text{Tn} \cdot \frac{24\text{h}}{24\text{h}}}$
- $q_a(T_{\text{Exterior}}): 15.906 \frac{\text{kJ}}{\text{Tn} \cdot \frac{24\text{h}}{24\text{h}}}$

Cálculos de Q_3

$$Q_3 = \left[(1 - 0,25) * 141,96 \text{ Tn} * 1.674 \frac{\text{kJ}}{\text{Tn} \cdot \frac{24\text{h}}{24\text{h}}} + 0,25 * 141,96 \text{ Tn} * 15.906 \frac{\text{kJ}}{\text{Tn} \cdot \frac{24\text{h}}{24\text{h}}} \right]$$

$$= 742.734,72 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

Q_3 para la conservación de carne de vacuno magro congelada en cuartos

No procede, dado que en los animales, los tejidos orgánicos mueren poco después de efectuado el sacrificio.

2.4. Cuarta carga térmica: Renovación de aire (Q₄)

Fórmulas utilizadas

$$N = \frac{70}{\sqrt{V}} \quad [\text{Refrigeración}] \qquad N = \frac{85}{\sqrt{V}} \quad [\text{Congelación}]$$

$$Q_4 = \frac{N \cdot V \cdot (h_{\text{Exterior}} - h_{\text{Interior}})}{V_{\text{esp. Exterior}}}$$

Q₄ para la conservación de melocotones

Primero se procede a calcular el número de renovaciones N.

$$N = \frac{70}{\sqrt{(13 \text{ m} * 13 \text{ m} * 6 \text{ m})}} = 2,20 \frac{\text{Renovaciones}}{\text{día}}$$

Cálculos de Q₄

$$h_{\text{Exterior}}: 67,10 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}_{\text{a.s.}}} \quad (\text{Obtenida en el apartado 1.1. del presente documento})$$

$$h_{\text{Interior}}: 8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}_{\text{a.s.}}} \quad (\text{Obtenida en el apartado 1.2. del presente documento})$$

$$V_{\text{esp. Exterior}}: 0,8830 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}_{\text{a.s.}}} \quad (\text{Obtenido en el apartado 1.1. del presente documento})$$

$$Q_4 = \frac{2,20 * (13 \text{ m} * 13 \text{ m} * 6 \text{ m}) * (67,10 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}_{\text{a.s.}}} - 8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}_{\text{a.s.}}})}{0,8830 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}_{\text{a.s.}}}} = 149.309,49 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

Q₄ para la conservación de carne de vacuno magro congelada en cuartos

Se procede a calcular el número de renovaciones N.

$$N = \frac{85}{\sqrt{(13 \text{ m} * 13 \text{ m} * 3 \text{ m})}} = 3,77 \frac{\text{Renovaciones}}{\text{día}}$$

Calculo Q₄

$h_{\text{Interior}}: -16,30 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}_{\text{a.s.}}}$ (Obtenida en el apartado 1.3. del presente documento)

$$Q_4 = \frac{3,77 * (13 \text{ m} * 13 \text{ m} * 3 \text{ m}) * (67,10 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}_{\text{a.s.}}} - (-16,30 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}_{\text{a.s.}}})}{0,8830 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}_{\text{a.s.}}}} = 180.532,19 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

2.5. Otras cargas térmicas a considerar

2.5.1. Carga térmica de iluminación (Q_L)

Fórmula utilizada

$$Q_L = \frac{P_L * S_{\text{Techo}} * \left(\frac{N^{\circ} \text{ horas laborables}}{24 \text{ h}} \right)}{1.000}$$

En ambas cámaras frigoríficas se tendrá la misma superficie de techo, con lo que la carga térmica de iluminación será la misma.

Cálculos de Q_L

Aplicando la fórmula directamente se obtiene que:

$$Q_L = \frac{8 \frac{W}{m^2} * 169 m^2 * \frac{8 h}{24 h}}{1.000} = 0,45 kW$$

Cambio de unidades

$$Q_L = \frac{0,45 kW * 3600 \frac{kJ}{h}}{1 kW} * 24 h = 38.880 \frac{kJ}{día}$$

2.5.2. Carga térmica de ocupación (Q_P)

Fórmula utilizada

$$Q_P = \frac{q_p * N^{\circ} operarios * \left(\frac{N^{\circ} horas laborables}{24 h} \right)}{1.000}$$

Q_P para la conservación de melocotones

Cálculos de Q_P

Aplicando la fórmula directamente se obtiene que:

$$Q_P = \frac{270 W * 3 * \frac{8 h}{24 h}}{1.000} = 0,27 kW$$

Cambio de unidades

$$Q_P = \frac{0,27 kW * 3600 \frac{kJ}{h}}{1 kW} * 24 h = 23.328 \frac{kJ}{día}$$

Q_P para la conservación de carne de vacuno magro congelada en cuartos

Cálculos de Q_P

Aplicando la fórmula directamente se obtiene que:

$$Q_P = \frac{375 \text{ W} * 3 * \frac{8 \text{ h}}{24 \text{ h}}}{1.000} = 0,38 \text{ kW}$$

Cambio de unidades

$$Q_P = \frac{0,38 \text{ kW} * 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}}{1 \text{ kW}} * 24 \text{ h} = 32.832 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

2.5.3. Carga térmica de motores internos "Carretillas elevadoras" (Q_M)

Fórmula utilizada

$$Q_M = \frac{P_{Nominal}}{R_{motor}} * N^{\circ} \text{ Carretillas simultáneas} * \frac{N^{\circ} \text{ horas laborables}}{24 \text{ h}}$$

En ambas cámaras frigoríficas se tendrán el mismo número de carretillas simultáneas, con lo que la carga térmica de motores internos será la misma.

Cálculos de Q_M

Aplicando la fórmula directamente se obtiene que:

$$Q_M = \frac{1,3 \text{ kW}}{0,7} * 1 * \frac{8 \text{ h}}{24 \text{ h}} = 0,62 \text{ kW}$$

Cambio de unidades

$$Q_M = \frac{0,62 \text{ kW} * 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}}{1 \text{ kW}} * 24 \text{ h} = 53.568 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

2.5.4. Carga térmica de elementos de trasiego (Q_v)

Fórmulas utilizadas

$$\Sigma Q = Q_1 + Q'_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_L + Q_P + Q_M$$

$$Q_V = 0,10 * \Sigma Q * \frac{\text{Nº horas funcionamiento instalación}}{24 \text{ h}}$$

Q_v para la conservación de melocotones

Cálculos de Q_v

Se procede a contar todas las cargas térmicas.

$$\begin{aligned} \Sigma Q &= 2.857.051,47 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 553.998,90 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 295.488 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 742.734,72 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} \\ &+ 149.309,49 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 38.880 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 23.328 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 53.568 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} \\ &= 4.714.358,58 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} \end{aligned}$$

Enrique Torrella (2015), indica que el periodo de funcionamiento de la instalación estará comprendido entre 18 y 22 horas.

Nº horas funcionamiento instalación: 18 h (Lo más desfavorable)

$$Q_V = 0,10 * 4.714.358,58 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} * \frac{18 \text{ h}}{24 \text{ h}} = 353.576,89 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

Q_v para la conservación de carne de vacuno magro congelada en cuartos

Cálculos de Q_v

El procedimiento será el mismo que en el caso anterior.

$$\begin{aligned}\Sigma Q &= 83.655 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 0 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 233.280 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 0 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 180.532,19 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} \\ &+ 38.880 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 32.832 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} + 53.568 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} = 622.747,19 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}\end{aligned}$$

$$Q_v = 0,10 * 622.747,19 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} * \frac{18 \text{ h}}{24 \text{ h}} = 46.706,04 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

2.6. Gráfico de columnas: Cargas térmicas

Melocotones (Refrigeración)

En el siguiente gráfico se puede apreciar de forma visual el valor de cada carga térmica, (gráfico 1).



Gráfico 1: Gráfico de columnas: Cargas térmicas.

Se observa como el valor más significativo es Q_1 (enfriamiento del producto), esto se debe a que el mayor calor introducido en la cámara frigorífica es el producto.

Carne de vacuno de magro en cuartos (Congelación)

En el siguiente gráfico se puede apreciar de forma visual el valor de cada carga térmica, (gráfico 2).

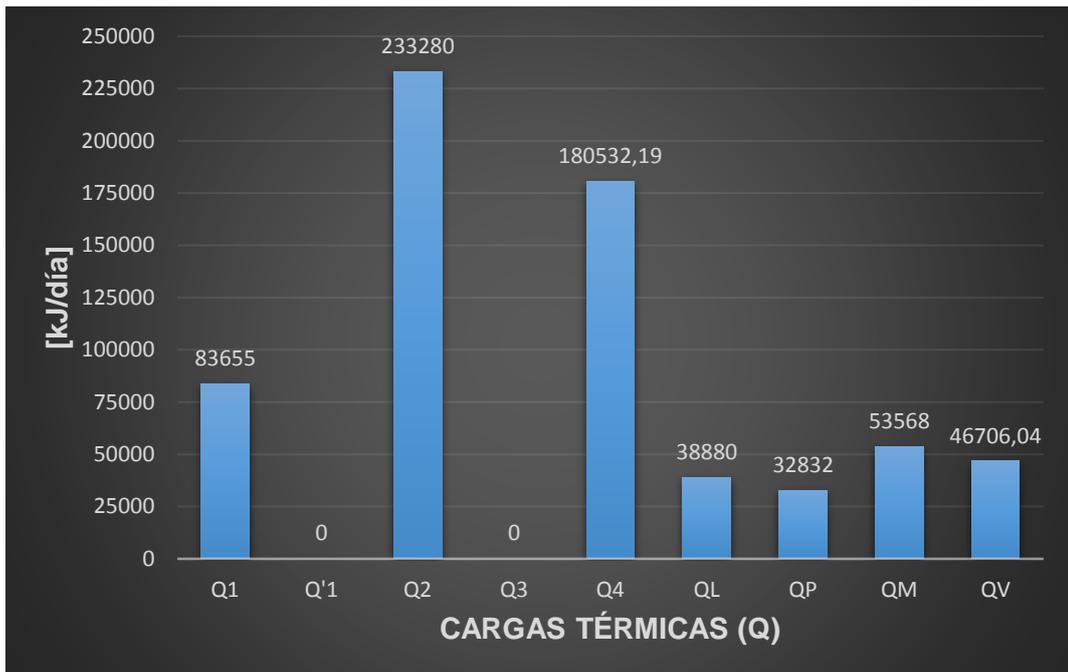


Gráfico 2: Gráfico de columnas: Cargas térmicas.

En ésta ocasión, el mayor calor introducido en la cámara frigorífica es Q_2 (transmisión de calor en cerramientos).

El producto ésta vez es introducido congelado, por lo tanto su calor desprendido será muy inferior que en el caso de los melocotones.

3. Carga térmica total (Q_T) y coeficiente de seguridad (Q'_T)

Fórmulas utilizadas

$$Q_T = \sum Q + Q_V$$

$$Q'_T = 1,05 * Q_T$$

Q_T y Q'_T para la conservación de melocotones

$$Q_T = 4.714.358,58 \frac{kJ}{día} + 353.576,89 \frac{kJ}{día} = 5.067.935,47 \frac{kJ}{día}$$

A la carga térmica total se le da un porcentaje de mayoración del 5%.

$$Q'_T = 1,05 * 5.067.935,47 \frac{kJ}{día} = 5.321.332,24 \frac{kJ}{día}$$

Q_T y Q'_T para la conservación de carne de vacuno magro congelada en cuartos

$$Q_T = 622.747,19 \frac{kJ}{día} + 46.706,04 \frac{kJ}{día} = 669.453,23 \frac{kJ}{día}$$

$$Q'_T = 1,05 * 669.453,23 \frac{kJ}{día} = 702.925,89 \frac{kJ}{día}$$

4. Potencia frigorífica necesaria (Q₀)

Fórmula utilizada

$$Q_0 = \frac{Q'_T}{N^{\circ} \text{ horas funcionamiento instalación}}$$

Q₀ para la conservación de melocotones

Aplicando la fórmula directamente se obtiene que:

$$Q_0 = \frac{5.321.332,24 \frac{kJ}{día}}{18 \frac{h}{día}} = 295.629,57 \frac{kJ}{h}$$

Cambio de unidades

$$Q_0 = \frac{295.629,57 \frac{kJ}{h} * 1 kW}{3600 \frac{kJ}{h}} = 82,12 kW$$

Q₀ para la conservación de carne de vacuno magro congelada en cuartos

Aplicando la fórmula directamente se obtiene que:

$$Q_0 = \frac{702.925,89 \frac{kJ}{día}}{18 \frac{h}{día}} = 39.051,44 \frac{kJ}{h}$$

Cambio de unidades

$$Q_0 = \frac{39.051,44 \frac{kJ}{h} * 1 kW}{3600 \frac{kJ}{h}} = 10,85 kW$$

5. Selección de componentes de la instalación frigorífica

5.1. Compresores

Fórmulas utilizadas

$$P * V = n * R * T \quad \longrightarrow \quad \rho = \frac{Mm * P}{R * T}$$

$$Q_{Compresor} = \rho * \Delta h * \dot{V} * \eta_V$$

$$Q_K = Q_{Compresor} + (Pabs_{Compresor} * 0,95)$$

Melocotones

Punto de funcionamiento

Para la obtención del punto de funcionamiento, será necesario situar los focos térmicos con un incremento de temperatura (ΔT) establecido por el ingeniero/diseñador.

$$\Delta T_{\text{Evaporación}} = 4,70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{\text{Condensación}} = 14,20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Las temperaturas de evaporación (T_0) y condensación (T_K) quedarán expresadas de la siguiente manera:

$$T_0 = -0,30 \text{ }^{\circ}\text{C} - 4,70 \text{ }^{\circ}\text{C} = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_K = 31,80 \text{ }^{\circ}\text{C} + 14,20 \text{ }^{\circ}\text{C} = 46 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Selección del modelo comercial

Con los resultados obtenidos en el apartado anterior, la potencia frigorífica necesaria y el gas refrigerante seleccionado R-290, se procede a la selección de un determinado compresor mediante el software denominado "Select 7.13."

Debido a que este gas refrigerante es inflamable, su aplicación tan sólo se extiende a pequeñas máquinas de refrigeración y no para cámaras frigoríficas, por ello, ha sido imposible la localización de todos sus componentes tanto de catálogo como de software. Por esta razón, en la selección del compresor se ha considerado como gas refrigerante de referencia el R-404a, en lugar del gas empleado.

A continuación aparecen los cálculos necesarios para obtener los componentes "supuestos" para el gas empleado, a partir de los datos del catálogo/software del gas de referencia.

Compresor seleccionado como referencia

Gas refrigerante: R-404a

Modelo: *ZFD41K5E-TFD EVI*

Potencia frigorífica: 32,10 kW

Potencia absorbida: 11,85 kW

Desplazamiento: $35,30 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

Cálculos de $Q_{\text{compresor}}$

Mm (R-404a): $97,61 \frac{g}{mol}$ (Obtenida de internet)

Mm (R-290): $44,10 \frac{g}{mol}$ (Obtenida de internet)

R: $0,0821 \frac{atm \cdot l}{mol \cdot K}$ (Obtenida de internet)

Entalpias específicas R-404a

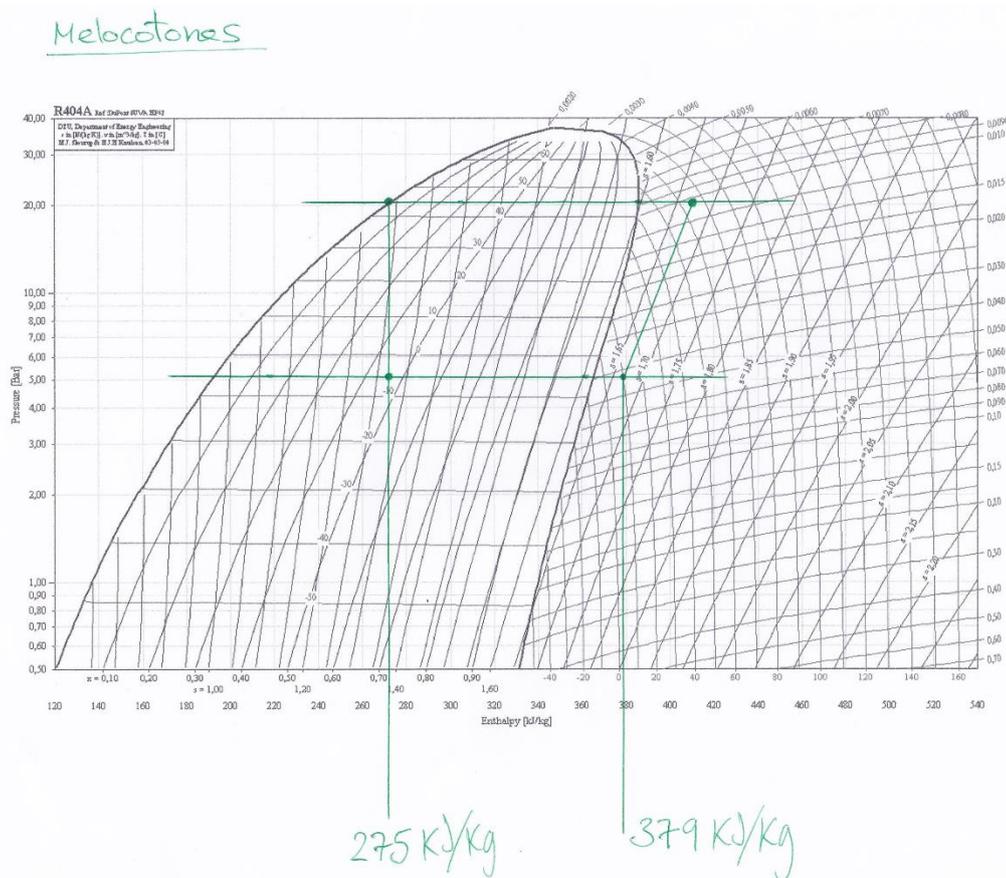


Imagen 1: Diagrama P-h (R-404a).

Entalpias específicas R-290

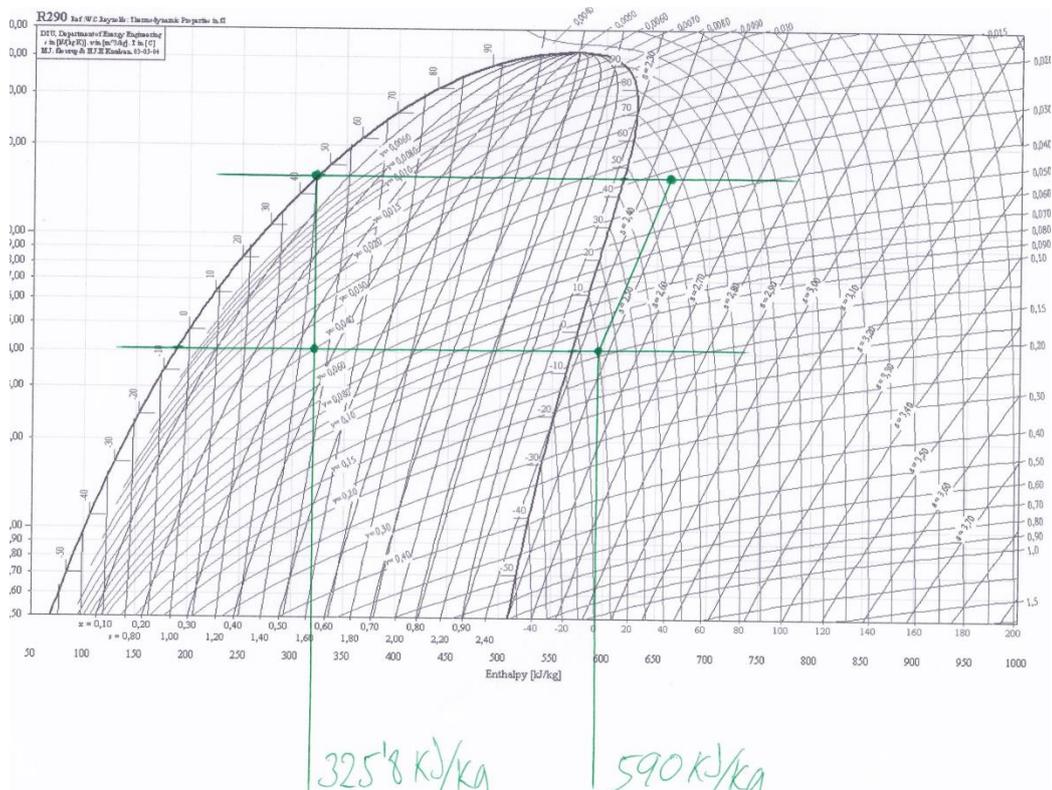


Imagen 2: Diagrama P-h (R-290).

Aplicando la fórmula directamente se obtiene que:

$$\rho_{R-404a} (-5^{\circ}\text{C}) = \frac{97,61 \frac{\text{g}}{\text{mol}} * 5,072 \text{ atm}}{0,0821 \frac{\text{atm} * \text{l}}{\text{mol} * \text{K}} * 268 \text{ K}} = 22,50 \frac{\text{g}}{\text{l}} \equiv 22,50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

A continuación se procede a la obtención del rendimiento volumétrico (η_v), despejando η_v de la fórmula de la potencia del compresor.

$$\eta_v = \frac{115.560 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}}{22,50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 35,30 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * (379 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 275 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})} = 1,39$$

Se mantiene el η_v en ambos compresores.

Se calcula ahora la densidad del gas refrigerante R-290.

$$\rho_{R-290} (-5^{\circ}C) = \frac{44,10 \frac{g}{mol} * 4,006 atm}{0,0821 \frac{atm * l}{mol * K} * 268 K} = 8,03 \frac{g}{l} \equiv 8,03 \frac{kg}{m^3}$$

Por último, se estima la potencia del compresor con gas refrigerante R-290 de la siguiente manera:

$$Q_{Compresor} = 8,03 \frac{kg}{m^3} * \left(590 \frac{kJ}{kg} - 325,80 \frac{kJ}{kg} \right) * 35,30 \frac{m^3}{h} * 1,39 = 104.096,92 \frac{kJ}{h}$$

Cambio de unidades

$$Q_{Compresor} = \frac{104.096,92 \frac{kJ}{h} * 1 kW}{3600 \frac{kJ}{h}} = 28,92 kW$$

Serán necesarios tres compresores de este supuesto modelo, más uno para poder realizar operaciones de mantenimiento.

$$Q_{Compresores} = 28,92 kW * 3 unidades = 86,76 kW$$

Nº Compresores = 3 + 1 = 4 Compresores

Potencia del evaporador = Potencia del compresor: 28,92 kW

Aplicando la fórmula de la potencia del condensador (Q_K) se obtiene que:

$$Q_K = 28,92 kW + (11,85 kW * 0,95) = 40,18 kW$$

Potencia del condensador: 40,18 kW

*Más información técnica en el documento 4 "pliego de condiciones", del presente proyecto.

Carne de vacuno magro congelada en cuartos

Punto de funcionamiento

Aplicando la misma metodología que en el caso de los melocotones se obtiene que:

$$\Delta T_{\text{Evaporación}} = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{\text{Condensación}} = 14,20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_0 = -18 \text{ } ^\circ\text{C} - 5 \text{ } ^\circ\text{C} = -23 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_K = 31,80 \text{ } ^\circ\text{C} + 14,20 \text{ } ^\circ\text{C} = 46 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Selección del modelo comercial

Compresor seleccionado como referencia

Gas refrigerante: R-404a

Modelo: *ZB66K5E-TFD*

Potencia frigorífica: 6,98 kW

Potencia absorbida: 7,08 kW

Desplazamiento: $25,70 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

Cálculos de $Q_{\text{Compresor}}$

Mm (R-404a): $97,61 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ (Obtenida de internet)

Mm (R-290): $44,10 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ (Obtenida de internet)

R: $0,0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ (Obtenida de internet)

Entalpias específicas R-404a

Vacuno

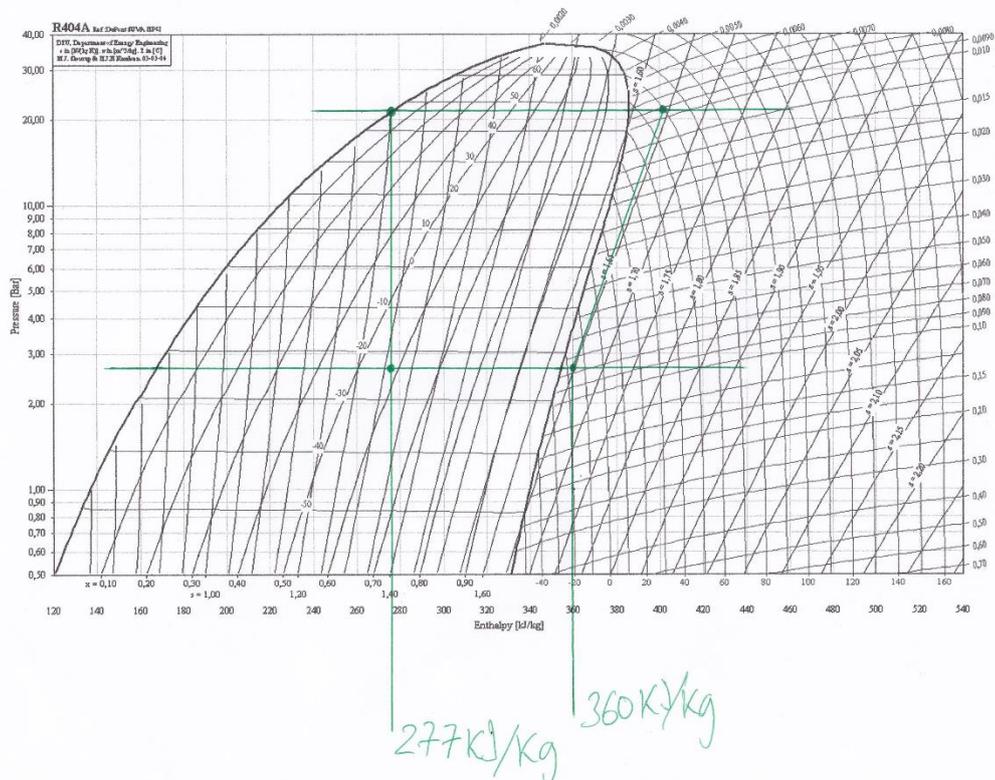


Imagen 3: Diagrama P-h (R-404a).

Entalpias específicas R-290

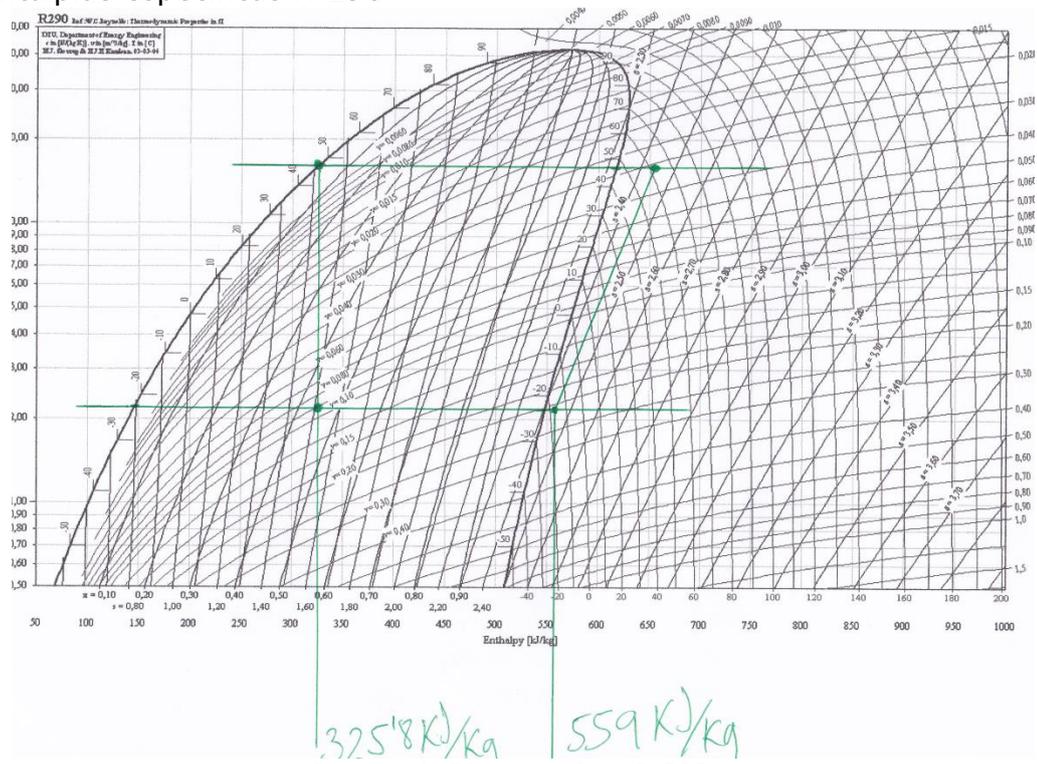


Imagen 4: Diagrama P-h (R-290).

Aplicando la fórmula directamente se obtiene que:

$$\rho_{R-404a} (-23\text{ }^{\circ}\text{C}) = \frac{97,61 \frac{\text{g}}{\text{mol}} * 2,668 \text{ atm}}{0,0821 \frac{\text{atm} * \text{l}}{\text{mol} * \text{K}} * 250 \text{ K}} = 12,69 \frac{\text{g}}{\text{l}} \equiv 12,69 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\eta_v = \frac{25.128 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}}{12,69 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 25,70 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * (360 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 277 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})} = 0,93$$

Se mantiene el η_v en ambos compresores.

$$\rho_{R-290} (-23\text{ }^{\circ}\text{C}) = \frac{44,10 \frac{\text{g}}{\text{mol}} * 2,161 \text{ atm}}{0,0821 \frac{\text{atm} * \text{l}}{\text{mol} * \text{K}} * 250 \text{ K}} = 4,64 \frac{\text{g}}{\text{l}} \equiv 4,64 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q_{\text{Compresor}} = 4,64 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \left(559 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 325,80 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) * 25,70 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 0,93 = 25.862,03 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

Cambio de unidades

$$Q_{\text{Compresor}} = \frac{25.862,03 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} * 1 \text{ kW}}{3600 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}} = 7,18 \text{ kW}$$

Serán necesarios dos compresores de este supuesto modelo, más uno para poder realizar operaciones de mantenimiento.

$$Q_{\text{Compresores}} = 7,18 \text{ kW} * 2 \text{ unidades} = 14,36 \text{ kW}$$

Nº Compresores = 2 + 1 = 3 Compresores

Potencia del evaporador = Potencia del compresor: 7,18 kW

Aplicando la fórmula de la potencia del condensador (Q_K) se obtiene que:

$$Q_K = 7,18 \text{ kW} + (7,08 \text{ kW} * 0,95) = 13,91 \text{ kW}$$

Potencia del condensador: *13,91 kW*

*Más información técnica en el documento 4 "pliego de condiciones", del presente proyecto.

5.2. Evaporadores

Melocotones

Con todos los datos reunidos hasta este punto, se procede a la selección del tipo de evaporador mediante catálogo.

Selección del modelo comercial

Evaporador seleccionado como referencia

Catálogo: Pecomark

Gas refrigerante: R-404a

Modelo: *IDE 54 B-10 BV*

Potencia: 32,75 kW

Superficie total: 268,10 m²

Serán necesarios tres evaporadores de este modelo en concreto.

$$Q_{Evaporadores} = 32,75 \text{ kW} * 3 = 98,25 \text{ kW}$$

Nº de evaporadores: *3*

Carne de vacuno magro congelada en cuartos

Con todos los datos reunidos hasta este punto, se procede a la selección del tipo de evaporador mediante catálogo.

Selección del modelo comercial

Evaporador seleccionado como referencia

Catálogo: Pecomark

Gas refrigerante: R-404a

Modelo: *CTE-501 B8 HG/ED*

Potencia: 7,46 kW

Superficie total: 44,55 m²

Serán necesarios dos evaporadores de este modelo en concreto.

$$Q_{Evaporadores} = 7,46 \text{ kW} * 2 = 14,92 \text{ kW}$$

Nº de evaporadores: 2

5.3. Condensadores

Melocotones

Con todos los datos reunidos hasta este punto, se procede a la selección del tipo de condensador mediante catálogo.

Selección del modelo comercial

Condensador seleccionado como referencia

Catálogo: Pecomark

Gas refrigerante: R-404a

Modelo: *UPH-264-1200*

Potencia: 48,27 kW

Serán necesarios dos condensadores de este modelo en concreto.

$$Q_{\text{Condensadores}} = 48,27 \text{ kW} * 2 = 96,54 \text{ kW}$$

Nº de condensadores: *2*

Carne de vacuno magro congelada en cuartos

Selección del modelo comercial

Condensador seleccionado como referencia

Catálogo: Pecomark

Gas refrigerante: R-404a

Modelo: *UPH-80-1200*

Potencia: 19,72 kW

Tan solo será necesario un condensador de este modelo en concreto.

$$Q_{\text{Condensadores}} = 19,72 \text{ kW}$$

Nº de condensadores: *1*

5.4. Resto de componentes

Para el resto de componentes no será necesario realizar ningún cálculo. En su lugar, se empleará el software "Coolselector 2". Los datos obtenidos de cada componente aparecerán de forma detallada en el documento 4 "pliego de condiciones" del presente proyecto.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Diseño de un conjunto de dos cámaras frigoríficas para la conservación de fruta y carne en Valencia

Documento 3: Planos

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica (169)

Alumno: Juan Andreu, Emilio

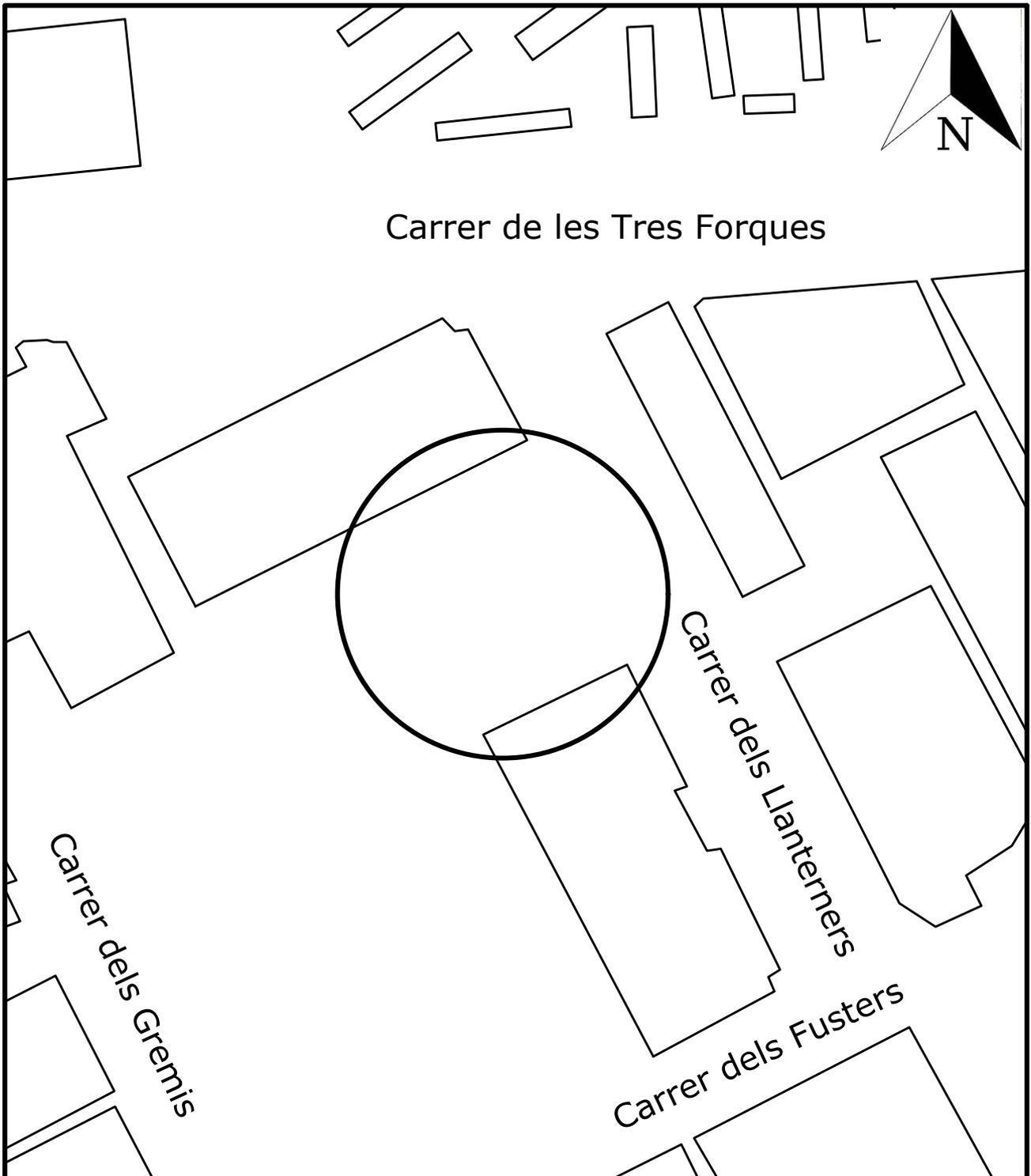
Tutor: Navarro Peris, Emilio

Valencia, Septiembre de 2016

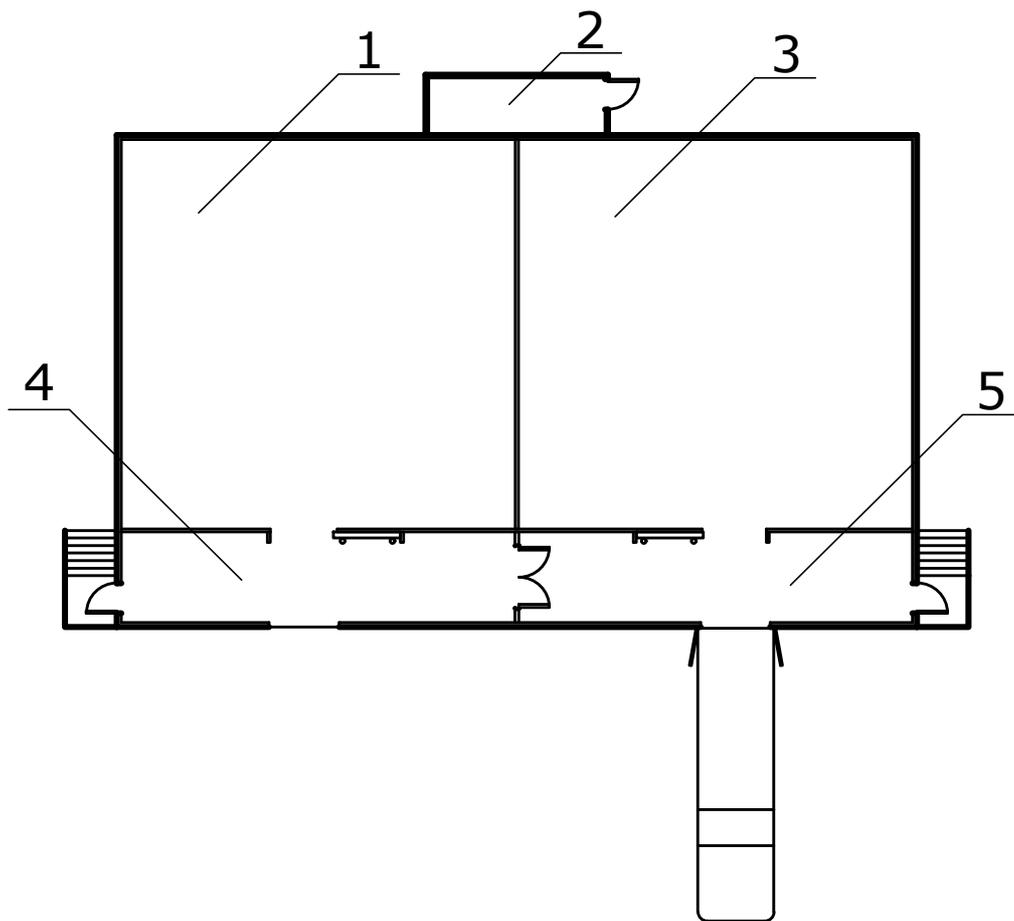
Universidad Politécnica de Valencia

Índice

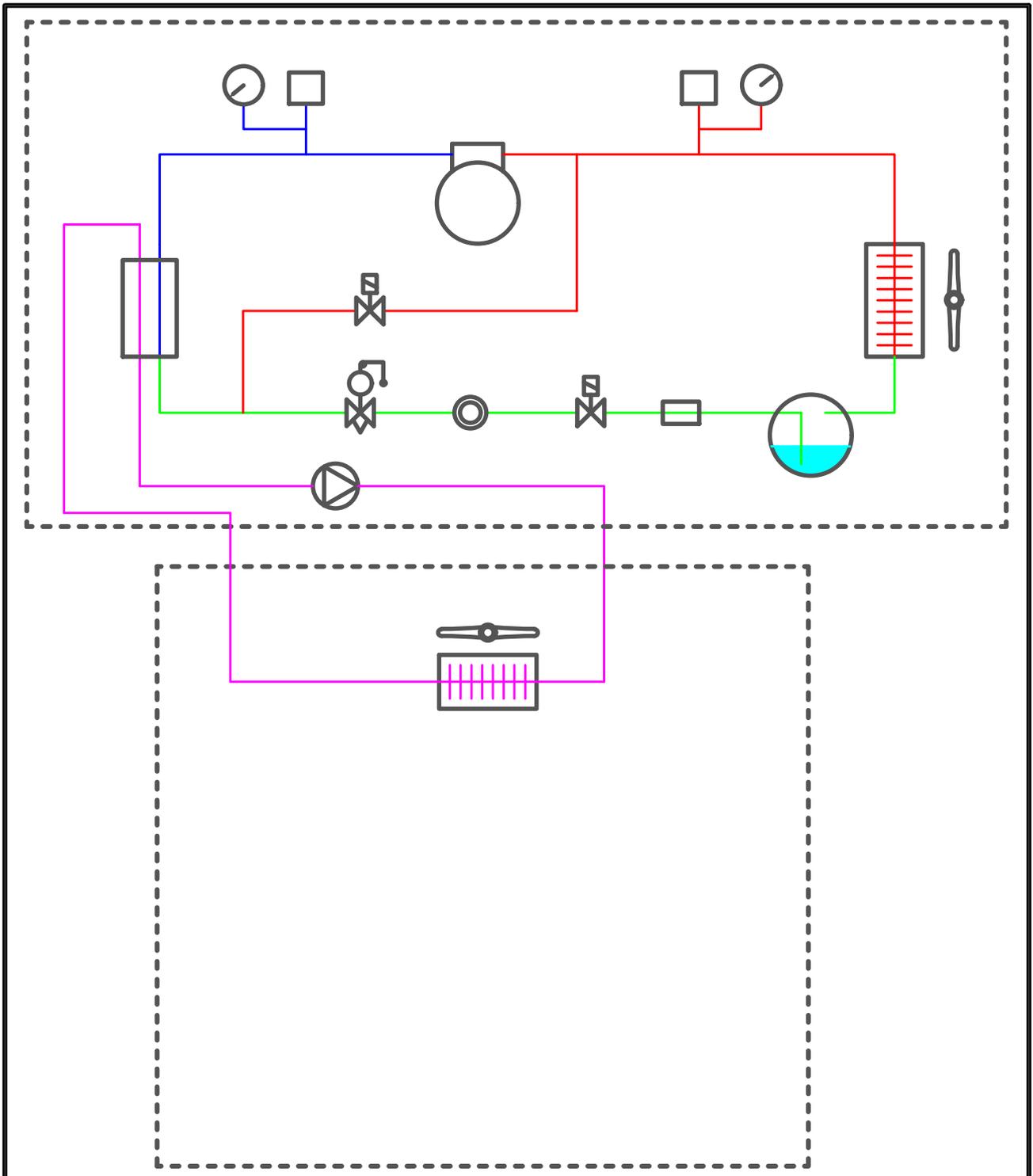
Nombre del plano	Nº de plano
Plano de situación de la parcela (Polígono industrial Vara de Quart)	1
Plano de conjunto cámaras frigoríficas vista en planta	2
Esquema básico de la instalación	3
Plano de instalaciones	4



Projectista: Juan Andreu, Emilio		E.T.S.I.D.  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Escala: 1/2000	Plano de situación de la parcela (Polígono industrial Vara de Quart)	Fecha: 10-08-2016	
		Nº de plano: 1	



5	Pasillo cubierto independiente (vacuno magro)	
4	Pasillo cubierto independiente (melocotones)	
3	Cámara frigorífica de congelación (vacuno magro)	
2	Sala de máquinas	
1	Cámara frigorífica de refrigeración (melocotones)	
Estancia	Descripción	
Proyectista: Juan Andreu, Emilio		E.T.S.I.D.  Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
Escala: 1/250	Plano de conjunto cámaras frigoríficas vista en planta	Fecha: 10-08-2016
		Nº de plano: 2



Proyectista:
Juan Andreu, Emilio

E.T.S.I.D.



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Escala:

S.E.

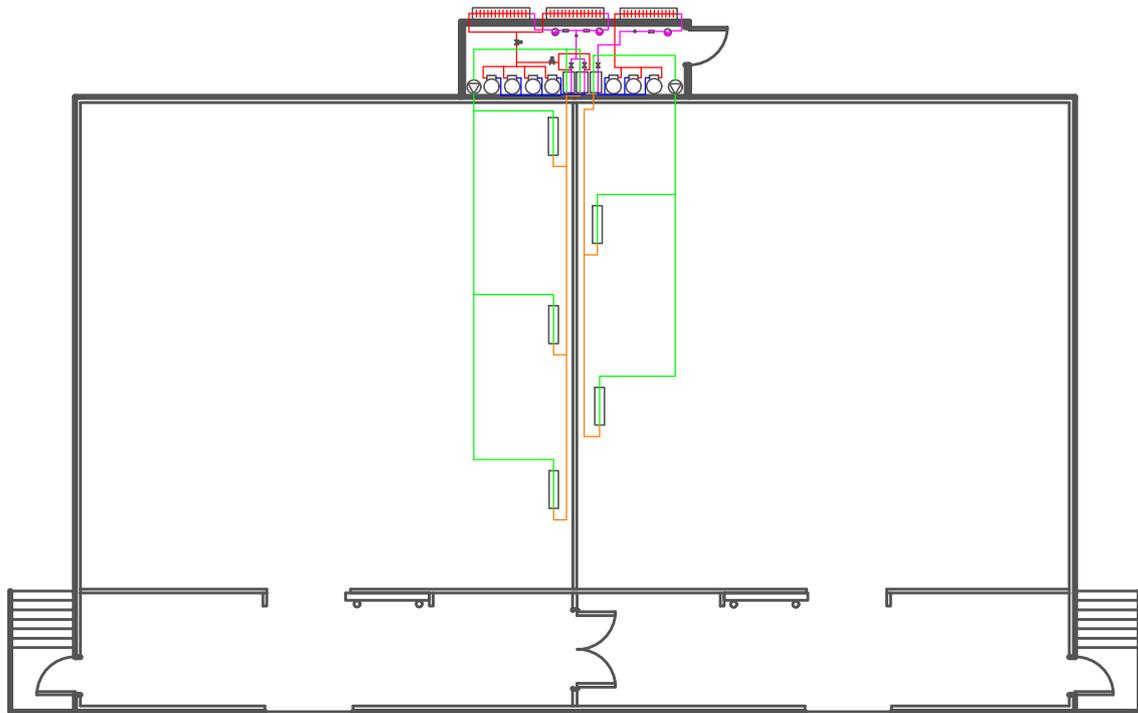
Esquema básico de la
instalación

Fecha:

06-09-2016

Nº de plano:

3



Proyectista:
Juan Andreu, Emilio

E.T.S.I.D.



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Escala:

1/200

Plano de instalaciones

Fecha:

06-09-2016

Nº de plano:

4



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Diseño de un conjunto de dos cámaras frigoríficas para la conservación de fruta y carne en Valencia

Documento 4: Pliego de condiciones

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica (169)

Alumno: Juan Andreu, Emilio

Tutor: Navarro Peris, Emilio

Valencia, Septiembre de 2016

Universidad Politécnica de Valencia

Índice

1. Objeto	3
2. Condiciones de los materiales	3
2.1. Especificación A: Fluido refrigerante R-290	3
2.2. Especificación B: Compresores	4
2.3. Especificación C: Condensadores	6
2.4. Especificación D: Expansores	7
2.5. Especificación E: Evaporadores	8
2.6. Especificación F: Tuberías	9
2.7. Especificación G: Filtros	12
2.8. Especificación H: Válvulas solenoides	13
2.9. Especificación I: Decapantes	13
2.10. Especificación J: Estaños	14
2.11. Especificación K: Aceites	14
2.12. Especificación L: Propilenglicol	15
3. Condiciones de la ejecución	15
4. Pruebas y ajustes finales o de servicio	16

1. Objeto

Para el presente proyecto, se detallan las siguientes especificaciones referidas a las instalaciones de frío industrial de un conjunto de dos cámaras frigoríficas.

2. Condiciones de los materiales

2.1. Especificación A: Fluido refrigerante R-290

Descripción

El fluido refrigerante R-290, o propano, es un hidrocarburo utilizado como refrigerante en refrigeradores domésticos o en pequeños aparatos de refrigeración comercial y en máquinas expendedoras. Gracias a su bajo impacto ambiental y sus propiedades termodinámicas el uso del R-290 va en aumento (Gasservei, 2016).

El presente proyecto posee un carácter innovador al proponer el empleo del R-290 como fluido refrigerante en un conjunto de dos cámaras frigoríficas. Ello conlleva una expansión en la utilización de este gas refrigerante, que se traduce en la instalación más grande diseñada hasta la fecha.

Especificaciones técnicas:

Este tipo de refrigerante pertenece al grupo de baja seguridad (L3): Refrigerantes inflamables o explosivos mezclados con aire en un porcentaje en volumen inferior al 3,5 %, tal y como aparece en el capítulo 2 del artículo 4 Real Decreto 138/2011.

Propiedades físicas:

Masa molecular: 44,10 g/mol

Temperatura de ebullición: -42,10 °C

Temperatura crítica: 96,70 °C

Presión crítica: 42,48 bar

Calor latente a 25 °C: 342 kJ/kg

Inflamabilidad:

Límite inferior de inflamabilidad en volumen: 2,10 %

Límite inferior de inflamabilidad en peso: 0,038 kg/m³

Temperatura de auto-ignición: 470 °C

Control de calidad

Riesgo (R) y seguridad (S)

Fases R:

R12 Extremadamente inflamable.

Fases S:

S16 Consérvese alejado de toda llama o fuente de chispas. No fumar.

S29 No tirar los residuos por el desagüe.

S33 Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.

S43 En caso de incendio, utilizar agua pulverizada o espuma.

S9 Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.

Otros riesgos:

El contacto directo con el líquido puede provocar congelaciones.

2.2. Especificación B: CompresoresDescripción

Ambos tipos de compresores han sido seleccionados mediante el software "Select 7.13".

Melocotones

Especificaciones técnicas:

Modelo: *ZFD41K5E-TFD EVI*

Refrigerantes: R-404a ; R-407a ; R-407F ; R-448a ; R-449a

Tecnología de compresión: Scroll

Dimensiones (largo * ancho * alto): 310 * 280 * 534 mm

Masa: 66,20 kg

Tensión: 420 v / 3 / 50 Hz

Tipo de motor: TFD

Conexión aspiración ODF: 1 5/8"

Conexión descarga ODF: 1 1/8"

Carga de aceite: 3,37 l

Potencia frigorífica: 32,10 kW

Potencia absorbida: 11,85 kW

Desplazamiento: 35,30 $\frac{m^3}{h}$

C.O.P.: 2,71

Carne de vacuno magro congelada en cuartos

Especificaciones técnicas:

Modelo: *ZB66K5E-TFD*

Refrigerantes: R-404a

Tecnología de compresión: Scroll

Dimensiones (largo * ancho * alto): 280 * 280 * 534 mm

Masa: 59,90 kg

Tensión: 420 v / 3 / 50 Hz

Tipo de motor: TFD

Conexión aspiración ODF: 1 3/8"

Conexión descarga ODF: 1/2"

Carga de aceite: 3,37 l

Potencia frigorífica: 6,98 kW

Potencia absorbida: 7,08 kW

Desplazamiento: 25,70 $\frac{m^3}{h}$

C.O.P.: 0,99

Control de calidad

Ambos compresores han sido obtenidos de un software actual que cumple con las normativas actuales.

2.3. Especificación C: Condensadores

Descripción

Ambos tipos de condensadores han sido seleccionados mediante el catálogo de pecomark 2016.

Melocotones

Especificaciones técnicas:

Modelo: *UPH-264-1200*

Código: 312052

Refrigerantes: R-404a

Dimensiones (ancho * fondo * alto): 1306 * 313 * 1140 mm

Masa: 70,40 kg

Conexión entrada: 1 1/8"

Conexión salida: 7/8"

Potencia: 48,27 kW

Nº de ventiladores: 4

Ø de ventilador: 450 mm

Carne de vacuno magro congelada en cuartos

Especificaciones técnicas:

Modelo: *UPH-80-1200*

Código: 312046

Refrigerantes: R-404a

Dimensiones (ancho * fondo * alto): 1295 * 213 * 520 mm

Masa: 34,60 kg

Conexión entrada: 1/2"

Conexión salida: 1/2"

Potencia: 19,72 kW

Nº de ventiladores: 2

Ø de ventilador: 450 mm

Control de calidad

Ambos condensadores han sido obtenidos de un catálogo actual que cumple con las normativas actuales.

2.4. Especificación D: Expandores

Descripción

Los tipos de expandores han sido seleccionados mediante el software "Coolselector2".

Melocotones

Especificaciones técnicas:

Modelo: *TGE 10-9 NS 16*

Carne de vacuno magro congelada en cuartos

Especificaciones técnicas:

Modelo: *TGE 10-4 NS 10*

Control de calidad

Se han seleccionado los componentes con un software actual que cumple con la normativa vigente.

2.5. Especificación E: Evaporadores

Descripción

Ambos tipos de evaporadores han sido seleccionados mediante el catálogo de pecomark 2016.

Melocotones

Especificaciones técnicas:

Modelo: *IDE 54 B-10 BV*

Código: 301783

Refrigerantes: R-404a ; R-134a

Dimensiones (largo * ancho * alto): 1809 * 4960 * 680 mm

Conexión entrada: 7/8"

Conexión salida: 1 5/8"

Potencia: 32,75 kW

Superficie total: 268,10 m²

Carne de vacuno magro congelada en cuartos

Especificaciones técnicas:

Modelo: *CTE-501 B8 HG/ED*

Código: 302718

Refrigerantes: R-404a ; R-134a

Dimensiones (largo * anchajes): 1184 * 880 mm

Conexión entrada: 1/2"

Conexión salida: 1 3/8"

Potencia: 7,46 kW

Superficie total: 44,55 m²

Control de calidad

Ambos evaporadores han sido obtenidos de un catálogo actual que cumple con las normativas actuales.

2.6. Especificación F: Tuberías

Descripción

Todos los tipos de tuberías han sido seleccionados mediante el software "Coolselector2".

Melocotones

Línea de aspiración

Modelo: *Tubería de cobre ANSI 1 5/8 NS 41*

Longitud: 4,61 m

Material: Cobre ANSI

Ø: 1 5/8"

Velocidad: 11,11 m/s

Línea de descarga

Modelo: *Tubería de cobre ANSI 1 1/8 NS 29*

Longitud: 11,20 m

Material: Cobre ANSI

Ø: 1 1/8"

Línea de líquido

Modelo: *Tubería de cobre ANSI 7/8 NS 22*

Longitud: 8,95 m (R-290)

Material: Cobre ANSI

Ø: 7/8"

Velocidad: 0,76 m/s

Reductor, en la línea de líquido

Modelo: *Reductor de cobre ANSI 7/8 * 3/4*

Material: Cobre ANSI

Ø Entrada: 7/8"

Ø Salida: 3/4"

Reductor, en la línea de líquido

Modelo: *Reductor de cobre ANSI 3/4 * 5/8*

Material: Cobre ANSI

Ø Entrada: 3/4"

Ø Salida: 5/8"

Carne de vacuno magro congelada en cuartos

Línea de aspiración

Modelo: *Tubería de cobre ANSI 1 3/8 NS 35*

Longitud: 2,97 m

Material: Cobre ANSI

Ø: 1 3/8"

Velocidad: 7,62 m/s

Línea de descarga

Modelo: *Tubería de cobre ANSI 1/2 NS 13*

Longitud: 5,61 m

Material: Cobre ANSI

Ø: 1/2"

Línea de líquido

Modelo: *Tubería de cobre ANSI 1/2 NS 13*

Longitud: 6,69 m (R-290)

Material: Cobre ANSI

Ø: 1/2"

Velocidad: 0,67 m/s

Reductor, en la línea de líquido

Modelo: *Reductor de cobre ANSI 1/2 * 3/8*

Material: Cobre ANSI

Ø Entrada: 1/2"

Ø Salida: 3/8"

Control de calidad

Se han seleccionado los componentes con un software actual que cumple con la normativa vigente.

2.7. Especificación G: Filtros

Descripción

Los tipos de filtros han sido seleccionados mediante el software "Coolselector2".

Además han sido localizados en el catálogo de DANFOSS, para obtener más información sobre ellos.

Melocotones

Especificaciones técnicas:

Modelo: *DCL 166/166s*

Tipo: DCL

Refrigerantes: R-404a ; R-134a ; R-407c ; R-410a ; R-507 ; R-22

Presión máxima de trabajo PS: 46 bar

Carne de vacuno magro congelada en cuartos

Especificaciones técnicas:

Modelo: *DCL 033/033s*

Tipo: DCL

Refrigerantes: R-404a ; R-134a ; R-407c ; R-410a ; R-507 ; R-22

Presión máxima de trabajo PS: 46 bar

Control de calidad

Se ha utilizado un software y un catálogo actuales que cumplen con la normativa vigente.

2.8. Especificación H: Válvulas solenoides

Descripción

Las válvulas de solenoide son accionadas eléctricamente.

Los tipos de válvulas solenoides han sido seleccionados mediante el software "Coolselector2".

Melocotones

Especificaciones técnicas:

Modelo: *EVR 15*

Observaciones: Aún no se comercializa para el R-290.

Carne de vacuno magro congelada en cuartos

Especificaciones técnicas:

Modelo: *EVR 10 NS 10*

Observaciones: Aún no se comercializa para el R-290.

Control de calidad

Se han seleccionado los componentes con un software actual que cumple con la normativa vigente.

2.9. Especificación I: Decapantes

Descripción

Los decapantes son una sustancia química que elimina la capa superficial de impurezas en un material a soldar y así obtener una mejor adherencia del material de aporte.

Especificaciones técnicas:

Modelo: *Decapante CASTOLIN 157B*

Tipo de soldadura: Blanda

Color: Blanco

2.10. Especificación J: EstañosDescripción

El estaño plata será el material de aporte que se utilizará a la hora de soldar las tuberías de cobre de las instalaciones.

Especificaciones técnicas:

Modelo: *Rollo estaño-6% plata 250 grs (RTE3060)*

Código: RE6

Cantidad: 250 g

2.11. Especificación K: AceitesDescripción

El aceite estará situado en el cárter de cada compresor y será el encargado de lubricar los mecanismos móviles internos.

Cálculos

$$\text{Cantidad necesaria} = 3,37 \text{ l} * 7 \text{ Compresores} = 23,59 \text{ l}$$

Especificaciones técnicas:

Modelo: *Suniso-4GS*

Viscosidad: 68 cSt

Tipo de aceite: Mineral

Capacidad del envase: 20 l

2.12. Especificación L: Propilenglicol

Descripción

El propilenglicol es un fluido refrigerante secundario, siendo el más indicado para la industria alimentaria ya que no posee toxicidad. Ha sido seleccionado mediante el catálogo de pecomark 2016.

Según la clasificación del capítulo 2 del artículo 5 R.D. 138/2011, el propilenglicol es un refrigerante secundario de tipo a, lo que hace referencia a fluidos cuyo intercambio de calor se verifica exclusivamente por transferencia de calor sensible. Este tipo no posee ninguna limitación de uso.

Especificaciones técnicas:

Modelo: *Propilenglicol ecológico ECO MPG*

Código: 291229

Tipo de envase: Bidón

Capacidad: 25 l

Toxico: No

Utilizable en industrial alimentaria: Si

Reducción de las emisiones de CO₂ en un 70 %

3. Condiciones de la ejecución

Descripción

Según el capítulo 2 del artículo 8 del Real Decreto 138/2011, las instalaciones frigoríficas se clasifican en función del riesgo potencial. La instalación del presente proyecto se encuentra clasificada dentro del nivel 2, que son todas aquellas instalaciones formadas por uno o varios sistemas frigoríficos independientes entre sí con una potencia eléctrica instalada en los compresores superior a 30 kW en alguno de los sistemas, o que la suma total de las potencias eléctricas instaladas en los compresores frigoríficos exceda

de 100 kW, o que enfríen cámaras de atmósfera artificial, o que utilicen refrigerantes de media y baja seguridad (L2 y L3).

Procedimiento in situ

En primer lugar, se fijarán en su lugar correspondiente todos los componentes de cada instalación frigorífica. (Compresores, condensadores, evaporadores, filtros...).

En segundo lugar, se medirán las distancias de tubería necesaria entre los componentes con el recorrido deseado (ver plano de instalaciones número 4 del documento 3 del presente proyecto) o permitido.

En tercer lugar, se procederá a cortar cada tramo de tubería con el cortatubos.

En cuarto lugar, se procederá a soldar debidamente cada unión, haciendo uso del decapante y del material de aporte estaño plata. Además se presentaran las conexiones a los componentes.

En quinto lugar, se apretaran las conexiones de cada componente.

En sexto lugar, se procederá a la carga de fluidos en sus correspondientes circuitos. (Gas refrigerante R-290, aceite mineral para los compresores y propilenglicol como fluido secundario).

4. Pruebas y ajustes finales o de servicio

Según el Real Decreto 138/2011, instrucción IF-09, para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones, es necesario realizar una serie de ensayos mínimos descritos a continuación.

Ensayos

Antes de la puesta en servicio de un sistema de refrigeración todos sus componentes o el conjunto de la instalación deberán someterse a los siguientes ensayos:

- Ensayo de estanqueidad.
- Ensayo de vacío.
- Ensayo funcional de todos los dispositivos de seguridad.
- Ensayo de conformidad del conjunto de la instalación.

Durante los ensayos, las conexiones y uniones deberán ser accesibles para su comprobación. Después de las pruebas de presión y estanquidad y antes

de la primera puesta en servicio de la instalación deberá procederse a realizar un ensayo funcional de todos los circuitos de seguridad.

Prueba de estanqueidad.

El sistema de refrigeración deberá ser sometido a una prueba de estanqueidad bien como conjunto o por sectores.

Para la prueba de estanqueidad se utilizarán varias técnicas dependiendo de las condiciones de producción, por ejemplo, gas inerte a presión, vacío, gases trazadores, etc. El método utilizado será supervisado por el instalador frigorista.

El ensayo de resistencia a la presión deberá ser de tipo hidráulico utilizando agua u otro líquido no peligroso adecuado, excepto cuando por razones técnicas, el componente no deba probarse con líquido; en tal caso podrá utilizarse para el ensayo un gas que no sea peligroso y sea compatible con el refrigerante y los materiales del sistema. No se permite el empleo de refrigerantes fluorados en este tipo de ensayos.

Deberá realizarse una prueba previa a una presión de 1,5bar antes de otras pruebas con objeto de localizar y corregir fugas importantes.

La presión en el sistema deberá ser incrementada gradualmente hasta un 50% de la presión de prueba, y posteriormente por escalones de aproximadamente un décimo de la presión de prueba hasta alcanzar el 100% de ésta. La presión de prueba deberá mantenerse en el valor requerido durante al menos 30 minutos. Después deberá reducirse hasta la presión de prueba de estanqueidad.

Prueba de vacío

Requisitos generales

Las operaciones de extracción de la humedad mediante vacío no podrán utilizarse para comprobar la estanqueidad del circuito frigorífico. Queda prohibido el empleo de refrigerantes fluorados en fase gaseosa para extraer la humedad. Para tal fin el fluido utilizado será el nitrógeno seco exento de oxígeno.

Sistemas con halocarbonos o hidrocarburos con carga inferior a 20kg

La presión de vacío de los sistemas con halocarbonos o hidrocarburos antes de recargar el refrigerante será inferior a 270 Pa absolutos. El plazo de tiempo

para mantener el vacío dependerá del tamaño y la complejidad del sistema, con un mínimo de 60 minutos.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Diseño de un conjunto de dos cámaras frigoríficas para la conservación de fruta y carne en Valencia

Documento 5: Presupuesto

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica (169)

Alumno: Juan Andreu, Emilio

Tutor: Navarro Peris, Emilio

Valencia, Septiembre de 2016

Universidad Politécnica de Valencia

MATERIALES

REF.	DESCRIPCIÓN	UD.	CTDAD	PRECIO	PARCIAL
1.1	Botella R-290 Gas refrigerante 10kg	ud.	2	363,00	726,00
1.2	ZFD41K5E-TFD EVI Compresor Scroll	ud.	4	5.290,00	21.160,00
1.3	ZB66K5E-TFD Compresor Scroll	ud.	3	2.970,00	8.910,00
1.4	UPH-264-1200 Condensador	ud.	2	2.318,00	4.636,00
1.5	UPH-80-1200 Condensador	ud.	1	874,00	874,00
1.6	TGE 10-9 NS 16 Válvula de expansión	ud.	3	122,00	366,00
1.7	TGE 10-4 NS 10 Válvula de expansión	ud.	2	86,00	172,00
1.8	IDE 54 B-10 BV Evaporador	ud.	3	19.264,00	57.792,00
1.9	CTE-501 B8 HG/ED Evaporador	ud.	2	3.988,00	7.976,00
1.10	Tubería de cobre ANSI 1 5/8 NS 41	m.	4,61	38,60	177,95
1.11	Tubería de cobre ANSI 1 1/8 NS 29	m.	11,20	12,48	139,78
1.12	Tubería de cobre ANSI 7/8 NS 22	m.	8,95	9,72	86,99
1.13	Reductor de cobre ANSI 7/8 * 3/4	ud.	1	2,63	2,63
1.14	Reductor de cobre ANSI 3/4 * 5/8	ud.	1	2,47	2,47
1.15	Tubería de cobre ANSI 1 3/8 NS 35	m.	2,97	19,49	57,89
1.16	Tubería de cobre ANSI 1/2 NS 13	m.	12,30	4,66	57,32
1.17	Reductor de cobre ANSI 1/2 * 3/8	ud.	1	2,79	2,79
1.18	DCL 166/166s filtro secador	ud.	2	37,34	74,68
1.19	DCL 033/033s filtro secador	ud.	1	32,50	32,50
1.20	Rollo Estaño-6% plata 250 g	ud.	3	34,19	102,57
1.21	Decapante CASTOLIN 157B	ud.	5	6,95	34,75
1.22	Aceite Suniso-4GS de 20 litros	ud.	2	150,00	300,00
1.23	Propilenglicol Ecologico ECO MPG 25 l	ud.	1	288,00	288,00
Total Materiales:					103.972,32

COSTE DE MANO DE OBRA DIRECTA (M.O.D.)

REF.	DESCRIPCIÓN	UD.	CTDAD	PRECIO	PARCIAL
2.1	Oficial 1ª Instalador	h.	80	30,00	2.400,00
2.2	Ayudante Instalador	h.	65	15,00	975,00
2.3	Oficial 1ª Soldador	h.	110	50,00	5.500,00
Total M.o.d.:					8.875,00

COSTE DE UTILIZACIÓN DE LOS EQUIPOS

REF.	DESCRIPCIÓN	UD.	CTDAD	PRECIO	PARCIAL
3.1	Candileja/soplete de cartucho	h.	100	1,50	150,00
3.2	Estación de recuperación y carga refriger.	h.	4	12,30	49,20
					Total C.u.e.: 199,20

RESUMEN PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	PARCIAL	TOTAL
Materiales	103.972,32	
M.o.d.	8.875,00	
C.u.e.	199,20	
	<hr/>	113.046,52
Gastos generales 13%	14.696,05	
Beneficio industrial 6%	6.782,79	
	<hr/>	21.478,84
Total sin I.V.A.	134.525,36	
I.V.A. 21%		28.250,33

Total presupuesto de ejecución material: 162.775,69



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Diseño de un conjunto de dos cámaras frigoríficas para la conservación de fruta y carne en Valencia

Documento 6: Bibliografía

Titulación: Grado en Ingeniería Mecánica (169)

Alumno: Juan Andreu, Emilio

Tutor: Navarro Peris, Emilio

Valencia, Septiembre de 2016

Universidad Politécnica de Valencia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brusola Simón, F. (2011). Parte III: Documentos del proyecto. En Oficina técnica y proyectos (pp.3.1-1 - 3.6-8). Valencia: Universitat Politècnica de València.

Instituto Español de Normalización (1985). Climatización: condiciones climáticas para proyectos. Norma española UNE 100-001-85. Madrid: IRANOR

Torrella Alcaraz, E. (2015). Estimación del balance frigorífico. En La producción del frío (pp.319 - 362). Valencia: Univeristat Politècnica de València.

Ministerio de Industria, Turismo y Energía (2013). Guía técnica de aplicación del reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.

Referencias legislativas:

Ley 16/2013, de 29 de Octubre, por la que se establecen determinadas medidas en materia de fiscalidad medioambiental y se adoptan otras medidas tributarias y financieras. (BOE núm. 260, de 30 de octubre de 2013)

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. (BOE nº 269, 10 de noviembre de 1995)

Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias. (BOE nº57, de 8 de marzo de 2011)

Real Decreto 400/1996, de 1 de Marzo, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la directiva del parlamento europeo y del consejo 94/9/CE, relativo a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmosferas potencialmente explosivas. (BOE nº85, de 8 de abril de 1996)

Real Decreto 681/2003, de 12 de Junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmosferas explosivas en el lugar de trabajo. (BOE nº145, 18 de junio de 2003)

Reglamento (UE) Nº 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de Abril de 2014, sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 842/2006. (Diario Oficial de la Union Europea nº150, de 20 de mayo de 2014)

Referencias electrónicas:

Carne de ternera, (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 2 de junio de 2016 de https://es.wikipedia.org/wiki/Carne_de_ternera

Gasservei, (s.f.). Ficha de datos de seguridad, Propano (R-290). Recuperado el 25 de agosto de 2016 de http://www.gas-servei.com/images/Ficha_seguridad_R290.pdf

Gasservei, (s.f.). R-290 (Propano). Recuperado el 25 de agosto de 2016 de <http://www.gas-servei.com/es/fluidos/refrigerantes-hc/r-290--propano->

Pecomark, (2016). Catalogo 2016. Recuperado el 16 de agosto de 2016 en <http://www.pecomark.com/catalogos>

Prunus pérsica, (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 2 de junio de 2016 de https://es.wikipedia.org/wiki/Prunus_persica

Torrella, E., (2016). Apuntes de clase "Instalación de frío". Dep. Termodinámica aplicada. Universitat Politècnica de València. Disponible en <http://www.upv.es/entidades/DTRA/infoweb/dtra/info/635121normalc.html>

AFRIALBA, (2011). Aceite para compresores / analizadores de acidez. Recuperado el 10 de septiembre de 2016 de http://www.afrialba.com/productos/archivos/4_ACEITES%20PARA%20COMPRESORES_f_.pdf

CYPE Ingenieros, S.A., (s.f.). Generador de precios. España. Recuperado el 10 de septiembre de 2016 de http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=1|0_0_0_0|0|ICN010|icn_010:_0_1_0_0_6c14_0_1_0_0