



Trabajo de Fin de Grado

Proyecto de Instalaciones para Cámaras de Refrigeración/Maduración de Plátanos.

01/09/2015

Autora: Patricia Bello Castañeda

TITULACIÓN:

Grado en Ingeniería Química Industrial

TITULO DEL TRABAJO FIN DE GRADO:

Proyecto de Instalaciones para Cámaras de Refrigeración/Maduración de Plátanos.

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Andrea Brito Alayón

DEPARTAMENTO:

Ingeniería Química

ALUMNO

Patricia Bello Castañeda

CURSO ACADEMICO

2014-2015

MEMORIA

CÁMARA DE MADURACIÓN

<i>0.CAPÍTULO 0</i>	<i>RESUMEN DEL PROYECTO</i> _____	<i>10</i>
<i>0.1. ABSTRACT</i>	_____	<i>10</i>
<i>0.2. RESUMEN</i>	_____	<i>10</i>
<i>1.CAPÍTULO 1</i>	<i>DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD</i> ____	<i>11</i>
<i>1.1. ANTECEDENTES.</i>	_____	<i>11</i>
<i>1.2. OBJETO DEL PROYECTO.</i>	_____	<i>12</i>
<i>1.3. PETICIONARIO.</i>	_____	<i>12</i>
<i>1.4. EMPLAZAMIENTO.</i>	_____	<i>13</i>
<i>1.5. REGLAMENTACIÓN.</i>	_____	<i>13</i>
<i>1.6. DISTRIBUCIÓN DEL LOCAL Y ACCESOS A LAS CÁMARAS.</i>	_____	<i>14</i>
<i>1.7. OBRA DE REFORMA.</i>	_____	<i>17</i>
<i>1.8. DESCRIPCIÓN DE LAS CÁMARAS.</i>	_____	<i>19</i>
<i>1.9. SUPERFICIE Y CUBICACIÓN.</i>	_____	<i>22</i>
<i>1.10. ESCALERAS.</i>	_____	<i>22</i>
<i>1.11. ILUMINACIÓN.</i>	_____	<i>22</i>
<i>1.12. LIMPIEZA DEL LOCAL.</i>	_____	<i>22</i>
<i>1.13. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN.</i>	_____	<i>23</i>
<i>1.14. SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE ETILENO.</i>	_____	<i>23</i>
<i>1.15. PARÁMETROS GENERALES DE MADURACIÓN.</i>	_____	<i>24</i>
<i>2.CAPÍTULO 2</i>	<i>DISEÑO CÁMARA DE MADURACIÓN.</i> ____	<i>27</i>
<i>2.1. ANTECEDENTES.</i>	_____	<i>27</i>
<i>2.2. INTRODUCCIÓN.FUNDAMENTOS DE LA CONSERVACIÓN POR FRÍO.</i>	____	<i>31</i>
<i>2.3. VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DEL FRÍO A LOS ALIMENTOS.</i>	_____	<i>33</i>
<i>2.4. CONSIDERACIONES RESPECTO A LA TEMPERATURA, TIPOS DE PRODUCTOS Y HUMEDAD.</i>	_____	<i>34</i>

2.5.	INSTALACIÓN DE PREREFRIGERACIÓN.	35
2.6.	LEGISLACIÓN PARA ALMACENAJE EN FRÍO.	35
2.7.	INSTRUCCIÓN IF 001. TERMINOLOGÍA.	36
2.8.	INSTRUCCIÓN IF002. CLASIFICACIÓN DE REFRIGERANTES (FLUIDOS FRIGORÍGENOS).	47
2.9.	INSTRUCCIÓN IF003. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.	57
2.10.	INSTRUCCIÓN IF004. UTILIZACIÓN DE LOS DIFERENTES REFRIGERANTES.	59
2.11.	INSTRUCCIÓN IF005 DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, MATERIALES Y AISLAMIENTO EMPLEADOS EN COMPONENTES FRIGORÍFICOS	72
2.12.	INSTRUCCIÓN IF06 COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES.	78
2.13.	INSTRUCCIÓN IF-07 SALA DE MÁQUINAS ESPECÍFICA, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	92
2.14.	INSTRUCCIÓN IF-08 PROTECCIÓN DE INSTALACIONES CONTRA SOBREPRESIONES.	98
2.15.	INSTRUCCIÓN IF-09 ENSAYOS, PRUEBAS Y REVISIONES PREVIAS A LA PUESTA EN SERVICIO.	108
2.16.	INSTRUCCIÓN IF-11 CÁMARAS FRIGORÍFICAS, CÁMARAS DE ATMÓSFERA ARTIFICIAL Y LOCALES REFRIGERADOS PARA PROCESOS	115
2.17.	INSTRUCCIÓN IF-12 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.	123
2.18.	INSTRUCCIÓN IF-16 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN PERSONAL.	126
2.19.	DIMENSIONAMIENTO DE LAS CÁMARAS	132
2.20.	AISLAMIENTO TÉRMICO.	136
2.21.	BALANCE TÉRMICO DE LA CÁMARA.	142
2.22.	ELECCIÓN DE LA MAQUINARIA FRIGORÍFICA.	150
2.23.	DISEÑO DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN.	164
2.24.	BALANCE TÉRMICO DE LA CÁMARA FRIGORÍFICA.	170

2.25.	CONCLUSIONS.	177
2.26.	CONCLUSIONES.	178
1.ANEXO I	BAJA TENSIÓN.	181
1.1.	INTRODUCCIÓN.	181
1.2.	PROGRAMA DE NECESIDADES. POTENCIA INSTALADA.	181
1.3.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.	181
1.4.	SUMINISTRO DE ENERGÍA.	182
1.5.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	182
1.6.	GRUPO ELECTRÓGENO.	182
1.7.	ACOMETIDA.	182
1.8.	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.	182
1.9.	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM).	182
1.10.	MEDIDA DE ENERGÍA.	183
1.11.	INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI).	183
1.12.	LÍNEA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN (LGA).	183
1.13.	CONTADORES O EQUIPOS DE MEDIDA (EM).	183
1.14.	DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI).	183
1.15.	DISPOSITIVO DE CONTROL DE POTENCIA.	183
1.16.	DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. CUADRO GENERAL Y SUBCUADROS.	183
1.17.	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.	184
1.18.	INSTALACIÓN DE USO COMÚN.	191
1.19.	ALUMBRADO INTERIOR.	191
1.20.	ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN.	192
1.21.	INSTALACIÓN EN SALA DE MÁQUINAS.	196
1.22.	ALUMBRADO EXTERIOR.	196
1.23.	INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA.	196

1.24.	SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS.	198
1.25.	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.	198
1.26.	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES. MÁQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE.	198
1.27.	LOCALES A EFECTO DE SERVICIO ELÉCTRICO.	198
1.28.	APARATOS DE CALDEO.	198
1.29.	CABLES Y FOLIOS RADIANTES EN VIVIENDAS.	198
1.30.	AGUA CALIENTE SANITARIA.	198
1.31.	LEY PARA LA PROTECCIÓN DEL CIELO DE CANARIAS.	198
1.32.	RED DE TIERRAS.	198
1.33.	SISTEMAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO.	198
2.ANEXO II	CONTRA INCENDIOS.	200
2.1.	LEGISLACIÓN APLICABLE.	200
2.2.	CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL.	200
2.3.	EVACUACIÓN DE OCUPANTES.	200
2.4.	DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DEL INCENDIO.	201
2.5.	SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.	202
2.6.	INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS.	202
2.7.	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.	203
2.8.	SEÑALIZACIÓN Y MEDIDAS COMPLEMENTARIAS.	203
3.ANEXO III	SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD	204
3.1.	EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD EN LAS CÁMARAS.	204
3.2.	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.	205
3.3.	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.	206
3.4.	SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS.	206

3.5.	SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN ADECUADA.	207
4.	ANEXO IV	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA _____ 208
4.1.	LEGISLACIÓN APLICABLE.	_____ 208
4.2.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	_____ 208
4.3.	PROPIEDADES DE LA INSTALACIÓN.	_____ 209
4.4.	CRITERIOS DE DISEÑO.	_____ 209
4.5.	PROTECCIÓN CONTRA RETORNOS.	_____ 210
4.6.	CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO.	____ 210
4.7.	CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO.	_____ 211
4.8.	MANTENIMIENTO.	_____ 211
4.9.	MATERIALES.	_____ 211
4.10.	TIPO DE TUBERÍA.	_____ 212
4.11.	ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE TOBERAS DE PULVERIZACIÓN EN AMBIENTE JETSPRAY™	_____ 214
4.12.	SEPARACIONES RESPECTO DE OTRAS INSTALACIONES	_____ 216
4.13.	EJECUCIÓN DE LAS REDES DE TUBERÍAS	_____ 216
4.14.	ACCESORIOS.	_____ 218
5.	ANEXO V	SANEAMIENTO. _____
		219
5.1.	LEGISLACION APLICABLE.	_____ 219
5.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL	_____ 219
5.3.	CRITERIOS DE DISEÑO.	_____ 220
5.4.	DISPOSICIONES GENERALES RELATIVAS A LAS INSTALACIONES DE SANEAMIENTO.	220
5.5.	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE SANEAMIENTO.	_____ 221
5.6.	CONSTRUCCIÓN.	_____ 223
5.7.	EJECUCIÓN DE LAS REDES DE PEQUEÑA EVACUACIÓN.	_____ 224

6.	BIBLIOGRAFÍA	228
----	--------------	-----

0. CAPÍTULO 0

RESUMEN DEL PROYECTO

0.1. ABSTRACT

This work refers to the Final Year Work "Installation for Cooling / ripening of bananas" in a cooperative which already has an infrastructure that is necessary to expand and modernize.

The cooperative currently has 4 chillers / ripening cabinets, and because of increased demand, an expansion is needed. The current cabinets are manually operated, requiring great need for visual monitoring of the fruit during processing.

The conditioning of the actual area of cabinets is proposed, projecting 8 new cabinets and a spare one. This last one will have dimensions that in the future, and if necessary, can be converted by division with refrigerator panels in 4 other new ripening cabinets, to make a total of 12.

These new ripening cabinets will be automated in all stages of the process making the variables more easily adjustable to the changes that could be required.

0.2. RESUMEN

Este trabajo de Fin de Grado, consiste en el diseño de " La Instalación de Cámaras Frigoríficas de Refrigeración/Maduración de Plátanos" en una cooperativa que ya cuenta con una infraestructura que es necesaria ampliar y modernizar.

La cooperativa dispone actualmente de 4 cámaras de refrigeración/maduración, y debido a la creciente demanda, se necesita una ampliación de las mismas. Estas cámaras actualmente son operadas manualmente, lo que requiere una gran cantidad de control visual de la fruta durante el proceso.

Se propone el acondicionamiento de la zona actual de cámaras, para proyectar 8 nuevas y una de reserva. Ésta última tendrá unas dimensiones tales, que en el futuro, y si es necesario, se pueda convertir mediante la división con paneles frigoríficos en otras 4 cámaras de maduración, para hacer un total de 12.

Estas nuevas cámaras de maduración se automatizarán en todas las etapas del proceso, siendo fácilmente ajustables a los cambios que se necesiten.

1. CAPÍTULO 1 DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD

1.1. ANTECEDENTES.

El Promotor cuenta con 4 cámaras de maduración, pero debido al incremento de la demanda, requiere realizar la ampliación de las mismas, a lo que hay que añadir que actualmente estas cámaras son operadas de manera manual, requiriendo gran necesidad de supervisión visual de la fruta durante el proceso.

Se propone el acondicionamiento de la zona donde actualmente se encuentran las cámaras, para proyectar 8 nuevas cámaras de maduración, y una cámara de refrigeración. Esta última tendrá unas dimensiones tales, que en un futuro, y de ser necesario, se pueda convertir mediante divisiones con panel frigorífico, en otras 4 nuevas cámaras de maduración, para hacer un total de 12.

Las cámaras de maduración serán automatizadas, en todas las fases del proceso, siendo fácilmente regulable las variables para los cambios que se requieran.

A continuación podemos ver la situación actual de las cámaras existentes (figura 1) y la futura instalación de las nuevas (figura 2):

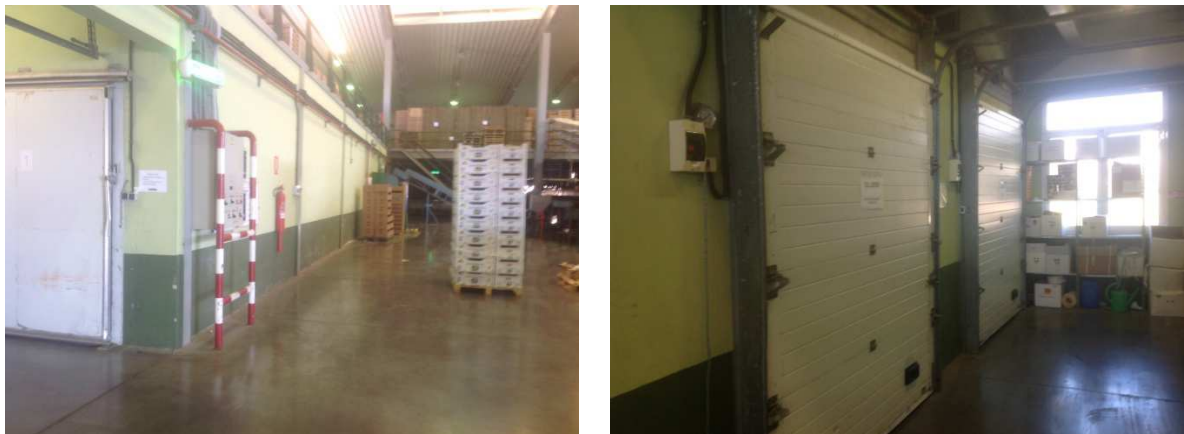


Figura 1: Situación actual de las cámaras

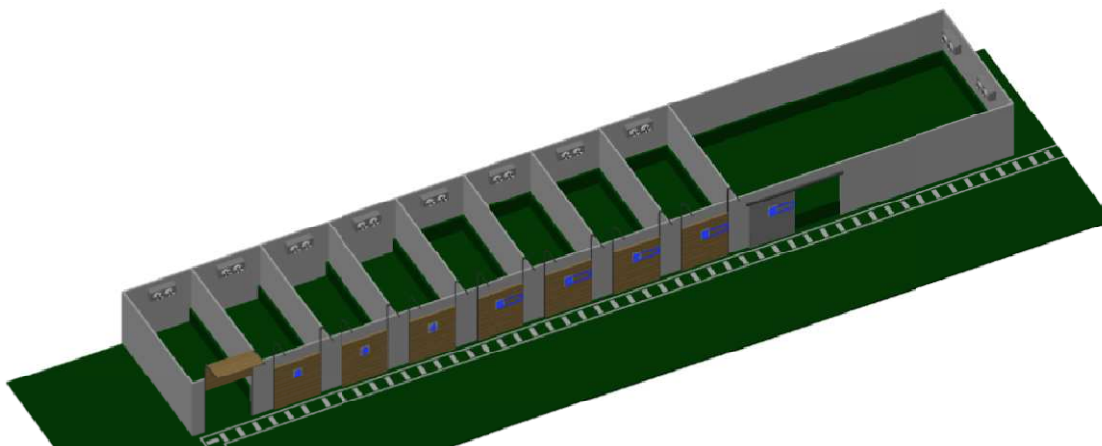
Propuesta de diseño:

Figura 2: Situación futura de las cámaras

En consonancia con lo dispuesto en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera y con lo dispuesto en el DECRETO 86/2013, de 1 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de actividades clasificadas y espectáculos públicos, la actividad que se pretende legalizar se puede considerar potencialmente molesta por la emisión de ruidos y vibraciones, por otro lado de acuerdo a lo recogido en 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, se redacta el presente proyecto.

De otra parte, este proyecto servirá de guía para la ejecución de las obras y de base para su tramitación y aprobación ante todos los Organismos Oficiales a fin de que previo los trámites oportunos, se obtenga legalización de la instalación.

1.2. OBJETO DEL PROYECTO.

El presente proyecto se redacta para legalizar 8 cámaras de maduración y una de refrigeración (esta última estará equipada con los equipos resultantes de la demolición de las 4 cámaras actuales), adaptando la misma a la normativa vigente en aquellos aspectos que son necesarios.

1.3. PETICIONARIO.

Peticionario: Área de Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Civil e Industrial
Universidad de La Laguna

1.4. EMPLAZAMIENTO.

La cooperativa se encuentra ubicada en la Carretera Recta-Palm Mar nº 53 Arona.

1.5. REGLAMENTACIÓN.

- Ley 38/1999, de 5 de Noviembre (B.O.E. 6-211-99), de Ordenación de la Edificación, (LOE).
- Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2.006. BOE nº 74 de 28-3-2.006.
- Ordenanza General de Seguridad y Salud en el trabajo R.D. 1627/1997 del 24 de Octubre.
- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre sobre prevención de Riesgos Laborales B.O.E. nº 269 de 10 de Noviembre de 1.995.
- 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.
- Real decreto REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. BOE nº 303 17-11-2004.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.
- UNE 20.392: Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. Prescripciones de funcionamiento.
- Decreto 227/1997, de 18 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 8/1995, de 6 de abril, de accesibilidad y supresión de barreras físicas y de la comunicación.
- LEY 7/2011, de 5 de abril, de actividades clasificadas y espectáculos públicos y otras medidas administrativas complementarias.
- DECRETO 86/2013, de 1 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de actividades clasificadas y espectáculos públicos.
- Real decreto 1403/1986 de 9 de mayo por el que se aprueba la norma sobre señalización en los centros y locales de trabajo.
- Real Decreto 2207/1995, de 28 de Diciembre, por el que se establecen las normas de higiene relativas a los productos alimenticios.
- Real Decreto 202/2000, de 11 de Febrero, por el que se establecen las normas

relativas a los manipuladores de alimentos.

- 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.
- Reglamento CE 1005/2009 sobre sustancias que agotan la capa de ozono (deroga el 2037/2000).
- Reglamento CE 1494/2007 Etiquetado y los requisitos productos y aparatos que contengan determinados gases fluorados de efecto invernadero.
- Reglamento CE 1516/2007 Control de fugas para los equipos fijos de refrigeración, aires acondicionado y bombas de calor que contengan determinados gases fluorados de efecto invernadero
- Real Decreto 560/2010 Modificación parcial del Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.
- REAL DECRETO 842/ 2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

1.6. DISTRIBUCIÓN DEL LOCAL Y ACCESOS A LAS CÁMARAS.

1.6.1. Distribución del local.

Las cámaras están ubicadas en el lateral izquierdo de la nave donde se encuentran las instalaciones de la cooperativa, visto desde los muelles de carga. Véase figura 3.



Figura 3: Situación de las cámaras

El acceso y la evacuación del local se realiza directamente por ambas fachadas principales, las cuales dan al aparcamiento que circunda la nave, considerado como espacio exterior seguro.

La longitud total del conjunto será de 36 metros, 24 metros de cámaras de maduración colocadas en serie, y a continuación la cámara de refrigeración.

Esta distribución representa la forma más eficiente de usar el espacio dentro de la nave, a la vez que favorece la conservación de frío dentro de las cámaras. (Véase plano de Acotado y Usos).

Los elementos que delimitan el volumen de este local son los siguientes:

- **Tabique Lateral izquierdo:** Constituido a base de bloque de hormigón vibrado de 20 cm de espesor; colinda con el aparcamiento exterior.
- **Tabique Lateral derecho:** Constituido por panel tipo sándwich de pur de 80 mm de espesor, da al interior de la nave.
- **Tabique posterior:** Constituido por panel tipo sándwich de pur de 80 mm de espesor, da al interior de la nave.
- **Fachada Principal:** Constituida a base de bloque de hormigón vibrado de 20 cm de espesor, colinda con aparcamiento exterior
- **Techo:** Constituido por panel tipo sándwich de pur de 110 mm de espesor da, al interior de la nave.
- **Suelo:** Formado por una solera de hormigón acabada con cubrimiento de cerámica.

Los tabiques que conforman la división entre las distintas cámaras estarán realizados por panel tipo sándwich de pur de 80 mm de espesor.

1.6.2. Espacios exteriores, entorno y recorridos.

El local colinda frontalmente con una calle, que le sirve de espacio seguro exterior.

El recorrido hasta el exterior, está provisto de señalizaciones, medios de extinción, así como de alumbrado de emergencia.

En todo su perímetro la nave limita con aparcamientos, no habiendo ninguna otra edificación anexa a la misma como se muestra en la figura 4.

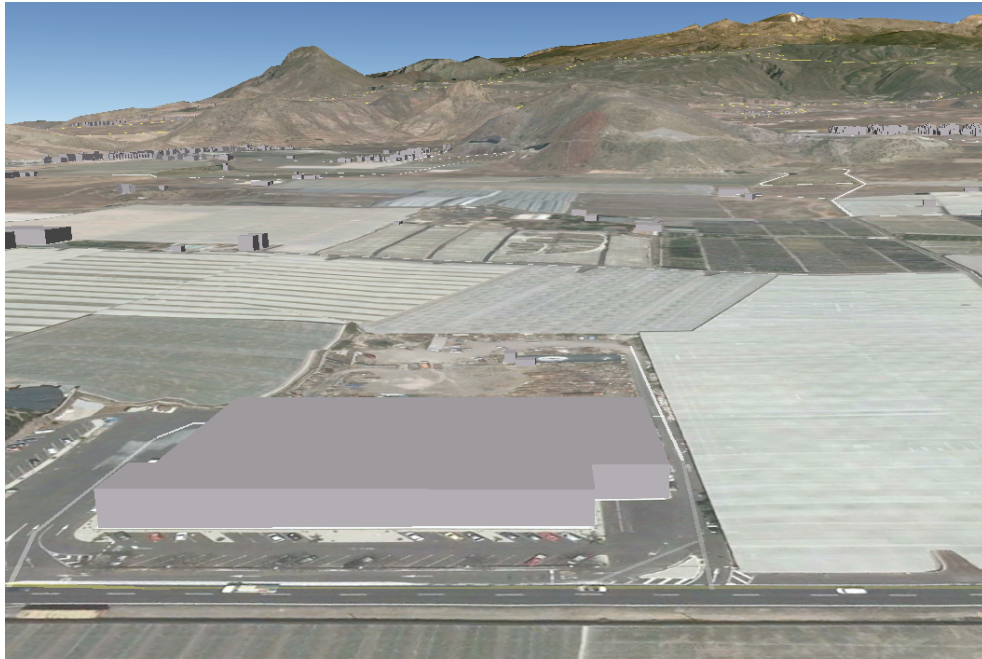


Figura 4: Situación de la Cooperativa

1.6.3. Seguridad estructural.

Este proyecto tiene por objeto contemplar la ejecución de las cámaras de maduración en la nave existente y que las instalaciones de las mismas cumplan con la legalidad establecida, por tanto, los aspectos relacionados con la edificación existente se salen del ámbito del mismo.

En la instalación de las cámaras de maduración se ejecutarán los siguientes elementos:

- Instalación de protección contra incendios para las cámaras.
- Instalación frigorífica de las cámaras.
- Instalación Eléctrica de las cámaras.
- Instalación de fontanería y saneamiento de las cámaras.
- Instalación de ventilación y Acetileno para maduración de fruta.
- Demolición de las cámaras actuales.

La actividad que se desarrollará en el local objeto de este proyecto, en ningún caso superará la sobrecarga de uso prevista para la actividad.

1.7. OBRA DE REFORMA.

1.7.1. Obra civil.

- Demolición de cámaras frigoríficas, constituidas por paredes de panel frigorífico y cubierta con panel sándwich metálico. Se incluye la carga y el transporte de los residuos a vertedero autorizado.
- Cierre de accesos actuales con pared de bloque, en zonas abiertas tales como ventanas u otros que den al exterior de la nave y formen parte de las nuevas cámaras. Se incluye pintado.
- Demolición de paredes de bloque de hormigón, de zona de taller y pared interior de cámara actual. Se incluye la carga y el transporte de escombros a vertedero autorizado.
- Formación de paredes en zona taller con bloque de 20 cm de espesor con fábrica de bloque liso de 40x20x20 cm de mortero de cemento gris.
- Pintado de Paso de Peatones, con pintura de poliuretano apto para pavimentos de uso alimentario.
- Reparación de Losa, donde se retire la pared de bloque.
- Instalación de bolardos de protección entre cámaras anclados al suelo.

1.7.2. Obra de Formación de Desagües.

- Sistema de drenaje para cámara, longitudinal (1 metro lineal como máximo, figura 5) en interior de la cámara, del tipo Ojefer-Serie 100-Rejilla Sobrepone Clase A - Sección 120 x 100 mm · Rejilla DGP2000 Acero zincado, incluso corte en pavimento de hormigón armado para empotrar el canal prefabricado, y trépano desde el exterior para encuentro del canal y evacuación de aguas de limpieza, completamente nivelado y terminado.

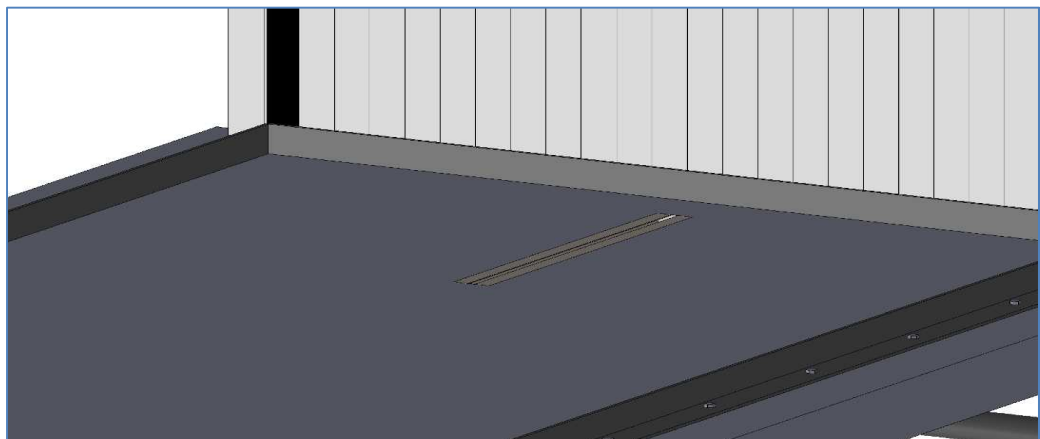


Figura 5: Detalle sistema de drenaje

- Sistema de saneamiento general exterior para recogida de los desagües de las cámaras, con sistema doble sifónico (figura 6) "Antiparásitos / Insectos" en cada salida de cámara, colector general DN 90 máximo, colocado sobre pared.

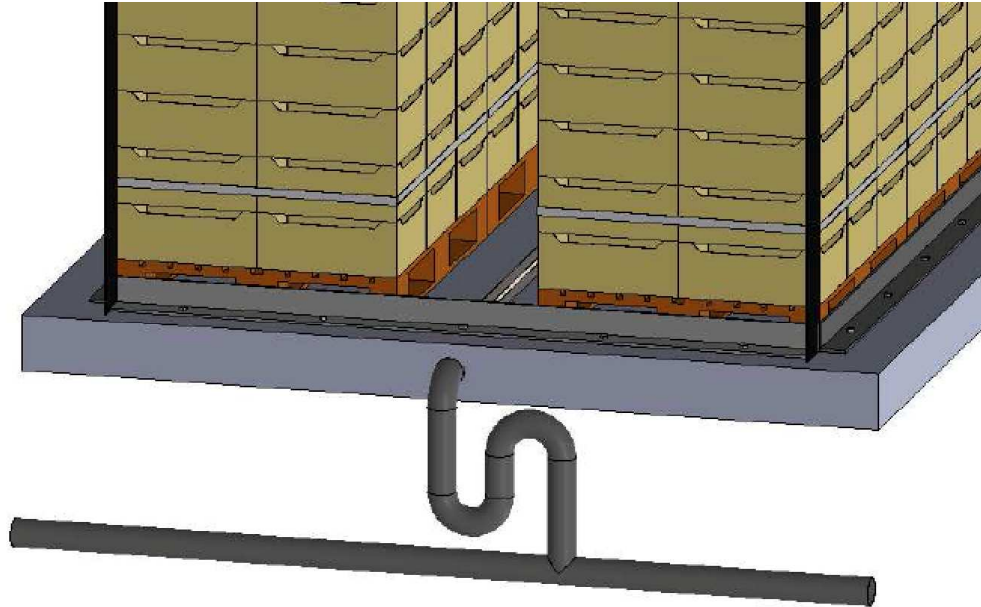


Figura 6: Detalle sistema sifónico.

- Reparación del imbornal general, (figura 7) comprendiendo desmontaje de las piezas existentes, limpieza del canal, cortes de asfalto para recrecido de paredes con perfilera metálica, hormigonado de macizado, colocación de las rejillas existentes, completamente nivelado y terminado.



Figura 7: Detalle actual del imbornal

1.8. DESCRIPCIÓN DE LAS CÁMARAS.

La longitud total del conjunto será de 36 metros, 24 metros de cámaras de maduración colocadas en serie, y a continuación la cámara de refrigeración.

Esta distribución representa la forma más eficiente de usar el espacio dentro de la nave, a la vez que favorece la conservación de frío dentro de las cámaras.

La cámara es de flujo horizontal. Este es un sistema de cámara presurizada, donde se fuerza el flujo de aire de una zona de mayor presión a una zona de menor presión para incrementar la eficiencia del proceso. Todas las juntas estarán selladas por medios mecánicos mediante soportes semirígidos.

El flujo de aire tratado (Etileno, Humidificación, etc), pasa a través de la caja de ventilación, el cual es un espacio entre el techo de la cámara y la parte baja del evaporador. Este aire es forzado por los laterales de la cámara, y retornado por la zona central por la depresión causada por la aspiración del evaporador.(Figura 8).

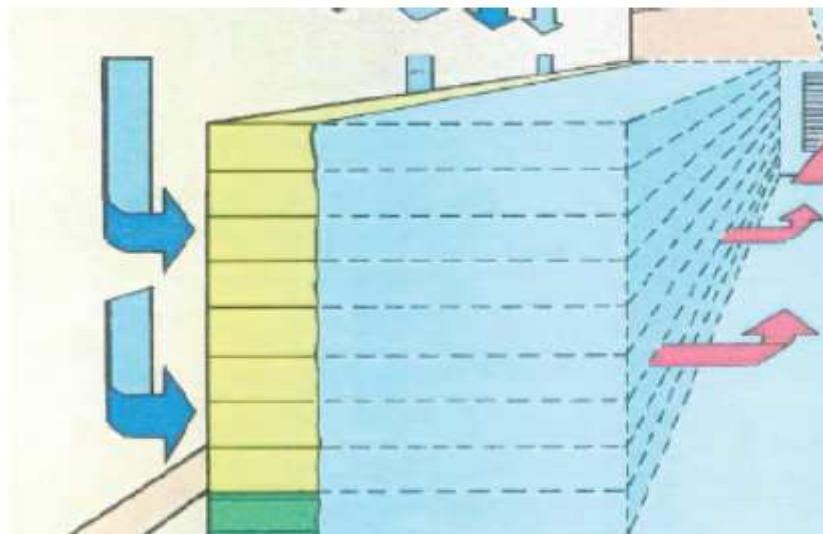


Figura 8: Diagrama de flujo de funcionamiento.

- **Formación de 8 nuevas cámaras de maduración** mediante instalación de panel frigorífico de 80 mm de espesor (Figura 9), con chapa de acero galvanizado de 0,5 mm, acabados lacado/lacado. Reacción al fuego B-S2-d0. Todas las juntas irán selladas para cierre hermético, y contarán con media caña sanitaria.

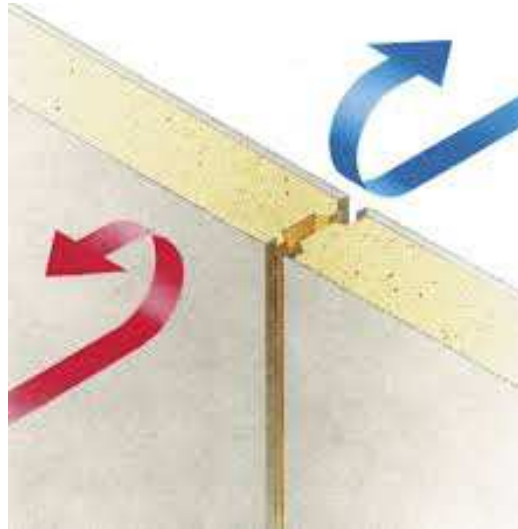


Figura 9: Detalle de las cámaras

- **Montaje de 8 nuevas puertas seccionales estancas de 80 mm** de espesor con doble junta lateral, incluyendo cierre superior e inferior para total estanqueidad. Incluye aperturas en panel existente. **Las puertas estarán motorizadas y contarán con mirilla central.** (Figura 10).



Figura 10: Detalle de las puertas

- **Fabricación de caja de ventilación** realizada con panel sándwich de 30/40 mm, o lona alimentaria, con acceso para mantenimiento.

- **Instalación de cierres herméticos** en material de neopreno o similar, para garantizar estanqueidad de todas las juntas entre cámaras y palets.

- **Instalación de guía de acero**, con ángulo de 50 mm, en laterales y fondo de cámara anclado con taco químico.

- **Formación de nueva cámara de refrigeración** mediante instalación de panel frigorífico de 80 mm de espesor con chapa de acero galvanizado de 0,5 mm, acabados

lacado/lacado. Reacción al fuego B-S2-d0. Incluye nueva puerta de cámara. (Figuras 11 y 12)

El pavimento de todos estos habitáculos será liso, impermeable, fácilmente lavable y no deslizante, para facilitar las operaciones de limpieza.

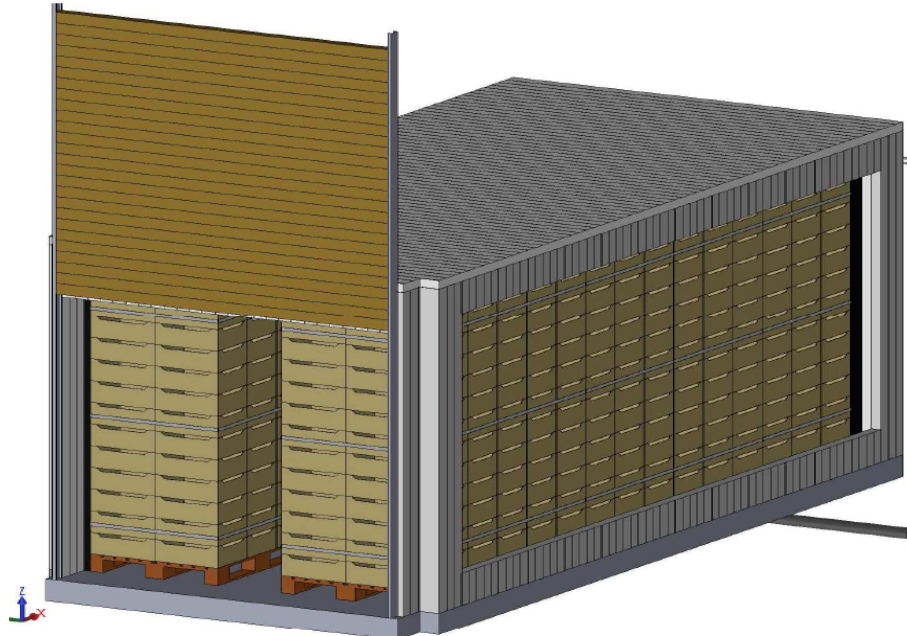


Figura 11: Vista externa cámara de maduración

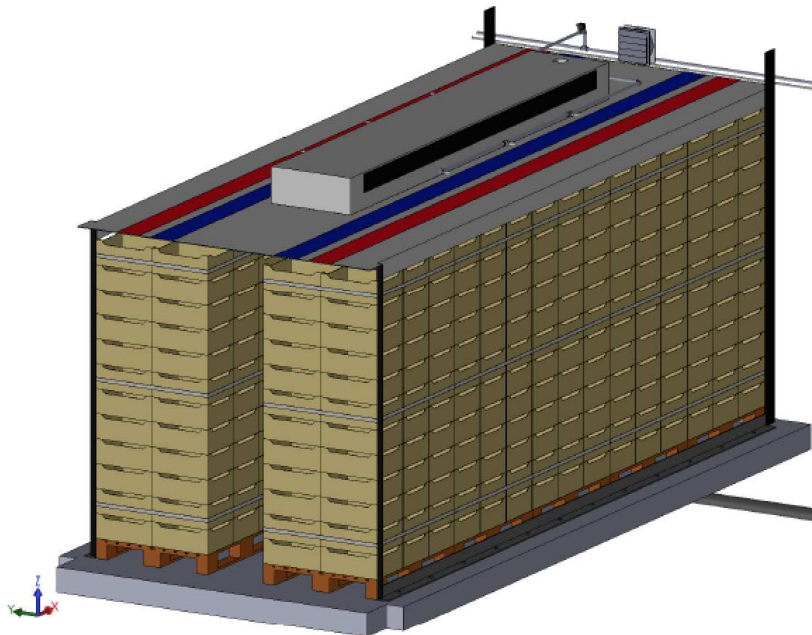


Figura 12: Cámara de Maduración: Vista Equipamiento

El sistema consta de:

- Evaporador de doble flujo.
- Sistema de Ventilación Axial Doble.
- Sistema de Dosificación de Etileno.
- Sistema de Humidificación Automática.
- Sistema de Calefacción Eléctrico o Flujo Inverso.
- Sistema de Control Automático, con Pantalla Táctil.
- Puertas de Apertura Automática

1.9. SUPERFICIE Y CUBICACIÓN.

Todos las estancias de esta actividad tienen una altura entre el techo y suelo superior a 2,5 m, por lo que las exigencias en cuanto a alturas mínimas establecidas en el Decreto 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, quedan satisfechas.

Por otra parte la superficie y cubicación en el local de esta actividad quedan ampliamente cubiertas, pues en ningún caso el número de trabajadores superará 1 persona en el interior de la cámara, por lo que se satisfacen ampliamente las exigencias impuestas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo en cuanto a las relaciones superficie de local / nº de trabajadores y volumen de local / nº de trabajadores.

1.10. ESCALERAS.

Las cámaras se desarrollan a la misma cota en toda su extensión.

1.11. ILUMINACIÓN.

Durante el día, la iluminación será natural apoyada por iluminación artificial situada en el interior de las cámaras.

1.12. LIMPIEZA DEL LOCAL.

En cumplimiento del artículo 32 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, los locales de trabajo y dependencias anejas se mantendrán siempre en buen estado de aseo, para lo que se realizarán las limpiezas necesarias. Todos los locales se someterán a limpieza con la frecuencia necesaria y siempre que

sea posible fuera de las horas de trabajo, con la antelación precisa para que puedan ser ventilados durante media hora al menos, antes de la entrada al trabajo.

1.13. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN.

Se entiende por ventilación la sustitución y renovación del aire, la instalación de ventilación constará de:

- Sistema Automático de Ventilación.
- Sistema para aportación de presión y recirculación de aire dentro de la cámara, usando caja de control de temperatura.
- Sistema de aportación de aire fresco y aclarado compensado, mediante ventiladores axiales con compuertas de sobrepresión y cierre, conectados entre sí por conducto de galvanizado.
- Capacidad de renovación del sistema 1500 - 2000 m³/h.
- El sistema de control activará entrada de aire fresco, hasta que los niveles de CO₂ se acerquen a parámetros establecidos (<1%).
- Cuando se requiera aclarado de la cámara, el sistema de ventilación renovará el aire total de la cámara en un período aproximado de 90 a 120 segundos.
- Nota: Cada vez que se abra la puerta de la cámara, el sistema de extracción se activará, generando presión negativa dentro de la cámara para asegurarnos, que no hay contaminación de etileno hacia la zona de empaquetado.

1.14. SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE ETILENO.

La instalación del sistema de alimentación de etileno constará de (Figura 13):

- Realización de trabajos para instalación de nuevo sistema de dosificación automático de Etileno, incluyendo nuevo compartimento de almacenamiento y conexión de botellas en parte exterior de nave.
- Toda la tubería se instalará por fuera de la nave en inoxidable y cada cámara tendrá un punto de dosificación. La instalación consta de caudalímetro, racor intermedio, válvula solenoide, entre otros.
- El sistema instalado será certificado por empresa homologada.

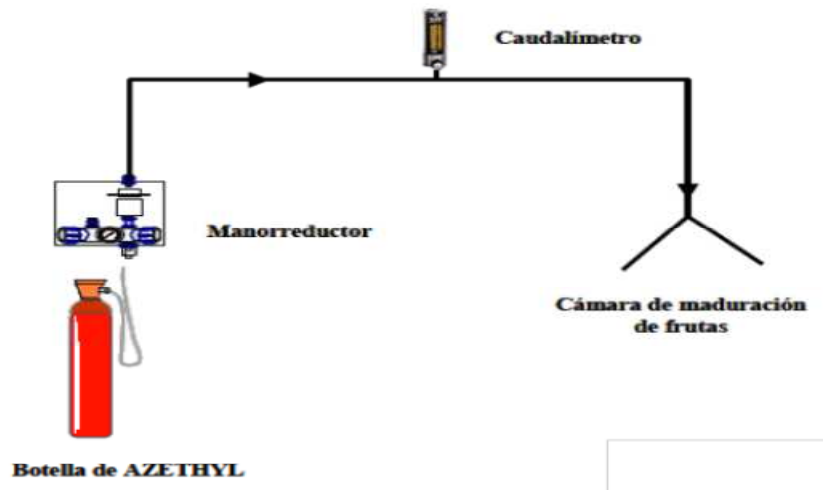


Figura 13: Sistema de alimentación de etileno

1.15. PARÁMETROS GENERALES DE MADURACIÓN.

1.15.1. Parámetros de Maduración.

Los procesos de maduración de fruta son procesos que requieren controlar una serie de variables para obtener un producto final con una calidad deseada. (Figura 14).

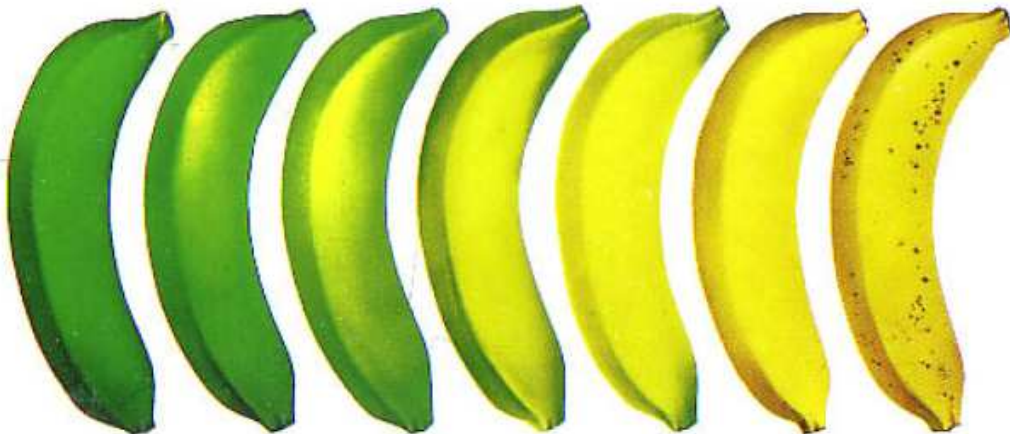


Figura 14: Grados de maduración del plátano

En el caso del plátano, las variables son:

✓ **Temperatura**

Sin el control adecuado de la temperatura el ciclo de vida del plátano es bastante corto. La temperatura debe mantenerse dentro de un rango máximo y mínimo durante el proceso para retrasar y/o propiciar la maduración según la fase del proceso en la que nos encontremos,

(entre 9 y 13 °C dependiendo de la variedad, para retrasar la maduración, cuando se quiere propiciar la maduración se incrementa gradualmente la temperatura por encima de ese rango (entre 15 a 20 °C)). Para una maduración homogénea la temperatura del flujo de aire que debe pasar a través de la fruta debe ser lo más constante posible.

En el proceso de maduración es imperativo controlar tanto la temperatura del interior de la cámara, como la temperatura de la pulpa de la fruta, por lo que se pondrán sondas, tanto en cámara como en la propia fruta.

✓ **Humedad Relativa**

El control inadecuado de la humedad relativa puede propiciar una serie de efectos dañinos sobre la fruta, tales como el color de la fruta, su frescura, grietas en la cocha (Figura 15), cuellos débiles, pérdida de peso en fruta, entre otros. La humedad óptima oscila entre 90-95%.



Figura 15: Grietas en la concha

✓ **Dosificación de Etileno**

La dosificación de Etileno para el proceso de maduración debe ser lo más exacta posible en función de la masa de fruta dentro de la cámara, por lo que es necesario la instalación de un sistema de control de dosificación y monitorización de niveles de etileno.

La mayoría de los cultivares comerciales deben tratarse con 100-150 ppm de etileno durante 24-48 horas a 15-20°C y una humedad relativa de 90-95% para inducirles una maduración de consumo uniforme. Las concentraciones de dióxido de carbono deben mantenerse a menos del 1% para evitar interferencias con el efecto del etileno. El uso del sistema de aire forzado en las cámaras de maduración asegura un enfriamiento o un entibiamiento, según se requiera, más uniforme de la fruta y una concentración de etileno también más uniforme dentro de la cámara durante el proceso.

✓ **Circulación de Aire**

La circulación de aire dentro de la cámara es un factor principal, que influye directamente sobre las tres variables anteriores, y sobre los niveles de CO₂ durante el proceso.

Es importante que el flujo sea el adecuado, ya que un flujo excesivo puede deshidratar indeseadamente la fruta, y un flujo reducido retrasaría el intercambio de calor con la fruta.

Dependiendo del sistema el flujo de aire dentro de la cámara puede variar entre 1400 a 3000 m³/h por tonelada de fruta.

✓ **Niveles de CO₂**

Los niveles de CO₂ dentro de la cámara durante del proceso de maduración no debe superar los niveles deseados, por lo cual estos valores deben ser monitorizados y controlados de manera automática.

- 2-5% O₂ y 2-5% CO₂.
- Las AC retrasan la maduración y reducen las tasas de respiración y de producción de etileno.
- La vida postcosecha potencial de los plátanos en estado verde-maduro es de 2-4 semanas en aire y de 4-6 semanas en AC a 14°C.
- Las atmósferas con <1% O₂ y/o >7% CO₂ pueden causar sabor y textura desagradables.
- El uso de AC durante el transporte para retrasar la maduración de consumo ha permitido la cosecha de los plátanos en el estado de completa madurez fisiológica (llenado pleno de los dedos o frutos).

2. CAPÍTULO 2 DISEÑO CÁMARA DE MADURACIÓN.

2.1. ANTECEDENTES.

El Promotor cuenta actualmente con 4 cámaras de maduración, y debido al incremento de la demanda, requiere realizar ampliación de estas cámaras. Estas cámaras son operadas de manera manual, requiriendo gran necesidad de supervisión visual de la fruta durante el proceso.

Se propone el acondicionamiento de la zona actual de cámaras, para proyectar 8 nuevas cámaras de maduración, y una cámara de refrigeración. Esta última debe tener unas dimensiones tales, que en un futuro, y de ser necesario, se pueda convertir mediante divisiones con panel frigorífico, en otras 4 nuevas cámaras de maduración, para hacer un total de 12.

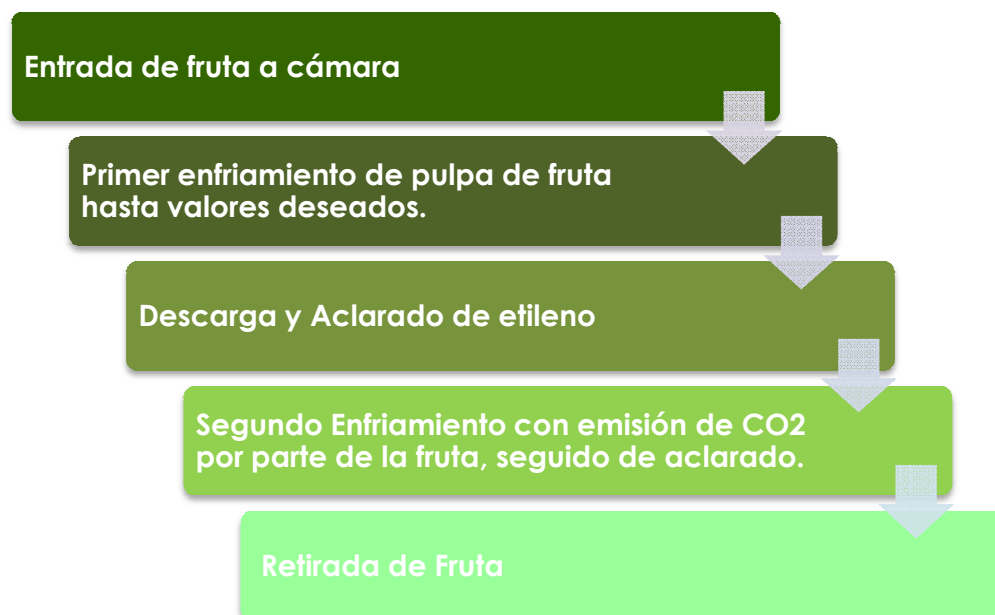
Estas nuevas cámaras de maduración serán automatizadas, en todas las fases del proceso, siendo fácilmente regulable las variables para cambios que se requieran.

Las premisas a considerar en el diseño son:

1.- Todas las cámaras de maduración deben ser independientes, esto quiere decir que cualquier cámara debe estar en funcionamiento o parada según requerimientos, sin que esto afecte el normal funcionamiento de cualquier otra cámara.

2.- Las cámaras operarán generalmente con 10 palets de fruta, repartidas en dos filas de 5 palets.

3.- El proceso de maduración, a grandes rasgos, debe ser el siguiente:



El diagrama de flujo de la instalación es el siguiente:

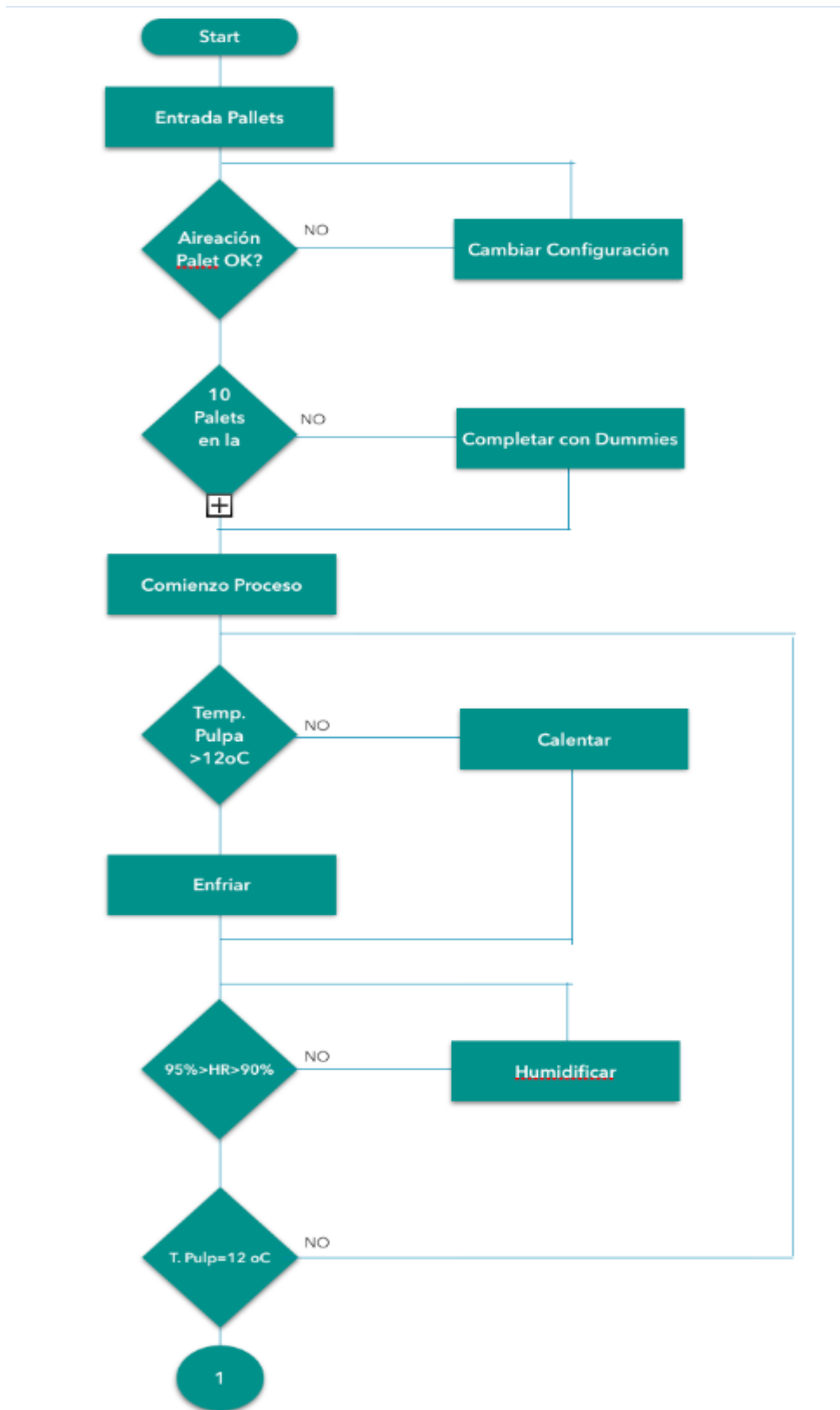


Figura 16: Diagrama de flujo del proceso I

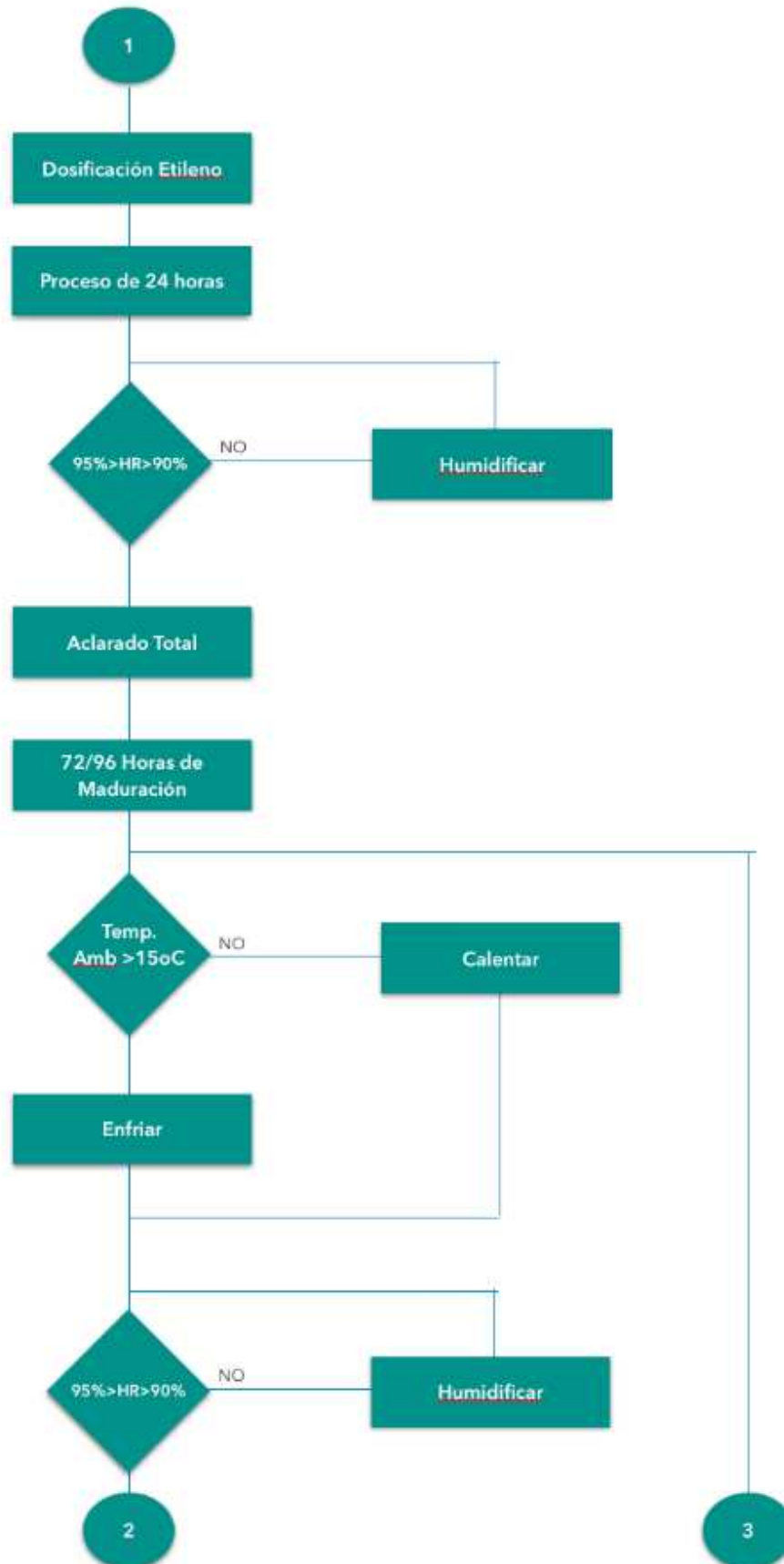


Figura 17: Diagrama de flujo del proceso II

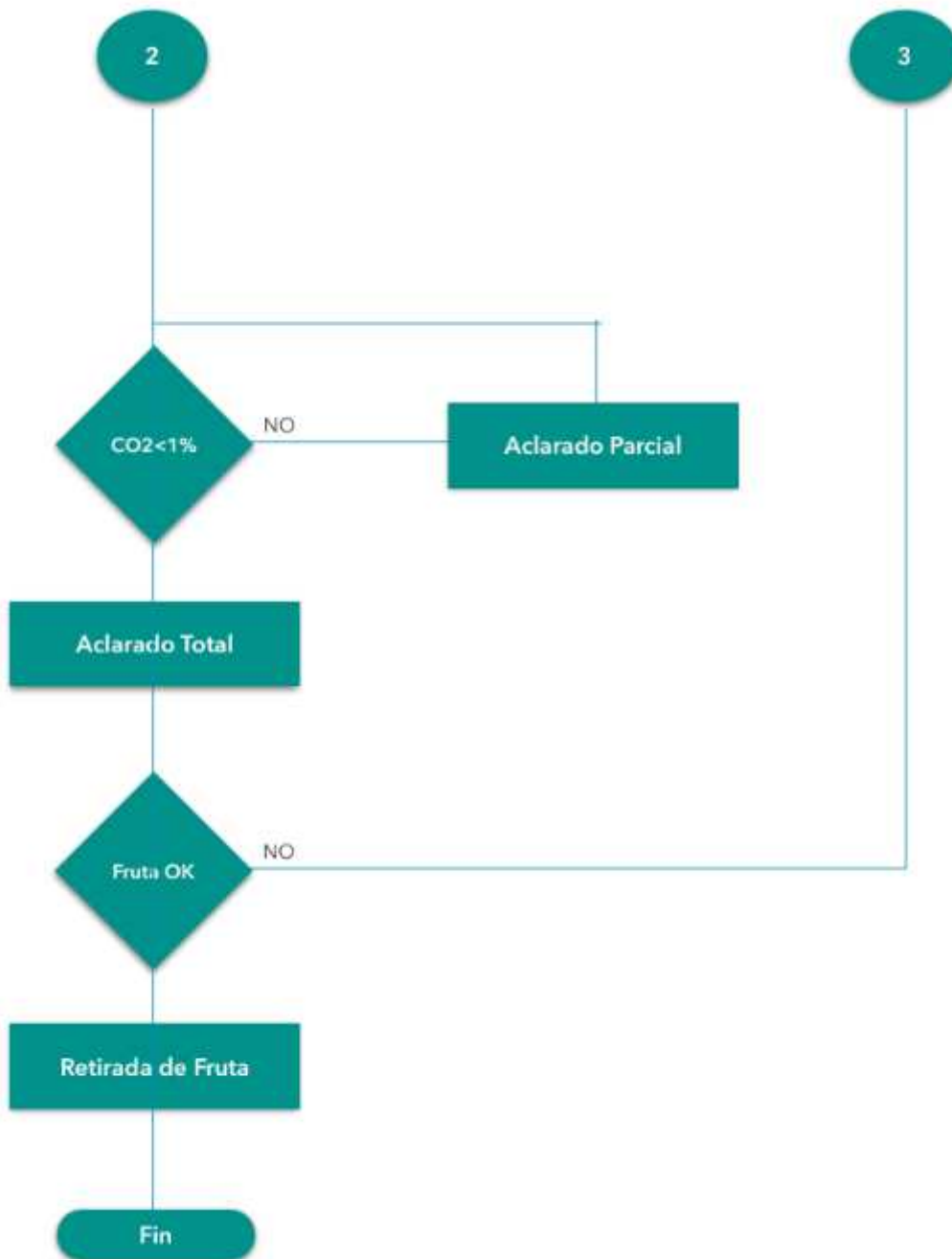


Figura 18: Diagrama de flujo del proceso III

2.2. INTRODUCCIÓN.FUNDAMENTOS DE LA CONSERVACIÓN POR FRÍO.

La refrigeración es aquella operación unitaria en la que la temperatura del producto se mantiene, generalmente, entre -1 y 15° C. Con ello se consigue reducir la velocidad de las transformaciones microbianas y bioquímicas en el alimento, prolongando así su “vida útil”, tanto en el caso de productos frescos como de productos elaborados. En relación a las transformaciones microbianas, la reducción de la temperatura por debajo de la temperatura mínima para el crecimiento microbiano prolonga el tiempo de duplicación de los microorganismos y, de hecho, evita o retrasa su proliferación.

En este sentido, la refrigeración evita el crecimiento de los microorganismos termófilos (35 a 55° C) y de muchos mesófilos (10 a 40° C); algunos microorganismos psicrófilos (-5 a 15° C) son capaces de alterar los alimentos mantenidos en refrigeración, pero no hay microorganismos psicrófilos que sean patógenos. Así pues, podemos decir que la refrigeración a temperaturas entre $5-12^{\circ}$ C retrasa la alteración microbiana y evita el crecimiento de gérmenes patógenos.

Por otra parte, la reducción de la temperatura ralentiza la velocidad de las transformaciones químicas y enzimáticas causantes de alteraciones en los alimentos.

Esta variación de la velocidad de reacción se mide en términos de Q_{10} (cociente van't Hoff), parámetro que se define como el cociente entre la velocidad de la reacción a una temperatura dada y a otra diez grados centígrados inferior.

Lógicamente, en los alimentos no se produce una única reacción, sino numerosas reacciones que tienen lugar simultánea o sucesivamente; por ello, el valor de Q_{10} no es constante y un determinado valor es tan válido para un intervalo de temperatura más o menos amplio. Sin embargo, sí que puede decirse que, en cualquier caso, el periodo de conservación de un alimento se elevará sensiblemente al aumentar el valor de Q_{10} , ya que, cuando éste se eleva, el efecto de la temperatura sobre las reacciones enzimáticas responsables de las alteraciones es mucho más aparente.

Cabe enfatizar, sin embargo, que las bajas temperaturas no anulan la velocidad de las reacciones enzimáticas, tan sólo la ralentizan; por ello, incluso en la congelación de alimentos, aún después de prolongados periodos de almacenamiento a $-18/-20^{\circ}$ C, determinadas reacciones enzimáticas siguen produciéndose, causando pérdida de calidad y menor periodo de vida útil de los productos.

En el caso de productos vegetales, la refrigeración permite reducir ciertos procesos fisiológicos (respiración, transpiración y maduración), los cuales, al consumir las reservas propias del producto recolectado, son causa de perecebilidad del mismo, y por tanto, de importantes mermas y pérdidas económicas.

Así pues, tanto en el caso de vegetales climatéricos como no climatéricos, la refrigeración permite alargar el periodo de almacenamiento de los productos, en una intensidad y amplitud característica de cada tipo de producto y de sus condiciones precosecha (función de factores ambientales, edafológicos y agronómicos).

En cualquier caso, para que la conservación por el frío de los alimentos sea eficaz deben respetarse tres aspectos básicos, tanto en el caso de productos refrigerados como de productos congelados:

1. Partir de un producto sano y de calidad.
2. Aplicar el frío tan pronto como sea posible.
3. Mantener la acción del frío de forma constante y en el grado adecuado.

En el caso específico de ciertos frutos y hortalizas, y también de otros productos, se utiliza comercialmente un tratamiento coadyuvante del frío consistente en la modificación de la atmósfera de almacenamiento o envasado del producto.

Basándose en este principio se suelen diferenciar, conceptualmente y tecnológicamente, las tres técnicas siguientes:

- Almacenamiento en Atmósfera Controlada (AC), en donde las concentraciones de los gases se miden y regulan dentro de unos niveles determinados.
- Almacenamiento en Atmósfera Modificada (AM), en la que la composición atmosférica cambia como consecuencia de la actividad fisiológica del alimento y no se ejerce sobre ella un control apreciable.
- Envasado en Atmósferas Modificadas o Protectoras (MAP), en la que la composición gaseosa de la atmósfera del envase se modifica por la actividad fisiológica del alimento y/ o con arrastre de gases, una vez llenado éste, y antes de su cierre. El uso de recubrimientos directamente aplicados a la superficie de los frutos y hortalizas también ayuda a reducir los intercambio gaseosos del producto con el ambiente, reduciéndose, así, la velocidad de maduración de ciertos alimentos vegetales.

2.3. VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DEL FRÍO A LOS ALIMENTOS.

La mitad de los alimentos producidos en el mundo corresponden a productos perecederos; las causas de dicha perecebilidad hay que buscarlas en los procesos físico-químicos, enzimáticos y microbianos que alteran los productos. Con la finalidad de inhibir o ralentizar dichos procesos, la ingeniería de alimentos ha desarrollado diversos sistemas de conservación, los cuales pueden llevarse a cabo por procedimientos: químicos (modificando la composición del producto) o físicos (por la acción de determinados factores externos: frío, calor, deshidratación, irradiación,...).

Dado que los alimentos refrigerados poseen gran parte de su valor nutritivo y calidad organoléptica inicial, son considerados por el consumidor como productos “frescos”, “saludables” y “seguros”. Ello les permite cumplir la regla de las 3S: Satisfacción, Salud y Seguridad, básica para la competitividad de toda industria agroalimentaria. A nivel industrial, se consideran una serie de criterios básicos, a la hora de elegir y utilizar estas técnicas:

- Máxima prolongación de la capacidad de conservación de los alimentos.
- Mínima modificación de las características sensoriales de calidad y del valor nutritivo.
- Posibilidad de utilización versátil de la técnica.
- Costes reducidos.
- Ausencia de acciones nocivas para la salud.

En el conjunto de procedimientos industriales utilizados para la consecución de estos objetivos, ocupa un preponderante papel el empleo de las bajas temperaturas, es decir: el almacenamiento refrigerado y la congelación. Mediante la acción del frío, aunque no se consigue un almacenamiento de duración ilimitada, se consigue un producto con unas características nutritivas y organolépticas muy semejantes a las del producto inicial, sin presentar problemas para la salud.

Desde un punto de vista de rentabilidad económica, el coste de la aplicación del frío no es excesivamente elevado. En este sentido, cabe señalar que se han hecho diversos estudios con el fin de analizar el consumo energético que supone el procesado de alimentos según diversos métodos de conservación; los resultados obtenidos se concretan en los siguientes valores estimados: refrigerado: 25 kwh/ t, congelado: 100 kwh/ t, pasteurizado; 130 kwh/ t, esterilizado: 225 kwh/ t, secado: 660 kwh/ t.

El frío no puede considerarse como un agente esterilizante, si el producto está ya inicialmente contaminado por microorganismos, ni como destructor de enzimas. Así pues, al cesar la acción del frío, las reacciones degradativas vuelven a producirse e incluso con una mayor intensidad. De aquí la necesidad de mantener el frío apropiado de forma lo más constante posible y al nivel adecuado, a lo largo de todo el proceso global de los productos perecederos, desde su recolección, hasta el momento de su consumo.

Vamos a exponer a continuación las principales aplicaciones del frío en la industria agroalimentaria, haciendo hincapié especial en aquellas innovaciones técnicas que en los últimos años se han desarrollado y aplicado a escala industrial.

2.4. CONSIDERACIONES RESPECTO A LA TEMPERATURA, TIPOS DE PRODUCTOS Y HUMEDAD.

La mayoría de las frutas tropicales, que maduran rápidamente, las frutas blandas de cualquier clase y las hortalizas de hojas con una gran superficie poseen altos ritmos de respiración y se caracterizan, por lo tanto, por su corta vida de almacenamiento. En contraste, la mayoría de las frutas de climas templados a menudo tienen ritmos más bajos y en consecuencia, sus vidas de almacenamiento son más largas.

La respiración de todos los productos vegetales aumenta con la temperatura, razón por la cual, las técnicas de almacenamiento buscan reducir la temperatura del producto.

Las bajas temperaturas del almacenamiento además tienen la ventaja que reducen la pérdida de agua del producto y la transpiración. La humedad relativa alta retarda la pérdida de agua y mejora la vida de almacenamiento del producto.

A menudo es necesario la ventilación con aire no saturado para eliminar el calor y los gases volátiles como el etileno.

Es importante que la circulación del aire en el interior de la cámara y alrededor del producto sea la adecuada para asegurar un enfriado eficiente. Sin embargo, demasiado aire puede aumentar drásticamente la pérdida de agua del producto. Esta es una consideración importante cuando se preenfía por circulación forzada, como se describe más adelante.

En conclusión, la elección de la técnica de almacenamiento correcto depende de:

- El tipo de producto, su temperatura en el momento de la cosecha, o su ritmo de respiración y su calidad;

- La temperatura y humedad de almacenamiento más apropiadas para el producto y el tiempo de almacenamiento proyectado, sin que ello implique daño por frío o deterioro microbiano innecesario
- La aptitud para el mercado y sus necesidades y sobre todo, los aspectos económicos de toda la operación.

2.5. INSTALACIÓN DE PREREFRIGERACIÓN.

La prerrefrigeración es una técnica recomendable para conseguir el enfriamiento rápido del producto hortofrutícola, permitiendo una mejor calidad del mismo a lo largo del posterior periodo de almacenamiento refrigerado o a lo largo de su comercialización. Así pues, se recomienda especialmente en el caso de producciones muy perecederas, ya sea por sus características fisiológicas y /o por recolectarse en épocas de elevada temperatura, o por su elevada sensibilidad a desarrollo rápido de daños por microorganismos.

El nivel de temperatura a alcanzar depende principalmente de la tolerancia al frío del producto; así podrá ser de unos 0° C para frutos de hueso o de unos 10-14° C para frutos tropicales o subtropicales.

La rapidez de enfriamiento está marcada en gran parte por el medio de enfriamiento utilizado: aire frío, agua fría, vacío, hielo o sistemas mixtos.

La selección del equipo adecuado se realiza en función de: el producto (considerando principalmente su compatibilidad morfológica, anatómica y fisiológica frente al medio frío con el que está en contacto), la eficiencia de enfriamiento buscada, y a los costes (tanto de instalación inicial como de funcionamiento).

2.6. LEGISLACIÓN PARA ALMACENAJE EN FRÍO.

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.

Comprende el citado Decreto las normas básicas de carácter más general y permanente, mientras que por la presente Orden se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias, que contienen la normativa aplicable en el momento actual a las plantas e instalaciones frigoríficas a las que conciernen, y que han de ser objeto en el futuro de las revisiones que exija la necesidad de adaptarlas al desarrollo y evolución de la técnica.

2.7. INSTRUCCIÓN IF 001. TERMINOLOGÍA.

2.7.1. Sistemas de refrigeración.

✓ **Sistemas de refrigeración (incluidas las bombas de calor).**

Conjunto de componentes interconectados que contienen refrigerante y que constituyen un circuito frigorífico cerrado, en el cual el refrigerante circula con el propósito de extraer o ceder calor (es decir, enfriar o calentar) a un medio externo al circuito frigorífico.

✓ **Sistema semicompacto.**

Sistema de refrigeración construido completamente en fábrica, sobre una bancada metálica o en una cabina o recinto adecuados; fabricado y transportado en una o varias partes y en el cual ningún elemento conteniendo fluido frigorígeno sea montado in situ, salvo las válvulas de interconexión y pequeños tramos de tubería frigorífica.

✓ **Sistema compacto.**

Sistema semicompacto que ha sido montado, cargado para ser utilizado y probado antes de su instalación y que se instala sin necesidad de conectar partes que contengan refrigerante. Un equipo compacto puede incluir uniones rápidas o válvulas de cierre montadas en fábrica.

✓ **Sistema de carga limitada.**

Sistema de refrigeración cuyo volumen interior y carga total de refrigerante son tales que, con el sistema parado, aunque se produzca la vaporización total de la carga de refrigerante, la presión en el mismo no puede superar la presión máxima admisible.

✓ **Sistema de absorción o adsorción.**

Sistema de refrigeración en el cual la producción de frío se realiza por vaporización de un fluido frigorígeno cuyo vapor es sucesivamente absorbido o adsorbido por un medio absorbente o adsorbente, del cual es separado a continuación por calentamiento a una presión parcial de vapor más elevada y seguidamente licuado por enfriamiento.

✓ **Sistema secundario de enfriamiento o calefacción.**

Sistema que emplea un fluido intermedio para transferir calor o frío desde un generador a los distintos puntos de consumo.

✓ **Sistema cerrado.**

Sistema de refrigeración en el que todas las partes por las que circula el refrigerante están conectadas herméticamente entre sí mediante bridas, uniones roscadas o conexiones similares.

✓ **Sistema sellado hermético.**

Un sistema en el que todas las piezas que contengan refrigerante estén sujetas mediante soldaduras, abrazaderas o una conexión permanentemente similar, la cual podrá contar con válvulas protegidas u orificios de salida protegidos que permitan una reparación o eliminación adecuadas y cuyo índice de fugas, determinado mediante ensayo, sea inferior a 3 gramos al año bajo una presión equivalente como mínimo al 25% de la presión máxima permitida.

✓ **Carga de refrigerante.**

La especificada en la placa o etiquetado del equipo o en su defecto la máxima cantidad de refrigerante que admita el equipo para su correcto funcionamiento.

✓ **Botella y contenedor.**

Recipientes metálicos para el transporte y suministro de refrigerante normalmente licuado y a presión, concebido para ser recargado.

✓ **Sector de alta presión.**

Parte de un sistema de refrigeración que trabaja, aproximadamente, a la presión de condensación.

✓ **Sector de presión intermedia.**

Parte del sistema de refrigeración que, en caso de trabajar en salto múltiple, queda comprendida entre la descarga de un escalón o etapa y la aspiración del siguiente.

✓ **Sector de baja presión.**

Parte del sistema de refrigeración que trabaja, aproximadamente, a la presión de evaporación.

✓ **Sistema frigorífico en cascada.**

Sistema frigorífico compuesto por dos o más circuitos frigoríficos independientes, en los cuales el condensador de uno de los circuitos transfiere calor directamente al evaporador del circuito de temperatura inmediatamente superior.

✓ **Sistema móvil.**

Sistema de refrigeración que normalmente es transportado durante su funcionamiento.

2.7.2. Locales, emplazamientos.

✓ **Sala de máquinas específica.**

Local o recinto, no accesible al público, especialmente previsto para contener, por razones asociadas con la seguridad y protección del medio ambiente, componentes del sistema de refrigeración, exceptuándose como tal cuando solo contiene evaporadores, condensadores o tuberías. No tendrá consideración de espacio, local o recinto habitado a los efectos de establecer la carga máxima de refrigerante en la instalación frigorífica.

✓ **Espacio o local habitado.**

Recinto o local ocupado por personas durante un periodo prolongado de tiempo. Cuando los espacios anexos a los de posible ocupación humana no son, por construcción o diseño, estancos al aire deben considerarse como parte del espacio ocupado por personas. Por ejemplo: falsos techos, pasadizos de acceso, conductos, tabiques móviles y puertas con rejillas de ventilación.

✓ **Antecámara.**

Sala aislada, provista de puertas separadas de entrada y salida que permiten el paso de un recinto a otro, permaneciendo ambos aislados entre sí.

✓ **Vestíbulo.**

Sala de entrada o pasillo amplio que sirve como sala de espera.

✓ **Pasillo.**

Corredor para el paso de personas.

✓ **Salida.**

Abertura en pared exterior, con o sin puerta o portal.

✓ **Corredor de salida.**

Pasillo inmediatamente próximo a la puerta, a través del cual las personas puedan abandonar el edificio.

✓ **Cámara frigorífica.**

Recinto o mueble cerrado, dotado de puertas herméticas, mantenido por un sistema de refrigeración, y destinado a la conservación de productos. No tendrá consideración de espacio habitado u ocupado.

✓ **Comunicación directa.**

Abertura existente en la pared medianera entre recintos que, opcionalmente, puede ser cerrada mediante una puerta, ventana o portillo de servicio con apertura libre desde ambos lados.

✓ **Al aire libre.**

Cualquier espacio no cerrado, que puede estar techado.

✓ **Cámaras de atmósfera artificial.**

Cámaras de conservación en atmósfera artificial.

Son cámaras frigoríficas, suficientemente estancas a gases y vapores, provistas de dispositivos para equilibrar su presión con la exterior y para regular y mantener la mezcla gaseosa que se desee en su interior (especialmente los contenidos de oxígeno y de anhídrido carbónico).

Cámaras para la maduración acelerada y la desverdización.

Aquellas, dentro de las de atmósfera artificial, provistas de elementos de calefacción, humidificación y homogeneización de su ambiente interior y de emisión en el mismo de gases estimulantes del proceso de maduración de los frutos y hortalizas o de la degradación, en su caso, de la clorofila de los frutos (etileno con nitrógeno) y la aparición de los pigmentos propios de la especie y empleando, en ambos procesos, temperaturas superiores a las de conservación.

✓ **Locales refrigerados para procesos.**

Son aquellas dependencias de trabajo donde tiene lugar un proceso (elaboración, transformación, manipulación o acondicionamiento de un producto, etc.) en unas condiciones determinadas por normas técnicas o reglamentos (higiénico sanitarios) que regulen las condiciones del proceso: salas de acondicionamiento (envasado, empaquetado de productos, etc.), etc.

✓ **Cabina.**

Recinto móvil o fijo, estanco al agua y ventilado. Realizado con paramentos prefabricados, y con estructura capaz de soportar la máquina frigorífica contenida.

2.7.3. Presiones.

✓ **Presión de prueba de estanqueidad.**

Presión que se aplica para verificar que un sistema o cualquier parte del mismo es estanco.

✓ **Presión de prueba de resistencia.**

Presión que se aplica para comprobar que un sistema o cualquier parte o componente del mismo es capaz de soportar dicha presión sin que se produzcan deformaciones permanentes, roturas o fugas.

✓ **Presión máxima admisible.**

Presión máxima para la que está diseñado el equipo, especificada por el fabricante.

Nota 1: Presión límite de funcionamiento que no deberá sobrepasarse, tanto si el sistema está funcionando como si está parado.

Nota 2: La Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de mayo de 1997, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión, designa la presión máxima admisible como "PS".

✓ **Resistencia límite de un sistema.**

Presión a la cual una parte del sistema rompe o revienta.

2.7.4. Componentes de los sistemas de refrigeración.

✓ **Instalación frigorífica.**

Conjunto de los componentes de uno o varios sistemas de refrigeración y de todos los elementos necesarios para su funcionamiento (cuadro y cableado eléctrico, circuito de agua, etc.).

Incluye los sistemas de refrigeración de cualquier dimensión, comprendidos los utilizados en acondicionamiento de aire y en bombas de calor, así como los sistemas secundarios de enfriamiento y los de calefacción generada por equipos frigoríficos (incluidas las bombas de calor).

✓ **Componentes frigoríficos.**

Elementos que forman parte del sistema de refrigeración, por ejemplo, compresor, condensador, generador, absorbedor, adsorbedor, depósito de líquido, evaporador, separador de partículas de líquido, etc.

✓ **Compresor.**

Máquina que incrementa mecánicamente la presión de un vapor o de un gas.

Compresor de desplazamiento positivo (volumétrico).

Compresor en el que la compresión se obtiene por variación del volumen interior de la cámara de compresión.

Compresor no volumétrico.

Compresor en el que la compresión se obtiene sin cambiar el volumen interior de la cámara de compresión.

✓ **Motocompresor.**

Combinación fija de un motor eléctrico y un compresor en una unidad.

Motocompresor hermético.

Combinación compuesta por un compresor y un motor eléctrico, ambos encerrados en la misma carcasa, sin eje ni sello mecánico externos, con el motor eléctrico funcionando en presencia de una mezcla de aceite y vapor refrigerante.

Motocompresor semihermético.

Combinación compuesta por un compresor y un motor eléctrico, ambos encerrados en una misma carcasa, con tapas desmontables para permitir el acceso, pero sin eje ni sello

mecánico externos, con el motor eléctrico funcionando en presencia de una mezcla de aceite y vapor refrigerante.

Motocompresor de rotor hermético o encapsulado.

Motocompresor con envolvente hermética, que no contiene el bobinado del motor, y sin eje externo.

✓ **Compresor abierto.**

Compresor con el eje de transmisión que atraviesa la carcasa estanca que contiene al refrigerante.

✓ **Absorbedor.**

Dispositivo en el que tiene lugar la absorción o adsorción de un refrigerante gaseoso procedente de un evaporador, o sea, su incorporación a un medio líquido o sólido.

✓ **Generador.**

Aparato o intercambiador de calor en el que, mediante un proceso de calefacción, tiene lugar la separación del vapor disuelto en el líquido, al que se ha incorporado en un absorbedor, haciendo posible su posterior licuefacción en un condensador.

✓ **Condensador.**

Intercambiador de calor en el que refrigerante en fase de vapor se licua por cesión de calor.

✓ **Recipiente de líquido.**

Recipiente conectado permanentemente al sistema mediante tuberías de entrada y salida, utilizado para acumulación de refrigerante líquido.

✓ **Evaporador.**

Intercambiador de calor en el cual el refrigerante líquido se vaporiza por absorción de calor procedente del medio a enfriar.

✓ **Enfriador.**

Intercambiador de calor en el cual el fluido frigorífico se calienta por absorción de calor procedente del medio a enfriar.

✓ **Intercambiador de calor.**

Equipo para transferir calor entre dos fluidos sin que estos entren en contacto directo.

✓ **Serpentín.**

Parte del sistema de refrigeración construido con tubos curvos o rectos convenientemente conectados, que sirve como intercambiador de calor (evaporador, condensador, etc.).

✓ **Batería.**

Parte del sistema de refrigeración construido con varios serpentines convenientemente conectados, que sirve como intercambiador de calor (evaporador, condensador, etc.). Una batería puede estar compuesta por uno o varios serpentines.

✓ **Grupo de absorción.**

Parte del sistema de absorción que comprende la maquinaria frigorífica desde la entrada del absorbedor hasta la entrada del condensador.

✓ **Grupo de compresión.**

Parte del sistema de refrigeración que comprende la maquinaria frigorífica desde la entrada del compresor o combinación de compresores hasta la entrada del condensador con sus accesorios correspondientes.

✓ **Grupo de condensación.**

Parte del sistema de refrigeración que comprende la maquinaria frigorífica desde la entrada del compresor o combinación de compresores, incluido su accionamiento, condensador o condensadores, hasta la salida del recipiente o recipientes de líquido y el correspondiente conjunto de accesorios.

✓ **Grupo evaporador.**

Combinación de uno o más compresores, evaporadores y recipientes de líquido (si fuesen necesarios) y el correspondiente conjunto de accesorios.

✓ **Dispositivo de expansión.**

Elemento que permite y regula el paso del refrigerante líquido desde un estado de presión más alto a otro más bajo. Se consideran como tales las válvulas de expansión (manuales, termostáticas y electrónicas), los tubos capilares, los flotadores de alta, etc.

✓ **Separador de partículas de líquido.**

Recipiente que contiene refrigerante a baja presión y temperatura, al que están conectados, mediante los tubos de alimentación de líquido y retorno de vapor, uno o varios evaporadores.

Normalmente se coloca en el sector de baja en la aspiración de los compresores para protegerlos contra arrastres de líquido.

Con frecuencia son diseñados también como recipientes acumuladores y distribuidores de líquido.

✓ **Separador de aceite.**

Equipo a presión colocado en la descarga del compresor para separar y recuperar el aceite empleado en la lubricación del compresor.

✓ **Refrigerador intermedio.**

Equipo a presión, utilizado en las instalaciones de dos etapas, que tiene como principal finalidad refrigerar el gas descargado por los compresores de baja y que puede utilizarse a su vez para subenfriar el líquido enviado al sector de baja y aumentar así el efecto frigorífico.

El subenfriamiento puede llevarse a cabo en un circuito abierto o cerrado; en el primer caso el refrigerante líquido quedará a la presión intermedia y a la temperatura de saturación que corresponda a esa presión, mientras que en el segundo caso el líquido quedará a la presión de alta y con una temperatura superior a la intermedia (de cinco a diez grados, según el acercamiento elegido).

✓ **Economizador.**

Equipo a presión, utilizado en las instalaciones que funcionan en una sola etapa de compresión con compresores de tornillo, y cuya principal finalidad consiste en subenfriar el líquido enviado al sector de baja para aumentar así el efecto frigorífico.

Dicho aparato, como en el caso anterior, podrá ser del tipo de circuito abierto o circuito cerrado.

✓ **Reductor de CO₂ (adsorbedor y absorbedor de dióxido de carbono).**

Equipo que mediante un proceso químico, físico o químico-físico elimina el exceso de CO₂ producido por los frutos durante su almacenamiento en cámaras de atmósfera artificial.

✓ **Generador de atmósfera (reductor de oxígeno).**

Equipo que, utilizando distintos procesos, genera la atmósfera neutra necesaria reduciendo el porcentaje deseado de oxígeno en las cámaras de atmósfera artificial.

✓ **Cambiador-difusor.**

Equipo consistente en baterías de difusores compuestas por membranas (permeables al paso de ciertos gases), que controlan la mezcla gaseosa, con ubicación indistinta en el interior o exterior de la cámara de atmósfera artificial.

✓ **Válvula equilibradora de presiones.**

Dispositivo de seguridad, utilizado en las cámaras frigoríficas, que permite y regula la comunicación con el exterior de las mismas, evitando depresiones o sobrepresiones peligrosas para la estructura de éstas, dado el grado de estanqueidad con que actualmente se construyen todas ellas, así como la incidencia que sobre las estructuras llegan a tener las rápidas variaciones de temperatura y los desescarches.

2.7.5. Tuberías, uniones y accesorios.

✓ Red de tuberías.

Tuberías o tubos (incluidas mangueras, compensadores o tubería flexible) para la interconexión de las diversas partes de un sistema de refrigeración.

✓ Colector o distribuidor.

Tramo de tubería o tubo de un sistema de refrigeración al cual se conectan dos o más tuberías o tubos.

✓ Dispositivo de seccionamiento (válvula de corte).

Dispositivo para abrir o cerrar el flujo de fluido; por ejemplo, refrigerante, salmuera.

✓ Válvulas de interconexión.

Pares de válvulas de cierre que aíslan partes del circuito frigorífico y están dispuestas para que estas secciones puedan unirse antes de la apertura de las válvulas o separarse después de cerrarlas.

✓ Válvula de cierre rápido.

Dispositivo de corte que cierra automáticamente (por ejemplo por peso, fuerza de un resorte, bola de cierre rápido) o tiene un ángulo de cierre muy pequeño.

2.7.6. Accesorios de seguridad.

✓ Dispositivo de alivio de presión.

Elemento diseñado para liberar o evacuar automáticamente el exceso de presión de un sistema frigorífico al exterior o a otro sector de presión más baja.

✓ Válvula de alivio de presión.

Válvula accionada por presión que se mantiene cerrada mediante un resorte u otros medios y que está diseñada para liberar o evacuar el exceso de presión de forma automática, al abrir a una presión no superior a la máxima admisible y cerrar de nuevo una vez que la presión haya descendido por debajo del valor admisible.

✓ Disco de rotura.

Disco o lamina cuya rotura se produce con un diferencial de presión predeterminado.

✓ Tapón fusible.

Dispositivo con un material que a determinada temperatura funde aliviando la presión.

✓ Dispositivo limitador de la temperatura.

Dispositivo accionado por temperatura, diseñado para evitar temperaturas que se consideran peligrosas.

✓ Dispositivo de seguridad limitador de presión.

Dispositivo accionado por presión, diseñado para detener el funcionamiento del generador de presión.

✓ **Presostato automático.**

Dispositivo de desconexión de rearme automático, que se denomina PSH para protección contra una presión alta y PSL para protección contra una presión baja.

✓ **Presostato con rearme manual.**

Dispositivo de desconexión de rearme manual sin ayuda de herramientas, denominado PZH si la protección es contra una presión alta y PZL si la protección es contra una presión baja.

✓ **Presostato de seguridad con bloqueo mecánico.**

Dispositivo de desconexión accionado por presión, con bloqueo mecánico y rearme manual, únicamente con la ayuda de una herramienta. Se denomina PZHH si la protección es contra una presión muy alta y PZLL si la protección es contra una presión muy baja.

✓ **Válvula de tres vías.**

Válvula para comunicar o interrumpir total o parcialmente dos circuitos con un tercero. Si se utiliza conjuntamente con dos dispositivos de seguridad habilitará únicamente la conexión de uno de ellos con el circuito frigorífico a proteger y garantizará que en cualquier momento solo uno de los dispositivos quede fuera de servicio.

✓ **Válvula de cuatro vías.**

Válvula de accionamiento automático que, generalmente con dos vías, comunica dos zonas del sector de alta y otras dos del sector de baja y cuya finalidad es intercambiar la interconexión entre ambas con objeto de enviar en un momento dado gas caliente al evaporador y poder aspirar del condensador para efectuar un desescarche por inversión de ciclo.

✓ **Detector de refrigerante.**

Dispositivo de control que detecta la presencia de un refrigerante determinado y usualmente activa una alarma cuando la concentración de dicho refrigerante en el ambiente sobrepasa un valor predeterminado.

✓ **Sistema de detección de fugas de refrigerantes fluorados.**

Dispositivo calibrado mecánico, eléctrico o electrónico para la detección de fugas de refrigerantes fluorados que, en caso de detección, avise automáticamente a la empresa mantenedora y en su caso, al titular de la instalación.

2.7.7. Fluidos.

✓ **Refrigerante (fluido frigorígeno).**

Fluido utilizado en la transmisión de calor que, en un sistema de refrigeración, absorbe calor a bajas temperatura y presión, cediéndolo a temperatura y presión más elevadas. Este proceso tiene lugar, generalmente, con cambios de fase del fluido.

✓ **Refrigerante fluorado.**

Se entiende por refrigerantes fluorados aquellos que contengan alguna de las sustancias enumeradas en los grupos I, II, III, VII, VIII y IX del anexo I del Reglamento (CE) n.º 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de septiembre de 2009 sobre sustancias que agotan la capa de ozono o de las enumeradas en el anexo I del Reglamento (CE) n.º 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo.

✓ **Fluido secundario (fluido frigorífero).**

Sustancia intermedia (p.ej., agua, salmuera, aire, etc.) utilizada para transportar calor entre el circuito frigorífico (circuito primario) y el medio a enfriar o calentar.

✓ **Azeótropo o mezcla azeotrópica.**

Mezcla de fluidos refrigerantes cuyas fases vapor y líquido en equilibrio poseen la misma composición a una presión determinada.

✓ **Toxicidad.**

Propiedad de una sustancia que la hace nociva o letal para personas y animales debido a una exposición intensa o prolongada por contacto, inhalación o ingestión.

✓ **Límite inferior de inflamabilidad.**

Concentración mínima de refrigerante que es capaz de propagar una llama en una mezcla homogénea de aire y refrigerante.

✓ **Tiempo máximo de exposición.**

Tiempo máximo que el hombre puede estar expuesto, sin riesgo, a una concentración elevada de refrigerante; por ejemplo: no superior a diez minutos.

✓ **Aire exterior.**

Aire procedente del exterior del edificio.

✓ **Halocarbonos / hidrocarburos.**

Estos son:

CFC: halocarbono completamente halogenado (exento de hidrógeno) que contiene cloro, flúor y carbono.

HCFC: halocarbono parcialmente halogenado que contiene hidrógeno, cloro, flúor y carbono.

HFC: halocarbono parcialmente halogenado que contiene hidrógeno, flúor y carbono.

PFC: halocarbono que contiene únicamente flúor y carbono.

HC: hidrocarburo que contiene únicamente hidrógeno y carbono.

✓ **Potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO) en inglés ODP (Ozone Depletion Potential).**

Parámetro adimensional que mide el potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico de la unidad de masa de una sustancia en relación con la del R-11 que se adopta como unidad.

✓ **Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) en inglés GWP (Global Warming Potential).**

Parámetro que mide el potencial de calentamiento atmosférico producido por un kilo de toda sustancia emitida a la atmósfera, en relación con el efecto producido por un kilo de dióxido de carbono, CO₂, que se toma como referencia, sobre un tiempo de integración dado. Cuando el tiempo de integración es de 100 años se indica con PCA 100.

✓ **TEWI (TOTAL EQUIVALENT WARMING IMPACT) Impacto total equivalente sobre el calentamiento atmosférico.**

Es un parámetro que evalúa la contribución total al calentamiento atmosférico producido durante su vida útil por un sistema de refrigeración utilizado. Engloba la contribución directa de las emisiones de refrigerante a la atmósfera y la indirecta debida a las emisiones de CO₂ (dióxido de carbono) consecuencia de la producción de energía necesaria para el funcionamiento del sistema de refrigeración durante su período de vida útil. Se expresa en kilogramos equivalentes de CO₂.

2.7.8. Varios.

✓ **Sistema de vacío.**

Procedimiento para extraer el aire de un sistema o componente nuevo o revisado antes de proceder a la carga de refrigerante. Sirve también para verificar la estanqueidad del sistema o de un componente.

2.8. INSTRUCCIÓN IF002.CLASIFICACIÓN DE REFRIGERANTES (FLUIDOS FRIGORÍGENOS).

2.8.1. Denominación de los refrigerantes.

De acuerdo con lo que establece el artículo 4.1 del Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas, los refrigerantes se denominarán o expresarán por su fórmula o por su denominación química o, si procede, por su denominación simbólica alfanumérica, no siendo suficiente, en ningún caso, su nombre comercial.

2.8.2. Nomenclatura simbólica alfanumérica.

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, se establece la siguiente nomenclatura simbólica alfanumérica.

Los refrigerantes podrán expresarse, en lugar de hacerlo por su fórmula o por su denominación química, mediante la denominación simbólica alfanumérica adoptada internacionalmente y que se detalla seguidamente. La denominación simbólica de un refrigerante se establecerá a partir de su fórmula química, consistiendo en una expresión alfanumérica en la que:

a) El primer carácter empezando por la izquierda es una R de Refrigerante. Ejemplo: R-134a

b) La primera cifra de la derecha, en los compuestos que carezcan de bromo, indicará el número de átomos de flúor de su molécula.

c) A la izquierda de la anterior se indicará, con otra cifra, el número de átomos de hidrógeno de su molécula más uno.

d) A la izquierda de la anterior se indicará, con otra cifra, el número de átomos de carbono de su molécula menos uno. Cuando resulte un cero no se indicará.

f) El resto de los enlaces se completará con átomos de cloro.

g) Si la molécula contiene átomos de bromo se procederá de la manera indicada hasta aquí, añadiendo luego a la derecha una B mayúscula, seguida del número de dichos átomos.

h) Los derivados cíclicos se expresarán según la regla general, encabezándolos con una C mayúscula a la izquierda del número del refrigerante.

i) En los compuestos isómeros, el más simétrico (en pesos atómicos) se indicará sin letra alguna a continuación de los números. Al aumentar la asimetría, se colocarán las letras a, b, c, etc.

j) Los compuestos no saturados seguirán las reglas anteriores, anteponiendo el número 1 como cuarta cifra, contada desde la derecha.

k) Los azeótropos o mezclas determinadas de refrigerantes se expresarán mediante las denominaciones de sus componentes, intercalando, entre paréntesis, el porcentaje en peso correspondiente de cada uno y enumerándolos en orden creciente de su temperatura de ebullición a la presión de 1.013 bar a (absolutos). Los azeótropos también podrán designarse por un número de la serie 500 completamente arbitrario.

Las mezclas zeotrópicas de refrigerantes se expresarán mediante la denominación de sus componentes, intercalando, entre paréntesis, el porcentaje en peso correspondiente de cada uno y enumerándolos en orden creciente de su temperatura de ebullición a la presión de 1.013 bar a (absolutos). También podrán designarse por un número de la serie 400 completamente arbitrario. Cuando dos o más mezclas zeotrópicas están compuestas por los mismos componentes en diferentes proporciones, se utilizarán las letras A, B, C, etc., para distinguirlas entre ellas.

Los números de identificación de los refrigerantes de los compuestos inorgánicos se obtendrán añadiendo a 700 los pesos moleculares de los compuestos. Cuando dos o más

refrigerantes inorgánicos tengan los mismos pesos moleculares se utilizarán las letras A, B, C, etc., para distinguirlos entre ellos.

2.8.3. Grupos de clasificación según el grado de seguridad.

A efectos de lo dispuesto en el artículo 4.2 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, los refrigerantes se clasifican en grupos de acuerdo con sus efectos sobre la salud y la seguridad que se detallan en el apéndice 1 de dicha instrucción (Tabla A).

El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio podrá autorizar a petición de parte interesada la utilización de otros refrigerantes, o sus mezclas, no incluidos en el apéndice 1, previa determinación de cuantas características de prueba y uso sean precisas según lo requerido en las prescripciones establecidas en el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y en las instrucciones técnicas complementarias que lo desarrollan.

2.8.4. Clasificación en función de sus efectos sobre la salud y Seguridad.

Los refrigerantes se clasifican de acuerdo con su inflamabilidad y su toxicidad.

2.8.5. Clasificación en función de su inflamabilidad.

Los refrigerantes deberán incluirse dentro de uno de los tres grupos, 1, 2 y 3 basándose en el límite inferior de inflamabilidad a presión atmosférica y temperatura ambiente:

GRUPO 1: Refrigerantes no inflamables en estado de vapor a cualquier concentración en el aire.

GRUPO 2: Refrigerantes cuyo límite inferior de inflamabilidad, cuando forman una mezcla con el aire, es igual o superior al 3,5% en volumen (V/V).

GRUPO 3: Refrigerantes cuyo límite inferior de inflamabilidad, cuando forman una mezcla con el aire, es inferior al 3,5% en volumen (V/V).

Nota - Los límites inferiores de inflamabilidad se determinarán de acuerdo con la correspondiente norma, por ejemplo, ANSI / ASTM E 681.

2.8.6. Clasificación en función de la toxicidad.

Los refrigerantes deberán incluirse dentro de uno de los dos grupos A y B basándose en su toxicidad:

GRUPO A: Refrigerantes cuya concentración media en el tiempo no tiene efectos adversos para la mayoría de los trabajadores que pueden estar expuestos al refrigerantes durante una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas semanales y cuyo valor es igual o superior a una concentración media de 400 ml/m³ [400 ppm. (V/V)].

GRUPO B: Refrigerantes cuya concentración media en el tiempo no tiene efectos adversos para la mayoría de los trabajadores que puedan estar expuestos al refrigerante durante una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas semanales y cuyo valor es inferior a una concentración media de 400 ml/m³ [400 ppm. (V/V)].

Nota - Bajo ciertas condiciones se pueden producir compuestos tóxicos de descomposición por contacto con llamas o superficies calientes. Los principales productos de descomposición del grupo de refrigerantes del grupo L1 (A1), con excepción del dióxido de carbono, son los ácidos clorhídricos y fluorhídricos. Si bien son tóxicos, delatan automáticamente su presencia debido a su olor extremadamente irritante incluso a bajas concentraciones.

Nota - Estos criterios sobre toxicidad, con independencia de su posible valor de referencia, no se refieren a los valores límites ambientales previstos en el Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, que se aplicarán según su normativa específica.

2.8.7. Grupos de seguridad.

Los refrigerantes se clasifican por grupos de seguridad de acuerdo con la tabla 1.

	Altamente Inflamable	A3	B3
	Ligeramente Inflamable	A2	B2
	No inflamable	A1	B1
		Baja Toxicidad	Alta Toxicidad

↑ ↑
Inflamabilidad creciente

→ →
Toxicidad creciente

Tabla 1 Grupos de seguridad y su determinación en función de la inflamabilidad y toxicidad

Para el propósito de este reglamento se agrupan de forma simplificada como sigue:

Grupo L1 de alta seguridad = A1;

Grupo L2 de media seguridad = A2, B1, B2;

Grupo L3 de baja seguridad = A3, B3;

Cuando existan dudas sobre el grupo al que pertenece un refrigerante éste se deberá clasificar en el más exigente de ellos.

2.8.8. Clasificación de las mezclas de los refrigerantes en función de sus efectos sobre la salud y la seguridad.

A las mezclas de refrigerantes, cuya inflamabilidad o toxicidad puedan variar debido a cambios de composición por fraccionamiento, se les deberá asignar una doble clasificación de grupo de seguridad separada por una barra oblicua (/). La primera clasificación registrada deberá ser la clasificación de la composición original de la mezcla. La segunda registrada deberá ser la de la composición de la mezcla en el "caso del fraccionamiento más desfavorable". Cada característica deberá considerarse independientemente. Ambas clasificaciones deberán determinarse utilizando los mismos criterios que si fuera un refrigerante con un único componente.

En cuanto a su toxicidad, "el caso del fraccionamiento más desfavorable" deberá definirse como la composición que resulta de la concentración más alta del (de los) componente(s) en fase líquida o vapor. La toxicidad de una mezcla específica deberá establecerse en base a sus componentes considerados individualmente.

Puesto que el fraccionamiento puede ocurrir como resultado de una fuga en el sistema de refrigeración cuando se determine "el caso de fraccionamiento más desfavorable" deberán considerarse la composición de la mezcla que queda en el sistema y la de la fuga. El "caso del fraccionamiento más desfavorable" podrá ser o bien la composición inicial o una composición generada durante el fraccionamiento.

El caso del fraccionamiento más desfavorable, en lo referente a la toxicidad, podrá o no coincidir con el caso del fraccionamiento más desfavorable respecto a la inflamabilidad.

2.8.9. Certificado de la calidad del refrigerante y ficha de seguridad.

Los distribuidores - fabricantes de refrigerantes deberán suministrar junto al refrigerante el certificado de calidad del mismo acreditativo de su composición química concreta así como su ficha de seguridad.

CLASIFICACIÓN DE LOS REFRIGERANTES

Clasificación	Grupo L	Grupo seguridad	Refrigerante 2) N.º	DENOMINACION (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Practico 4) 5) kg/m³	Punto de ebullición a 1.013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento atmosférico 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasif. segun: 8) REP
									Temp. Auto-ignición °C	Limites de inflamabilidad					
										Limite inferior kg/m³ % v/v	Limite superior kg/m³ % v/v				
1	A1	R-11		Triclorofluorometano	CCl3F ¹⁰	137.4	0.3	23.8	-	-	-	-	3 800	1	2
1	A1	R-12		Diclorodifluorometano	CCl2F2 ¹⁰	120.9	0.5	-29	-	-	-	-	8 100	1	2
1	A1	R-12B1		Bromodiodifluorometano	CBrClF2 ¹⁰	165.4	0.2	-4	-	-	-	-	1 300	3	2
1	A1	R-13		Ciclotrifluorometano	CClF3 ¹⁰	104.5	0.5	-81.4	-	-	-	-	14 000	1	2
1	A1	R-13B1		Bromotrifluorometano	CBrF3 ¹⁰	148.9	0.6	-58	-	-	-	-	5 400	10	2
1	A1	R-22		Clorodifluorometano	CHClF2 ¹⁰	86.5	0.3	-40.8	635	-	-	-	1 500	0.055	2
1	A1	R-23 ¹¹⁾		Trifluorometano	CHF3	70	0.68	-82.15	-	-	-	-	11 700	0	2
1	A1	R-113		1,1,2-Tricloro-1,2,2-trifluorometano	CCL2FCClF2 ¹⁰	187.4	0.4	47.6	-	-	-	-	4 800	0.8	2
1	A1	R-114		1,2-Dicloro-1,1,2,2-tetrafluorometano	CCLF2CClF2 ¹⁰	170.9	0.7	3.8	-	-	-	-	9 800	1	2
1	A1	R-115		2-Cloro-1,1,1,2,2-pentafluorometano	CF3CClF2 ¹⁰	154.5	0.6	-39	-	-	-	-	7 200	0.6	2
1	A1	R-124		2-Cloro-1,1,1,2-tetrafluorometano	CF3CHClF ¹⁰	136.5	0.11	-12.1	-	-	-	-	470	0.022	2
1	A1	R-125		Pentafluorometano	CF3CHF2	120	0.39	-48.1	-	-	-	-	2 800	0	2
1	A1	R-134a ¹¹⁾		1,1,1,2-Tetrafluorometano	CF3CH2F	102	0.25	-26.2	743	-	-	-	1 300	0	2
1	A1	R-218 ¹¹⁾		Octofluoropropano	C3F8	188	1.84	-	-	-	-	-	7 000	0	2
1	A1	R-C318 ¹¹⁾		Octofluorociclobutano	C4F8	200	0.81	-6	-	-	-	-	8 700	0	2
1	A1	R-500		R-12/152a (73.8/26.2)	CCl2F2 + CHF2CH3 ¹⁰	99.3	0.4	-33.5	•	-	-	-	6 000	0.74	2
1	A1	R-501		R-12/22 (25/75)	CCl2F2 + CHClF2 ¹⁰	93.1	0.38	-41	-	-	-	-	3 150	0.29	2

Clasificación	Grupo L	Grupo seguridad	Refrigerante 2) N.º	DENOMINACION (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Practico 4) 5) kg/m³	Punto de ebullición a 1.013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento atmosférico 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasif. segun: 8) REP
									Temp. Auto-ignición °C	Limites de inflamabilidad					
										Limite inferior kg/m³ % v/v	Limite superior kg/m³ % v/v				
1	A1	R-502		R-22/115 (48.8/51.2)	CHClF2+CF3CClF2 ¹⁰	112	0.45	-45.4	•	-	-	-	4 400	0.33	2
1	A1	R-503		R-23/13 (40.1/59.9)	CHF3+CClF3 ¹⁰	87.3	0.35	-88.7	•	-	-	-	13 100	0.6	2
1	A1	R-507A		R-125/143a (50/50)	CF3CHF2+CF3CH3	98.9	0.49	-46.7	•	-	-	-	3 300	0	2
1	A1	R-508A		R-23/116 (39/61)	CHF3+C2F6	100.1	0.22	-86	•	-	-	-	11 860	0	2
1	A1	R-508B		R-23/116 (46/54)	CHF3+C2F6	95.4	0.2	-88.3	•	-	-	-	11 850	0	2
1	A1	R-509A		R-22/218 (44/56)	CHClF2+ C3F8	124	0.56	-47	•	-	-	-	4 580	0.024	2
1	A1	R-718		Agua	H2O	18	•	100	-	-	-	-	0	0	2
1	A1	R-744		Dioxido de carbono	CO2	44	0.07	-78	-	-	-	-	1	0	2
1	A1/A1	R-401A		R-22/152a/124 (53/13/34)	CHClF2+ CHF2CH3+ CF3CHClF ¹⁰	94.4	0.30	-33.4 a -27.8	681	-	-	-	970	0.037	2
1	A1/A1	R-401B		R-22/152a/124 (61/11/28)	CHClF2+ CHF2CH3+ CF3CHClF ¹⁰	92.8	0.34	-34.9 a -29.6	685	-	-	-	1 060	0.040	2
1	A1/A1	R-401C		R-22/152a/124 (33/15/52)	CHClF2+ CHF2CH3+ CF3CHClF ¹⁰	101	0.24	-28.9 a -23.3	•	-	-	-	760	0.030	2
1	A1/A1	R-402A		R-125/290/22 (60/2/38)	CF3CHF2+ C3H8+ CHClF2 ¹⁰	101.5	0.33	-49.2 a -47	723	-	-	-	2 250	0.021	2
1	A1/A1	R-402B		R-125/290/22 (38/2/60)	CF3CHF2+ C3H8+ CHClF2 ¹⁰	94.7	0.32	-47.2 a -44.8	641	-	-	-	1 960	0.033	2
1	A1/A1	R-403A		R-22/218/290 (75/20/5)	CHClF2+ C3F8+ C3H8 ¹⁰	92	0.33	-44.0 a -42.4	•	-	-	-	2 520	0.041	2
1	A1/A1	R-403B		R-22/218/290 (56/39/5)	CHClF2+ C3F8+ C3H8 ¹⁰	103.2	0.41	-43.9 a -42.4	•	-	-	-	3 570	0.031	2

Clasificación	Grupo L	Grupo seguridad	Refrigerante 2) N.º	DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Formula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Práctico 4) 5) kg/m³	Punto de ebullición a 1,013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento atmosférico 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasif. según 8) REP
									Temp. Auto-ignición °C	Límites de inflamabilidad		Temp. Auto-ignición °C			
										Limite inferior kg/m³ % v/v	Limite superior kg/m³ % v/v				
1	A1 / A1	R-404A ⁽¹⁾	R-125/143a/134a (44/52/4)	CF3CHF2+ CF3CH3+ CF3CH2F	97.6	0.48	-46.5 a -45.7	728	-	-	-	-	3 260	0	2
1	A1 / A1	R-405A	R-22/152a/142b/C318 (45/7/5.5/42.5)	CHClF2+ CHF2CH3+ CH3CClF2+ C4F8 ⁽¹⁾	111.9	*	-32.8 a -24.4	*	-	-	-	-	4 480	0.028	2
1	A1 / A1	R-407A ⁽¹⁾	R-32/125/134a (20/40/40)	CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F	90.1	0.33	-45.2 a -38.7	685	-	-	-	-	1 770	0	2
1	A1 / A1	R-407B ⁽¹⁾	R-32/125/134a (10/70/20)	CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F	102.9	0.35	-46.8 a -42.4	703	-	-	-	-	2 280	0	2
1	A1 / A1	R-407C ⁽¹⁾	R-32/125/134a (23/25/52)	CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F	86.2	0.31	-43.8 a -36.7	704	-	-	-	-	1 520	0	2
1	A1 / A1	R-408A	R-125/143a/22 (7/46/47)	CF3CHF2+ CF3CH3+ CHClF2 ⁽¹⁾	87	0.41	-44.6 a -44.1	*	-	-	-	-	2 650	0.026	2
1	A1 / A1	R-409A	R-22/124/142b (60/25/15)	CHClF2+ CF3CHClF+ CH3CClF2 ⁽¹⁾	97.5	0.16	-34.7 a -26.3	*	-	-	-	-	1 290	0.048	2
1	A1 / A1	R-409B	R-22/124/142b (65/25/10)	CHClF2+ CF3CHClF+ CH3CClF2 ⁽¹⁾	96.7	0.17	-35.8 a -28.2	*	-	-	-	-	1 270	0.048	2
1	A1 / A1	R-410A ⁽¹⁾	R-32/125 (50/50)	CH2F2+ CF3CHF2	72.6	0.44	-51.6 a -51.5	*	-	-	-	-	1 720	0	2
1	A1 / A1	R-410B ⁽¹⁾	R-32/125 (45/55)	CH2F2+ CF3CHF2	75.5	0.43	-51.5 a -51.4	*	-	-	-	-	1 830	0	2

Clasificación	Grupo L	Grupo seguridad	Refrigerante 2) N.º	DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Formula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Práctico 4) 5) kg/m³	Punto de ebullición a 1,013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento atmosférico 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasif. según 8) REP
									Temp. Auto-ignición °C	Límites de inflamabilidad		Temp. Auto-ignición °C			
										Limite inferior kg/m³ % v/v	Limite superior kg/m³ % v/v				
1	A1/A1	R ⁽¹⁾	R-22/124/600 (50/47/3)	CHClF2+ CF3CHClF+ C4H10 ⁽¹⁾	102.7	0.45	-34.1	*	-	-	-	-	1 076	0.034	2
1	A1/A1	R ⁽¹⁾	R-125/143a/290/22 (42/6/2/50)	CF3CHF2+ CF3CH3+ C3H8+ CHClF2 ⁽¹⁾	95.6	0.41	-45.6	*	-	-	-	-	850	0.02	2
1	A1/A1	R-416A ⁽¹⁾	R-134a/124/600 (59/39.5/1.5)	CF3CH2F+ CF3CHClF+ C4H10 ⁽¹⁾	111.9	-	-23.8 a -21.8	*	-	-	-	-	950	0.009	2
1	A1/A1	R-422A ⁽¹⁾	R-125/134a/600a (65,1/31,5/3,4)	CF3CHF+CF3CH2F+ CH(CH3)3	109.83	0,36	-42,6 a -38,6	-	-	-	-	-	2230	0	2
1	A1/A1	R-422D ⁽¹⁾	R-125/134a/600a (85,1/11,5/3,4)	CF3CHF2+ CF3CH2F+ CH(CH3)3	113,49	0,39	-46,0 a -43,6	-	-	-	-	-	2530	0	2
1	A1/A1	R ⁽¹⁾	R-125/290/218 (86/5/9)	CF3CHF2+ C3H8+ C3F8	113,9	0,49	-54,6	*	-	-	-	-	3 920	0	2
1	A1/A1	R ⁽¹⁾	R-134a/227 (52,5/47,5)	CF3CH2F+ CF3CHFClF3	121,4	0,50	-24,7	*	-	-	-	-	1 940	0	2
1	A1/A1	R-417A ⁽¹⁾	R-125/134a/600 (46,6/50/3,4)	CF3CHF2+ CF3CH2F+ C4H10	106,7	0,15	-38,0 a -32,9	*	-	-	-	-	1 950	0	2
1	A1/A1	R-417B ⁽¹⁾	R-125/134a/600 (79/18,25/2,75)	CF3CHF2+ CF3CH2F+ C4H10	113,07	0,15	-44,9 a -41,5	*	-	-	-	-	2 450	0	2

Clasificación		Refrigerante 2) N°	DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Práctico 4) 5) kg/m³	Punto de ebullición a 1,013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento atmosf. 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasif. segun: 8) REP
Grupo L	Grupo Seguridad							Temp. Auto-ignición °C	Límites de inflamabilidad					
									Limite inferior kg/m³ % v/v	Limite superior kg/m³ % v/v				
1	A1/A1	R-424A ⁽¹⁾	R-125/134a/600a/600/601a (50,5/47,0,9/1,6)	CHF2CF3+ CH2FCF3+ C4H10+ C4H10+ C5H12	108,0	0,31	-39,74 a -34,34	-	-	-	-	2440	0	1
1	A1/A1	R-426A ⁽¹⁾	R-134a/125/600/601a (93,5,1/1,3/0,6)	CH2FCF3+ CHF2CF3+ C4H10+ C5H12	102,6	0,42	-28,42 a -27,01	-	-	-	-	1508	0	1
1	A1/A1	R-428A ⁽¹⁾	R-125/143a/600a/290 (77,5/20/1,9/0,6)	CHF2CF3+ CH3CF3+ C4H10+ C3H8	107,5	0,50	-48,35 a -47,51	-	-	-	-	3607	0	1
1	A1/A1	R-434A ⁽¹⁾	R-125/143a/134a/600a (63,2/18/16/2,8)	CHF2CF3+ CH3CF3+ CH2FCF3+ C4H10	105,3	0,46	-45,03 a -42,26	-	-	-	-	3238	0	1
1	A1/A1	R-427A ⁽¹⁾	R-32/125/143a/134a (15/25/10/50)	CH2F2+CF3 CHF2+CF3 CH3+ CF3CH2F	90,4	0,24	43,0	*	-	-	-	1800	0	1
1	A1/A1	R-437A ⁽¹⁾	R-125/134a/600/601 (19,5/78,5/1,4/0,6)	CHF2CF3+ CH2FCF3+ CH(CH3)3+ CH3CH2CH2 CH2CH3	103,7	0,081	-32,87	-	-	-	-	1085	0	2
2	A1/A2	R-413A ⁽¹⁾	R-218/134a/600* (9/88/3)	C3F8+ CF3CH2F+ CH(CH3)3	103,96	0,08	-29,4 ... a -27,4	*	-	-	-	1770	0	1
2	A1/A2	R-406A ⁽¹⁾	R-218/142b/600* (55/41/4)	CHClF2+ CClF2CH3+ CH(CH3)3 ⁽¹⁾	89,9	0,13	-32,7 a -23,5	*	-	-	-	1560	0,057	1
2	A1/A2	R-411A	R-22/152a/1270 (87,5/11/1,5)	CHClF2+ CHF2CH3+ C3H6 ⁽¹⁾	82,5	0,04	-39,6 a -37,1	*	-	-	-	1 330	0,048	1

Clasificación		Refrigerante 2) N°	DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Práctico 4) 5) kg/m³	Punto de Ebullición a 1,013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento atmosf. 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasif. segun: 8) REP	
Grupo L	Grupo Seguridad							Temp. Auto-ignición °C	Límites de inflamabilidad						
									Limite inferior kg/m³ % v/v	Limite superior kg/m³ % v/v					
2	A1/A2	R-411B	R-22/152a/1270 (94/3/3)	CHClF2+ CHF2CH3+ C3H6 ⁽¹⁾	83,3	0,05	-41,6 a -40,2	*	-	-	-	1 410	0,052	1	
2	A1/A2	R-412A	R-22/218/142b (70/5/25)	CHClF2+ C3F8+ CClF2CH3 ⁽¹⁾	92,2	0,07	-36,5 a -28,9	*	-	-	-	1850	0,055	1	
2	A1/A2	R ⁽¹⁾ (1)	R-125/134a/152a/ RE170 (67/15/15/3)	CHF2CH3+ CH2F+CF3+ CH3CHF2+ CH3OCH3	108,45	0,094	-38,1 a -37,8	-	-	-	-	2421	0	2	
2	A2	R-32 ⁽¹⁾	Di fluorometano	CH2F2	52	0,054	-51,76	530	0,27	12,7	0,71	33,4	650	0	1
2	A2	R-141b	1,1-Dicloro-1-fluoretano	CCl2FCH3 ⁽¹⁾	117	0,053	32	532	0,268	5,6	0,847	17,7	600	0,11	2
2	A2	R-142b	1-Cloro-1,1-difluoretano	CClF2CH3 ⁽¹⁾	100,5	0,049	-10	632	0,247	6	0,74	18	1 800	0,065	1
2	A2	R-143a ⁽¹⁾	1,1,1-Trifluoretano	CF3CH3	84	0,048	-47	750	0,244	7	0,553	16,1	3 800	0	1
2	A2	R-152a ⁽¹⁾	1,1-Difluoretano	CHF2CH3	66	0,027	-25	455	0,137	5,1	0,462	17,1	140	0	1
2	A2	R-160	Cloruro de etilo	CH3CH2Cl ⁽¹⁾	64,5	0,019	510	0,095	3,6	0,39	14,8	*	0	1	
2	B1	R-21	Diclorofluorometano	CHCl2F ⁽¹⁾	103	0,1	+8,92	-	-	-	-	-	*	0	1
2	B1	R-123	2,2-Dicloro-1,1,1-trifluoretano	CF3CHCl2 ⁽¹⁾	153	0,10	27,87	730	-	-	-	-	90	0,02	2
2	B1	R-764	Dióxido de azufre	SO2	64,1	0,00026	-10	*	-	-	-	-	*	0	1
2	B2	R-30	Cloruro de metileno	CH2Cl2 ⁽¹⁾	84,9	0,017	40	662	0,417	12	0,764	22	9	-	2
2	B2	R-40	Cloruro de metilo	CH3Cl ⁽¹⁾	50,5	0,021	-24	625	0,147	7,1	0,382	18,5	*	0	1
2	B2	R-611	Formiato de metilo	C2H4O2	60	0,012	31,2	456	0,123	5	0,687	28	*	0	1

Clasificación	Grupo L	Grupo segunditat	Refrigerante 2) Nº	DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Práctico 4) 5) kg/m³	Punto de Ebullición a 1,013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento Atmosf. 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasific. según: 8) REP
									Temp. Auto-ignición °C	Límites de inflamabilidad					
										Limite inferior kg/m³ % v/v	Limite superior kg/m³ % v/v				
2	B2	R-717	Amoniaco	NH3	17	0.00035	-33	630	0,104	15	0.195	28	0	0	1
2	B2	R-1130	1,2-Dicloroetileno	CHCl = CHCl	96.9	•		458	0.246	6.2	0.595	15	•	0	1
3	A3	R-50	Metano	CH4	16	0.006	-161	645	0.032	4.9	0.098	15	21	0	1
3	A3	R-170	Etano	C2H6	30	0.008	-89	515	0.037	3	0.19	15.5	3	0	1
3	A3	R-290	Propano	C3H8	44	0.008	-42	470	0.038	2.1	0.171	9.5	3	0	1
3	A3	R-600	Butano	C4H10	58.1	0.0089	0	365	0.036	1.5	0.202	8.5	3	0	1
3	A3	R-600a	Isobutano	CH(CH3)3	58.1	0.011	-12	460	0.043	1.8	0.202	8.5	3	0	1
3	A3	R-1150	Etileno	CH2 = CH2	28.1	0.006	-104	425	0.031	2.7	0.391	34	3	0	1
3	A3	R-1270	Propileno	C3H6	42.1	0.008	-48	455	0.043	2.5	0.174	10.1	3	0	1
3	A3	R-E170	Dimetileter	CH3OCH3	46	0.011	-24.8	235	0.064	3.4	0.489	26	•	0	1

• = No conocido / - = No aplicable

- Pendiente de asignar denominación simbólica numérica.
- Los "R-" números se corresponden con ISO 817.
- Por comparación, la masa molecular del aire se toma igual a 28.8 kg/kmol.
- Los límites prácticos para el grupo de refrigerante L1 se definen de manera que no sobrepasen el 50% de la concentración de refrigerante que puede ocasionar la asfixia debido al desplazamiento del oxígeno o teniendo en cuenta el efecto narcotizante (N) o de sensibilización cardíaca (CS) (80% del nivel de eficacia) durante un tiempo breve de exposición tomándose el que sea el más crítico.
Para productos puros del grupo L1 de refrigerantes, el cálculo de los límites prácticos (PL) es: "PL (kg/m³) = CS ó N (ppm) x 0.8 x MM x 10⁻⁴/24.45".
Para mezclas (A/B/C) el cálculo es: "PL (kg/m³) = 1/ [A/100/PL(A) + B/100/PL (B) + C/100/PL (C)]" con A, B y C expresados en % en peso.
Para los límites prácticos de los refrigerantes del grupo L2 se tendrán en cuenta las características toxicológicas y de inflamabilidad, cualquiera que sea la más crítica. Para el grupo L2-B1 se toma para R-764 un valor correspondiente al 100% del IDLH (concentración inmediatamente peligrosas para la vida o la salud). Para el R-123, el 100% de OEL (valor límite de exposición profesional). Para el grupo L2-B2 se toma un valor correspondiente al 100% de IDLH o 20% del límite inferior de inflamabilidad adoptándose el valor inferior.
Para refrigerantes del grupo L3 de se tomará como límite práctico un valor del 20% del límite inferior de inflamabilidad.
- Estos valores son reducidos a 2/3 del valor citado para altitudes superiores a 2 000 m sobre el nivel del mar y a 1/3 del valor citado para altitudes superiores a 3 500 m. sobre el nivel del mar.
- El PCA es definido por el "Intergovernmental Panel on Climate Change: 1994, The IPCC Scientific Assessment". Estos datos son los valores científicos más recientes y pueden ser revisados. Véase MI-IF 01.
- Los datos que conciernen al PAO son los citados en el del diario oficial de la Comunidad Europea L333, volumen 37, del 22 de diciembre de 1994 y son utilizados por todas las reglamentaciones. Véase MI-IF 01
- En la columna de la derecha se da el grupo de clasificación de los refrigerantes según el REP "Reglamento de Equipos a Presión".
- En las mezclas se da el punto de burbuja / punto de rocío.
- Estos refrigerantes, en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento (CE) 1005/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono, no podrán ser utilizados para la carga o mantenimiento de instalaciones nuevas o existentes. Como excepción y de manera transitoria hasta el 31 de diciembre de 2014, se podrán emplear los refrigerantes HCFC recuperados o regenerados, en la recarga y mantenimiento de instalaciones existentes, siempre y cuando se cumplan las condiciones establecidas en el artículo 11 del mencionado Reglamento (CE) n° 1005/2009.
- Estos refrigerantes están regulados por el Reglamento (CE) N° 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero.

Los refrigerantes marcados con los superíndices 10 y 11 son refrigerantes fluorados y tienen PAO mayor de 0 o GWP mayor de 150

Clasificación	Grupo L	Grupo seguridad	Refrigerante n.º	Denominación (composición= % peso)	Fórmula	Masa molar Kg/kmol	Límite práctico Kg/m³	Punto de ebullición a 1,013 bar °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento atmosférico PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono PAO	Clasificación según: REP	
									Temperatura autoignición °C	Límites de inflamabilidad		Límites de inflamabilidad				
									Límite inferior Kg/m³	Límite superior Kg/m³	% v/v	% v/v				
1		A1/A1	R-442A ⁽¹⁾	R-32/125/134a/152a/227ea (31/31/30/3/5)	CH2F2+ CHF2CF3+CH2FCF3+ CH3CHF2+CF3CHF2CF3	81,8	0,29	-46,5 a -51,6	*	-	-	-	-	1888	0	2
1		A1/A1	R-407E ⁽¹⁾	R-32/125/134a (30/30/40)	CH2F2+ CHF2CF3+CH2FCF3	82,1	0,29	-46,06 a -39,6	750	-	-	-	-	1555	0	2

2.9. INSTRUCCIÓN IF003. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.

2.9.1. Clasificación de los sistemas de refrigeración.

A efectos de lo dispuesto en el artículo 6 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, los sistemas de refrigeración se clasifican en:

✓ **Sistema directo.**

El evaporador o el condensador del sistema de refrigeración está en contacto directo con el medio a enfriar o calentar.

✓ **Sistema indirecto.**

El evaporador o el condensador del sistema de refrigeración enfría o calienta un fluido secundario que se hace circular para enfriar o calentar el medio a tratar.

Nota - En general el equipo productor de frío estará situado en un local distinto al de utilización, pero no tiene porqué ser siempre así, por ejemplo en una nave industrial destinada a la producción de bebidas de consumo puede necesitar el uso de un fluido secundario como el propilénglicol o similar, el cual puede ser enfriado en la misma sala por una planta enfriadora.

✓ **Sistema indirecto abierto.**

El evaporador enfría o el condensador calienta el fluido secundario, el cual es puesto en contacto directo, por ejemplo, mediante atomizadores o medios similares con el medio a tratar.

✓ **Sistema indirecto abierto ventilado.**

El sistema es similar al definido en el apartado exceptuando que el evaporador y el condensador están situados en un tanque abierto o ventilado.

✓ **Sistema indirecto cerrado.**

El evaporador enfría o el condensador calienta el fluido secundario, el cual circula a través de un circuito cerrado en contacto directo con la sustancia a tratar.

✓

DIAGRAMA DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN <small>Correspondiente a la Instrucción MI IF 009</small>			
NUM.	DESIGNACIÓN	FUENTE DE FRÍO	MEDIO A ENFRÍAR
	SISTEMA DIRECTO		
	SISTEMA INDIRECTO ABIERTO		
	SISTEMA INDIRECTO ABIERTO VENTILADO		
	SISTEMA INDIRECTO CERRADO	DILATACIÓN DE LIQUIDO 	
	SISTEMA INDIRECTO CERRADO VENTILADO		
	SISTEMA DOBLE INDIRECTO ABIERTO	DILATACIÓN DE LIQUIDO 	

2.10. INSTRUCCIÓN IF004. UTILIZACIÓN DE LOS DIFERENTES REFRIGERANTES.

2.10.1. Generalidades.

- Cuando en una instalación frigorífica se utilicen refrigerantes de diferentes grupos se deberán aplicar los requisitos correspondientes a cada uno de estos grupos.
- Se prohíben las descargas deliberadas a la atmósfera de refrigerantes nocivos para el medio ambiente.
- Cuando se elija un refrigerante se deberá tener en cuenta su influencia sobre el efecto invernadero y el agotamiento de la capa de ozono estratosférico.
- Los refrigerantes serán únicamente manipulados por empresas habilitadas.

2.10.2. Criterios para la selección del refrigerante.

Los refrigerantes deberán elegirse teniendo en cuenta su potencial influencia sobre el medio ambiente en general, así como sus posibles efectos sobre el medio ambiente local y su idoneidad como refrigerante para un sistema determinado. Cuando se seleccione un refrigerante deberán considerarse, respecto a la valoración del riesgo, los siguientes factores (relación no exhaustiva y sin prioridades):

- a) Efectos medioambientales (medio ambiente global).
- b) Carga de refrigerante.
- c) Aplicación del sistema de refrigeración.
- d) Diseño del sistema de refrigeración.
- e) Construcción del sistema de refrigeración.
- f) Cualificación profesional.
- g) Mantenimiento.
- h) Eficiencia energética
- i) Seguridad e higiene, por ejemplo, toxicidad, inflamabilidad (entorno local).

La influencia de un refrigerante en el medio ambiente atmosférico depende de la aplicación, tipo y estanqueidad del sistema, la carga y manipulación del refrigerante, de su eficiencia energética, y del potencial de éste para crear o añadir riesgos contra el medio ambiente.

Se elegirán los refrigerantes con mejor eficiencia energética en el sistema. Para una eficiencia energética similar se escogerán aquellos con los valores PAO Y PCA más bajos posibles (apéndice 1 de la tabla A de la IF-02).

Está prohibido el empleo de refrigerantes CFC y HCFC en instalaciones nuevas (valor PAO>0).

Cuando sea necesario utilizar refrigerantes con un PAO o un PCA superior a cero (0), se deberá procurar que la carga sea la menor posible.

Si el calentamiento atmosférico es el único impacto medio ambiental, cuando el requisito de máxima eficacia energética no pueda cumplirse simultáneamente con el de menor carga de refrigerante se deberá valorar cual es el criterio preferente mediante el análisis del ciclo de vida o análisis TEWI recogido en IF-02.

Se deberá considerar que instalaciones con carga de refrigerante significativamente menor de la necesaria pueden verse afectadas en su eficiencia energética, contribuyendo indirectamente al efecto invernadero.

Los sistemas indirectos reducen la carga de refrigerante y aseguran una mayor estanqueidad del sistema; sin embargo, el rendimiento energético podrá ser inferior al de los sistemas directos.

El sistema deberá ser diseñado e instalado para que sea estanco. Se deberá prestar particular atención a los siguientes factores que podrían afectar a la estanqueidad del sistema:

- a) Tipo de compresor.
- b) Tipo de uniones.
- c) Tipo de válvulas.

Los refrigerantes deberán seleccionarse teniendo en cuenta la facilidad para su posible reutilización o destrucción.

2.10.3. Utilización de los refrigerantes en función del emplazamiento de la instalación.

De acuerdo con lo dispuesto en el capítulo II del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, la utilización de los diferentes refrigerantes se determinará considerando: el sistema (directo o indirecto), su tipo de emplazamiento (1, 2 ó 3), el local donde se empleen (A, B, C y D), y en todo caso se efectuará conforme a las prescripciones siguientes:

✓ Requisitos generales.

De acuerdo con los tres tipos existentes de emplazamiento para los sistemas de refrigeración, la localización apropiada deberá seleccionarse de acuerdo con el Reglamento de

seguridad para instalaciones frigoríficas, en el que se tienen en cuenta los posibles riesgos. La tabla A del apéndice 1 de esta instrucción muestra las combinaciones permitidas y las no permitidas. Las permitidas pero sujetas a restricciones están indicadas por los números de los apartados o subapartados especificando la restricción de la carga de refrigerante.

Algunos equipos o instalaciones frigoríficas y de acondicionamiento de aire funcionan tanto para enfriar como para calentar, invirtiendo el flujo entre el compresor y los intercambiadores de calor, por medio de una válvula inversora especial (bomba de calor reversible, desescarche por inversión de ciclo, por gases calientes, etc.). En estos casos los sectores de alta y baja presión del sistema podrán cambiar dependiendo del modo en que opere la unidad.

No podrán colocarse tuberías de paso de refrigerante en zonas de paso exclusivo, como vestíbulos, entradas y escaleras; tampoco podrán ser colocadas en huecos con elevadores u objetos móviles. Como excepción, podrán cruzar un vestíbulo si no hay uniones en la sección correspondiente, debiendo estar protegidas por un tubo o conducto rígido de metal.

✓ **Carga máxima admisible de refrigerante.**

La carga máxima admisible de refrigerante de una instalación frigorífica será determinada en función de su inflamabilidad y de su toxicidad de acuerdo con lo expuesto en la IF-02 y su apéndice 1 (tabla A), categoría del local, tipo de emplazamiento y de sistema.

Los límites prácticos para los refrigerantes (véase apéndice 1, tabla A de la IF-02), están basados en el efecto de un escape súbito de refrigerante con un tiempo de exposición breve. No se refieren a los límites de seguridad para una exposición regular diaria. Los límites prácticos serán utilizados para determinar la carga máxima admisible en función de la categoría del local. Tal y como se refleja en la tabla A del apéndice 1 de esta instrucción.

Refrigerante del grupo L1.

En general, los refrigerantes del grupo L1 están permitidos en todos los sistemas y aplicaciones, con las limitaciones que se indican a continuación.

➤ *Local de categoría A.*

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 1 deberán reunir los siguientes requisitos:

a) En sistemas directos e indirectos abiertos no ventilados la carga máxima de refrigerante en kg. Contendida en un sistema de refrigeración no podrá sobrepasar el valor resultante de multiplicar:

- o El límite práctico del refrigerante utilizado en kg/m^3 por el volumen de cálculo en m^3 . Este volumen de cálculo será el correspondiente al espacio más pequeño ocupado habitualmente por personas, en donde estén emplazados componentes que contengan refrigerante.

Para determinar la citada carga máxima también se podrá emplear como volumen de cálculo, el volumen total de todos los locales en donde se emplacen componentes del sistema frigorífico que contengan refrigerante, siempre y cuando se utilice aire para su calefacción y refrigeración y que el caudal de este aire de impulsión a cada uno de los locales sea en todo momento igual o superior al 25% del nominal.

Si el local o locales disponen de sistemas de ventilación mecánica y se garantiza que estén en funcionamiento cuando haya presencia de personas, se podrá considerar el efecto de la renovación del aire para determinar el volumen del cálculo.

Podrán emplearse otros métodos para garantizar la seguridad en caso de producirse escapes repentinos de refrigerante. Estos métodos asegurarán que las concentraciones de refrigerante no superen los límites prácticos dados en el apéndice 1 de la IF-02 o advertirán adecuadamente a los ocupantes del recinto para que puedan evitar excesivos tiempos de exposición. Esta alternativa deberá ser capaz de mostrar un nivel de seguridad equivalente o superior al método descrito en el párrafo a) de este apartado.

Si en estos locales hay presencia de llamas abiertas o superficies calientes similares, deberán mantenerse siempre suficientemente ventilados debido al posible peligro de descomposición de los productos. En caso de que esta condición de ventilación no se cumpla, no deberán emplearse.

b) Otros sistemas indirectos son técnicamente inadecuados y por ello no se utilizarán en este tipo de emplazamientos.

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 2 deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) En sistemas directos o indirectos abiertos, sin ventilación, deberá aplicarse la restricción de carga de refrigerante según el apartado

b) En sistemas indirectos abiertos ventilados, indirectos cerrados, indirectos cerrados ventilados y dobles indirectos abiertos no existirá restricción en la carga de refrigerante.

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 3 no tendrán restricción en la carga de refrigerante.

➤ *Local de categoría B.*

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 1 deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) En sistemas directos e indirectos no ventilados la carga máxima de refrigerante en kg contenida en el sistema no podrá sobrepasar el valor resultante de multiplicar:

- el límite práctico del refrigerante utilizado expresado en kilogramos por metro cúbico, por
- el volumen, en metros cúbicos, del espacio más pequeño, ocupado habitualmente por personas, en el que están emplazados los componentes que contienen refrigerante.

b) Otros sistemas indirectos son técnicamente inadecuados y no se emplearán.

Un sistema de refrigeración situado en un emplazamiento tipo 2, deberá reunir los siguientes requisitos:

a) En sistemas indirectos abiertos ventilados, indirectos cerrados, indirectos cerrados ventilados y dobles indirectos abiertos no existirá restricción en la carga de refrigerante.

Los sistemas situados en un emplazamiento tipo 3 no tendrán restricción de carga de refrigerante.

➤ *Locales de categorías C y D.*

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 1, no tendrán restricción en la carga de refrigerante, excepto cuando se utilicen sistemas directos o indirectos abiertos sin ventilar, en sótanos o en pisos superiores sin salidas de emergencia adecuadas en cuyo caso tendrá las mismas restricciones en la carga del refrigerante que para los locales de la categoría B.

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 2 y 3, no tendrán restricción en la carga de refrigerante.

Refrigerante del grupo L2.

➤ *Requisitos generales.*

En general, los refrigerantes del grupo L2 no estarán permitidos en sistemas directos, indirectos abiertos o indirectos abiertos ventilados, para aplicaciones en acondicionamiento de aire o calefacción de bienestar.

➤ *Local de categoría A.*

- Los sistemas de refrigeración directos e indirectos abiertos (con o sin ventilación) situados en un emplazamiento de cualquier tipo deberán ser sistemas sellados. La carga máxima de refrigerante no deberá exceder el 50% del producto de la cantidad deducida de los límites prácticos por el volumen del local más pequeño ocupado por personas donde se ubiquen partes del sistema con carga de refrigerante sin que se sobrepasen los 2,5 kg.
- El resto de los sistemas indirectos son técnicamente inadecuados para utilizarlos en emplazamientos tipo 1.

Cuando los sistemas indirectos cerrados, indirectos cerrados ventilados y dobles indirectos abiertos se sitúen en emplazamientos del tipo 2 ó 3 y no tengan conexión directa con recintos de categoría A ó B y tengan una salida al aire libre no tendrán restricción de la carga de refrigerante.

➤ *Local de categoría B.*

- Los sistemas de refrigeración directos e indirectos abiertos (con o sin ventilación) en un emplazamiento de cualquier tipo deberán ser sistemas sellados. La carga máxima de refrigerante no deberá exceder de la cantidad resultante del producto de los límites prácticos por el volumen del recinto más pequeño ocupado por personas donde se ubique parte del sistema con carga de refrigerante sin que se sobrepasen los 2,5 kg.
- El resto de los sistemas indirectos son técnicamente inadecuados para utilizarlos en emplazamientos de tipo 1.

Cuando los sistemas indirectos cerrados, indirectos cerrados ventilados y dobles indirectos abiertos se sitúen en emplazamientos del tipo 2 ó 3 y no tengan conexión directa con recintos de categoría A ó B y tengan una salida al aire libre, no tendrán limitación de carga de refrigerante.

➤ *Local de categoría C.*

- Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 1 deberán ser sistemas sellados. La carga máxima del refrigerante no deberá sobrepasar los 10 kg. Los sistemas indirectos cerrados (con o sin ventilación) y los doble indirectos abiertos son técnicamente inadecuados para situarlos en emplazamientos tipo 1.
- Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 2 deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) En sistemas directos, indirectos abiertos e indirectos abiertos ventilados, la carga máxima de refrigerante no deberá exceder de 25 kg.

b) En sistemas indirectos cerrados, indirectos cerrados ventilados y doble indirectos no habrá restricción en la carga de refrigerante siempre y cuando la sala de máquinas específica no tenga comunicación directa con espacios ocupados por personas. De no ser así, la carga máxima de refrigerante no deberá exceder de 25 kg.

c) Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 3 no tendrán restricción en la carga de refrigerante, siempre y cuando la sala de máquinas específica no tenga comunicación directa con espacios ocupados por personas. De no ser así la carga máxima de refrigerante no excederá de 25 kg.

➤ *Local de categoría D.*

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 1 deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) En sistemas directos e indirectos abiertos (con o sin ventilación) cuando la densidad de ocupación sea menor de 1 persona por cada 10 m², y teniendo en cuenta que haya un número suficiente de salidas de emergencia, claramente señaladas, para el total de personas habitualmente presentes, la carga máxima de refrigerante no deberá exceder de 50 kg.

Cuando la densidad de ocupación no esté limitada salvo por las restricciones impuestas por los reglamentos de la edificación, la carga máxima de refrigerante no deberá exceder de 10 kg.

b) El resto de sistemas indirectos son técnicamente inadecuados y por ello no se utilizarán.

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 2 deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) En sistemas directos, indirectos abiertos e indirectos abiertos ventilados, no existirá restricción de la carga de refrigerante siempre que el sistema de refrigeración no se extienda a recintos en los que la densidad de ocupación sea mayor de una persona por cada 10 m² y haya salidas de emergencia claramente señaladas.

b) En sistemas indirectos cerrados, indirectos cerrados ventilados y dobles indirectos no habrá restricción en la carga del refrigerante.

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 3 no tendrán restricción en la carga del refrigerante.

Refrigerantes del grupo L3.

➤ *Requisitos generales.*

En general, los refrigerantes del grupo L3 son altamente inflamables y explosivos. Los sistemas directos e indirectos, excepto los indirectos cerrados con o sin ventilación y los dobles indirectos aplicados a locales de categoría C y D no estarán permitidos en instalaciones de acondicionamiento de aire y calefacción de bienestar.

Los sistemas indirectos cerrados con o sin ventilación y los dobles indirectos abiertos son técnicamente inadecuados para situarlos en un emplazamiento tipo 1 cualquiera que sea la categoría del local.

➤ *Local de categoría A.*

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 1 ó 2 deberán ser sistemas sellados con una carga máxima de refrigerante calculada a partir del 50 % del producto de su límite práctico por VS (volumen del local más pequeño ocupado por personas en el que se ubiquen partes del sistema con carga de refrigerante), hasta un máximo de 1,5 kg, siempre que no haya fuentes de ignición asociadas con el sistema (de no ser así no se podrán utilizar).

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 3, deberán ser sistemas sellados y cumplir los siguientes requisitos:

a) Sobre el nivel del terreno, la carga máxima de refrigerante deberá calcularse a partir del 50 % del resultado de multiplicar el límite práctico por VS , hasta un máximo de 5 kg.

b) Bajo el nivel del terreno (en sótanos), la carga máxima de refrigerante deberá calcularse a partir del 50 % del resultado de multiplicar el límite práctico por VS, hasta un máximo de 1 kg.

➤ *Local de categoría B.*

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 1 ó 2, deberán ser un sistemas sellados con una carga máxima de refrigerante calculada multiplicando el límite práctico por VS, hasta un máximo de 1,5 kg, siempre que no haya fuentes de ignición asociadas con el sistema (de no ser así, no se podrán utilizar).

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 3 deberán cumplir los siguientes requisitos:

a) Sobre el nivel del terreno, la carga máxima de refrigerante deberá calcularse multiplicando el límite práctico por VS, hasta un máximo de 5 kg.

b) Bajo el nivel del terreno (en sótanos), la carga máxima de refrigerante deberá calcularse multiplicando el límite práctico por VS, hasta un máximo de 1 kg.

➤ *Local de categoría C.*

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 1 ó 2, deberán cumplir los requisitos siguientes:

a) Sobre el nivel del terreno, la carga máxima de refrigerante deberá calcularse multiplicando el límite práctico por VS, hasta un máximo de 2,5 kg.

b) Bajo el nivel del terreno (en sótanos), la carga máxima de refrigerante deberá calcularse multiplicando el límite práctico por VS, hasta un máximo de 1 kg.

Los sistemas de refrigeración situados en un emplazamiento tipo 3, deberán cumplir los requisitos siguientes:

a) Sobre el nivel del terreno, la carga máxima de refrigerante no deberá exceder de 10 kg.

b) Bajo el nivel del terreno (en sótanos), la carga máxima de refrigerante no deberá exceder de 1 kg.

➤ *Local de categoría D.*

Cualquier sistema de refrigeración situado en un emplazamiento tipo 1 deberá cumplir los requisitos siguientes:

a) Sobre el nivel del terreno, la carga máxima de refrigerante no superará los 10 kg.

b) Bajo el nivel del terreno (en sótanos), la carga máxima de refrigerante no superará 1 kg.

Cualquier sistema de refrigeración situado en un emplazamiento tipo 2, deberá cumplir los siguientes requisitos:

- a) Sobre el nivel del terreno, la carga máxima de refrigerante no superará los 25 kg.
- b) Bajo el nivel del terreno (en sótanos), la carga máxima de refrigerante no superará 1 kg.

Cualquier sistema de refrigeración situado en un emplazamiento tipo 3, deberá cumplir los requisitos siguientes:

- a) Sobre el nivel del terreno, la carga de refrigerante no tendrá restricciones.
- b) Bajo el nivel del terreno (en sótanos), la carga máxima de refrigerante no deberá exceder de 1 kg.

2.10.4. Prescripciones especiales.

✓ Utilización de sistemas directos de refrigeración en locales industriales.

En edificios con locales de diferentes clasificaciones, cuando los locales industriales estén situados en pisos distintos del primero y de la planta baja, cuando contengan algún sistema directo de refrigeración deberán estar totalmente separados del resto del edificio por construcciones resistentes y puertas de seguridad, y dotados de suficientes salidas de emergencia directas al exterior. En caso contrario serán considerados como locales comerciales.

✓ Instalación de equipos frigoríficos que no requieran sala de máquinas.

Cuando en caso de fuga de refrigerante la concentración del mismo en el local en que esté emplazado el equipo no supere los límites prácticos indicados en el apéndice 1 tabla A de la IF-02, y la potencia de accionamiento de los motores de los compresores sea inferior a 100 kW, será admisible la instalación de los equipos fuera de una sala de máquinas, en cuyo caso se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- a) En pasillos y vestíbulos de locales no industriales, cuando se utilicen refrigerantes del grupo L1, sólo podrán colocarse equipos frigoríficos compactos y semicompactos.
- b) Todos los equipos frigoríficos deberán estar provistos de carcasas de protección o estarán ubicados de tal forma que sean inaccesibles a personas no autorizadas.
- c) Queda prohibida la instalación de equipos frigoríficos en los pasillos, escaleras, y sus rellanos, entradas y salidas de edificios, siempre que dificulten la libre circulación de las personas.

d) Los componentes frigoríficos situados a la intemperie deberán ser apropiados para ello. Estos no deberán estar accesibles a personas no autorizadas. Cuando los componentes frigoríficos vayan instalados sobre cubierta se deberá prestar especial cuidado para que el refrigerante en caso de escape no penetre en el edificio ni ponga en peligro a las personas.

Se podrá emplazar el equipo fuera de la sala de máquinas cuando la carga específica sea superior a la permitida siempre que se den las condiciones que se detallan a continuación:

- 1) El local esté separado mediante puertas estancas del resto.
- 2) Se limite el acceso al personal autorizado.
- 3) Se disponga de un detector de refrigerante.
- 4) No haya en el entorno superficies caldeadas a temperaturas superiores a 400 °C.

APÉNDICE 1 TABLA A

CARGA MÁXIMA DE REFRIGERANTE EN EL SISTEMA

TABLA A (Pág. 1 de 4)		Locales de categoría A				
Ubicación del sistema	Refrigerantes del Grupo L1		Refrigerantes del Grupo L2		Refrigerantes del Grupo L3	
	Sistemas directos e indirectos abiertos sin ventilación	Otros sistemas indirectos	Sistemas directos e indirectos abiertos (con y sin ventilación)	Otros sistemas indirectos	Sistemas directos e indirectos abiertos (con y sin ventilación)	Otros sistemas indirectos
1	A1L1d CM = LP x VS kg Evítense llamas y superficies calientes similares en locales sin buena ventilación. De no ser posible no se emplearán.	A1L1i No se emplearán por ser técnicamente inadecuados.	A1L2d No para climatización de bienestar. Deberán ser sistemas sellados. CM = 0.5 x LP x VS kg CM ≤ 2.5 kg	A1L2i No se emplearán por ser técnicamente inadecuados.	A1L3d No para climatización de bienestar. Sólo sistemas sellados. CM = 0.5 x LP x VS kg CM ≤ 1.5 kg Si no hay fuentes de ignición asociadas, de no ser así no se podrán utilizar..	A1L3i No se emplearán por ser técnicamente inadecuados.
2	A2L1d CM = LP x VS kg Evítense llamas y superficies calientes similares en locales sin buena ventilación. De no ser posible no se emplearán	A2L1i Sin limitación.	A2L2d No para climatización de bienestar. Deberán ser sistemas sellados. CM = 0.5 x LP x VS kg CM ≤ 2.5 kg	A2L2i Si no hay comunicación con recintos de categoría A o B y hay una salida al aire libre, no hay limitación de carga. Si no = A2L2d	A2L3d No para climatización. Sólo sistemas sellados. CM = 0.5 x LP x VS kg CM ≤ 1.5 kg Si no hay fuentes de ignición asociadas. De no ser posible no se emplearán.	A2L3i No para climatización de bienestar. Sólo sistemas sellados. CM = 0.5 x LP x VS kg CM ≤ 1.5 kg Si no hay fuentes de ignición asociadas. De no ser posible no se emplearán.
3	A3L1d Sin limitación.	A3L1i Sin limitación.	A3L2d No para climatización de bienestar. Deberán ser sistemas sellados. CM = LP x VS kg CM ≤ 2.5 kg	A3L2i Si no hay comunicación con recintos de categoría A o B y hay una salida al aire libre, no hay limitación de carga. Si no = A3L2d	A3L3d No para climatización de bienestar. Sólo sistemas sellados. CM = 0.5 x LP x VS kg Sobre el nivel del terreno CM ≤ 5 kg En sótanos: CM ≤ 1 kg	A3L3i No para climatización de bienestar. Sólo sistemas sellados. CM = 0.5 x LP x VS kg Sobre el nivel del terreno. CM ≤ 5 kg En sótanos: CM ≤ 1 kg
1. No ubicado en una sala de máquinas específica.						
2. Sector de alta ubicado en sala de máquinas específica o al aire libre.						
3. Todos los elementos que contienen refrigerante situados en sala de máquinas específica o al aire libre.						
CM [kg] = Carga Máxima de refrigerante en el sistema.						
VS [m³] = Volumen del local más pequeño ocupado por personas en el que se ubiquen partes del sistema con carga de refrigerante.						
LP [kg/m³] = Límite Práctico. (Vease IF 02, Apéndice 1, Tabla A)						
Lii [kg/m³] = Límite inferior de inflamabilidad. Considerado indirectamente a través del Grupo al que pertenece el refrigerante.						

TABLA A (Pág. 2 de 4)		Locales de categoría B				
Ubicación del sistema.	Refrigerantes del Grupo L1		Refrigerantes del Grupo L2		Refrigerantes del Grupo L3	
	Sistemas directos e indirectos abiertos sin ventilación	Otros sistemas indirectos	Sistemas directos e indirectos abiertos (con y sin ventilación).	Otros sistemas indirectos	Sistemas directos e indirectos abiertos (con y sin ventilación).	Otros sistemas indirectos
1	B1L1d CM = LP x VS kg	B1L1i No se emplearán por ser técnicamente inadecuados.	B1L2d No para climatización de bienestar. Deberán ser sistemas sellados. CM = LP x VS kg CM ≤ 2.5 kg	B1L2i No se emplearán por ser técnicamente inadecuados.	B1L3d No para climatización de bienestar. Sólo sistemas sellados. CM = LP x VS kg CM ≤ 1.5 kg Si no hay fuentes de ignición asociadas. En caso contrario no se emplearán.	B1L3i No se emplearán por ser técnicamente inadecuados.
2	B2L1d CM = LP x VS kg	B2L1i Sin limitación.	B2L2d No para climatización de bienestar. Deberán ser sistemas sellados. CM = LP x VS kg CM ≤ 2.5 kg	B2L2i Si no hay comunicación con recintos de categoría A o B y hay una salida al aire libre, no hay limitación de carga. Si no = B2L2d	B2L3d No para climatización de bienestar. Sólo sistemas sellados. CM = LP x VS kg CM ≤ 1.5 kg Si no hay fuentes de ignición asociadas. En caso contrario no se emplearán.	B2L3i No para climatización de bienestar. Sólo sistemas sellados. CM = LP x VS kg CM ≤ 1.5 kg Si no hay fuentes de ignición asociadas. En caso contrario no se emplearán.
3	B3L1d Sin limitación.	B3L1i Sin limitación.	B3L2d No para climatización de bienestar. Deberán ser sistemas sellados. CM = LP x VS kg CM ≤ 2.5 kg	B3L2i Si no hay comunicación con recintos de categoría A o B y hay una salida al aire libre, no hay limitación de carga. Si no = B3L2d	B3L3d No para climatización de bienestar. CM = LP x VS kg Sobre el nivel del terreno: CM ≤ 5 kg En sótanos: CM ≤ 1 kg	B3L3i No para climatización de bienestar. CM = LP x VS kg Sobre el nivel del terreno: CM ≤ 5 kg En sótanos: CM ≤ 1 kg
1. No ubicado en una sala de máquinas específica.						
2. Sector de alta ubicado en sala de máquinas específica o al aire libre.						
3. Todos los elementos que contienen refrigerante situados en sala de máquinas específica o al aire libre.						
CM [kg] = Carga Máxima de refrigerante en el sistema.						
VS [m³] = Volumen del local más pequeño ocupado por personas en el que se ubiquen partes del sistema con carga de refrigerante.						
LP [kg/m³] = Límite Práctico. (Véase IF 02, Apéndice 1, Tabla A)						
Lii [kg/m³] = Límite inferior de inflamabilidad. Considerado indirectamente a través del Grupo al que pertenece el refrigerante.						

TABLA A		(Pág. 3 de 4)					Locales de categoría C	
Ubicación del sistema	Refrigerantes del Grupo L1		Refrigerantes del Grupo L2		Refrigerantes del Grupo L3			
	Sistemas directos e indirectos abiertos sin ventilación	Otros sistemas indirectos	Sistemas directos e indirectos abiertos (con y sin ventilación)	Otros sistemas indirectos	Sistemas directos e indirectos abiertos (con y sin ventilación)	Otros sistemas indirectos		
1	C1L1d En sótanos o en pisos sin salidas de emergencia adecuadas. CM = LP x VS kg En otro caso sin limitación	C1L1i No se emplearán por ser técnicamente inadecuados.	C1L2d No para climatización de bienestar. Deberán ser sistemas sellados. CM ≤ 10 kg	C1L2i No se emplearán por ser técnicamente inadecuados.	C1L3d No para climatización de bienestar. CM = LP x VS kg Sobre el nivel del terreno. CM ≤ 2.5 kg En sótanos: CM ≤ 1 kg	C1L3i No se emplearán por ser técnicamente inadecuados.		
2	C2L1d Sin limitación.	C2L1i Sin limitación.	C2L2d No para climatización de bienestar. CM ≤ 25 kg	C2L2i Sin limitación si la sala de máquinas no tiene comunicación directa con espacio ocupado por personas. En caso contrario	C2L3d No para climatización de bienestar. CM = LP x VS kg Sobre el nivel del terreno: CM ≤ 2.5 kg En sótanos: CM ≤ 1 kg	C2L3i CM = LP x VS kg Sobre el nivel del terreno: CM ≤ 2.5 kg En sótanos: CM ≤ 1 kg		
3	C3L1d Sin limitación.	C3L1i Sin limitación.	C3L2d No para climatización de bienestar. Sin limitación si la sala de máquinas no tiene comunicación directa con espacio ocupado por personas. En caso contrario CM ≤ 25 kg	C3L2i Sin limitación si la sala de máquinas no tiene comunicación directa con espacio ocupado por personas. En caso contrario CM ≤ 25 kg	C3L3d No para climatización de bienestar. Sobre el nivel del terreno: CM ≤ 10 kg En sótanos: CM ≤ 1 kg	C3L3i Sobre el nivel del terreno: CM ≤ 10 kg En sótanos: CM ≤ 1 kg		
1. No ubicado en una sala de máquinas específica.								
2. Sector de alta ubicado en sala de máquinas específica o al aire libre.								
3. Todos los elementos que contienen refrigerante situados en sala de máquinas específica o al aire libre.								
CM [kg] = Carga Máxima de refrigerante en el sistema.								
VS [m³] = Volumen del local más pequeño ocupado por personas en el que se ubiquen partes del sistema con carga de refrigerante.								
LP [kg/m³] = Límite Práctico. (Véase IF 02, Apéndice 1, Tabla A)								
Lii [kg/m³] = Límite inferior de inflamabilidad. Considerado indirectamente a través del Grupo al que pertenece el refrigerante.								

TABLA A		(Pág. 4 de 4)		Locales de categoría D			
Ubicación del sistema.	Refrigerantes del Grupo L1		Refrigerantes del Grupo L2		Refrigerantes del Grupo L3		
	Sistemas directos e indirectos abiertos sin ventilación	Otros sistemas indirectos	Sistemas directos e indirectos abiertos (con y sin ventilación).	Otros sistemas indirectos	Sistemas directos e indirectos abiertos (con y sin ventilación).	Otros sistemas indirectos	
1	D1L1d En sótanos o en pisos sin salidas de emergencia adecuadas. CM = LP x VS kg En otro caso sin limitación	D1L1i No se emplearán por ser técnicamente inadecuados.	D1L2d No para climatización de bienestar. Otros casos: CM ≤ 10 kg o CM ≤ 50 kg si hay salidas de emergencia suficientes y la ocupación es ≤ 1 pers./ 10 m²	D1L2i No se emplearán por ser técnicamente inadecuados.	D1L3d No para climatización de bienestar. Sobre el nivel del terreno. CM ≤ 10 kg En sótanos: CM ≤ 1 kg	D1L3i No se emplearán por ser técnicamente inadecuados.	
2	D2L1d Sin limitación.	D2L1i Sin limitación.	D2L2d No para climatización de bienestar. Sin limitación si hay suficientes salidas de emergencia y el sistema no se extiende a locales con más de 1 pers./ 10 m²	D2L2i Sin limitación.	D2L3d No para climatización de bienestar. Sobre el nivel del terreno: CM ≤ 25 kg En sótanos: CM ≤ 1 kg	D2L3i Sobre el nivel del terreno: CM ≤ 25 kg En sótanos: CM ≤ 1 kg	
3	D3L1d Sin limitación.	D3L1i Sin limitación.	D3L2d Sin limitación.	D3L2i Sin limitación.	D3L3d No para climatización de bienestar. Sobre el nivel del terreno: CM = Sin restricción En sótanos: CM ≤ 1 kg	D3L3i Sobre el nivel del terreno: CM = Sin restricción En sótanos: CM ≤ 1 kg	
1. No ubicado en una sala de máquinas específica.							
2. Sector de alta ubicado en sala de máquinas específica o al aire libre.							
3. Todos los elementos que contienen refrigerante situados en sala de máquinas específica o al aire libre.							
CM [kg] = Carga Máxima de refrigerante en el sistema.							
VS [m³] = Volumen del local más pequeño ocupado por personas en el que se ubiquen partes del sistema con carga de refrigerante.							
LP [kg/m³] = Límite Práctico. (Véase IF 02, Apéndice 1, Tabla A)							
Lii [kg/m³] = Límite inferior de inflamabilidad. Considerado indirectamente a través del Grupo al que pertenece el refrigerante.							

2.11. INSTRUCCIÓN IF005 DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, MATERIALES Y AISLAMIENTO EMPLEADOS EN COMPONENTES FRIGORÍFICOS

2.11.1. Normas de diseño y construcción.

Los sistemas de refrigeración y sus componentes se deberán diseñar y construir evitando los posibles riesgos para las personas, los bienes y el medio ambiente.

Se utilizarán las Normas UNE-EN 12263, UNE-EN 13136, UNE-EN 287-1, UNE-EN 60204-1, UNE-EN 60335-1/A14, UNE-EN 60335-2-34, UNE 74105-1, UNE-EN 10253-2, EN 10253-4, UNE-EN 14276-1, UNE-EN 14276-2, UNE-EN ISO 12100-1 y UNE- EN ISO 12100-2, completadas por códigos o recomendaciones aceptados en la U.E.

Se prestará especial atención al cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 20 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.

2.11.2. Materiales empleados en la construcción de equipos frigoríficos.

Los materiales de construcción y de soldadura deberán ser los apropiados para soportar las tensiones mecánicas, térmicas y químicas previsibles. Deberán ser resistentes a los refrigerantes utilizados, a las mezclas de aceite y refrigerante con posibles impurezas y contaminantes, así como a los fluidos secundarios.

✓ Requisitos generales.

Todos los materiales que estén en contacto con el refrigerante deberán tener garantizada su compatibilidad mediante pruebas prácticas o por una larga experiencia con el mismo.

De acuerdo con la Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de mayo de 1997, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión, los materiales utilizados en estos equipos deberán ser alguno de los siguientes:

- a) Materiales que cumplan con normas armonizadas.
- b) Materiales respaldados por un organismo europeo certificador de materiales.
- c) Materiales que posean una calificación específica (Materiales férricos).

✓ Fundición gris y fundición esferoidal.

El hierro fundido (fundición gris) y el hierro maleable (fundición esferoidal) sólo se deberá utilizar cuando haya sido probada su aptitud para una aplicación particular.

Puesto que algunas calidades de hierro fundido (fundición gris) son frágiles, su aplicación dependerá de la temperatura, presión y diseño.

Deberá tenerse presente que el hierro maleable (fundición esferoidal) tiene dos clasificaciones generales con distintas calidades en cada una. Estas pueden tener propiedades mecánicas muy diferentes.

✓ Acero común, acero fundido y aceros de baja aleación.

El acero común, acero fundido y aceros de baja aleación serán utilizables en todas las piezas por las que circula refrigerante o también fluidos secundarios. En casos donde concurren bajas temperaturas y altas presiones o existan riesgos de corrosión o tensiones térmicas deberán ser utilizados aceros que, considerando el espesor, la temperatura mínima de diseño y el procedimiento de soldadura, tengan suficiente resistencia al impacto (resiliencia).

✓ **Acero de alta aleación.**

Se requerirán aceros con altas aleaciones en los casos que concurren bajas temperaturas con altas presiones o existan riesgos de corrosión o tensiones térmicas. En cada caso particular deberá seleccionarse un acero con la suficiente resistencia al impacto y adecuado para ser soldado si fuera necesario.

✓ **Acero inoxidable.**

Cuando se utilice acero inoxidable se tendrá precaución de que la calidad del mismo sea compatible con los fluidos del proceso y con los posibles contaminantes atmosféricos, como por ejemplo cloruro de sodio (NaCl), ácido sulfúrico (H₂SO₄).

✓ **Cobre y sus aleaciones.**

El cobre en contacto con refrigerantes deberá estar exento de oxígeno o será desoxidado. El cobre y las aleaciones con un alto porcentaje del mismo no se deberán utilizar para elementos que contengan amoníaco a no ser que su compatibilidad haya sido previamente probada.

✓ **Aluminio y sus aleaciones.**

El aluminio empleado para juntas que se utilicen con amoníaco tendrá una pureza mínima del 99,5 %. El aluminio y sus aleaciones se podrán utilizar en cualquier parte del circuito de refrigeración siempre y cuando su resistencia sea adecuada y compatible con los refrigerantes y lubricantes utilizados.

✓ **Magnesio y sus aleaciones.**

El magnesio y sus aleaciones no se deberán utilizar a no ser que haya sido previamente probada su compatibilidad con el refrigerante utilizado.

✓ **Zinc y sus aleaciones.**

El zinc no se deberá emplear en contacto con los refrigerantes amoníaco y cloruro de metilo (CH₃Cl).

Está permitido el galvanizado exterior y el electrozincado de componentes de refrigeración.

✓ **Aleaciones para soldadura blanda.**

Las aleaciones para soldadura blanda no se deberán emplear excepto en aplicaciones internas.

✓ **Aleaciones para soldadura dura.**

Las aleaciones para soldadura dura no se deberán emplear a no ser que haya sido previamente probada su compatibilidad con los refrigerantes y lubricantes.

✓ **Plomo, estaño y aleaciones de plomo-estaño.**

El estaño y las aleaciones de plomo-estaño pueden corroerse en contacto con refrigerantes halogenados por lo que no se deberán utilizar a no ser que haya sido previamente probada su compatibilidad.

Para asientos de válvulas, podrán emplearse plomo-antimonio, exento de cobre, o aleaciones de plomo-estaño.

El plomo podrá utilizarse para juntas.

✓ **Materiales para juntas y empaquetaduras.**

Los materiales para juntas en uniones y para empaquetaduras de válvulas, etc. deberán ser compatibles con los refrigerantes, aceites y lubricantes utilizados, además deberán ser apropiados para las presiones y temperaturas de trabajo previstas.

Vidrio.

El vidrio podrá utilizarse en circuitos de refrigeración y en aislantes eléctricos, indicadores de nivel, visores mirillas, etc., debiendo en cualquier caso soportar las presiones, temperaturas y ataques químicos previsibles.

Amianto.

Está prohibida la utilización de amianto, de acuerdo con lo establecido en la Orden de Presidencia de Gobierno de 7 de diciembre de 2001 por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.

Plásticos.

Cuando se utilicen plásticos, estos deberán ser adecuados para resistir las tensiones mecánicas, eléctricas, térmicas, químicas y de fluencia a largo plazo, además no provocarán riesgo de incendio.

2.11.3. El aislamiento térmico de los componentes del circuito frigorífico.

✓ **Generalidades.**

El aislamiento térmico de los circuitos de baja temperatura en una instalación frigorífica juega un papel muy importante en cuanto al rendimiento (consumo energético), hermeticidad, funcionamiento y conservación del sistema. A tal efecto los recipientes, intercambiadores o tuberías y accesorios que trabajen a temperaturas relativamente bajas ($t < 15\text{ °C}$) deberán estar protegidos mediante aislamiento térmico de la absorción de calor y de las condensaciones superficiales no esporádicas.

La calidad del aislamiento vendrá dada principalmente por su coeficiente de conductividad térmica, su baja permeabilidad al vapor de agua, y su resistencia al envejecimiento y la eficacia de la barrera de vapor.

✓ **Selección y dimensionado.**

La selección del aislamiento se hará en función de las características del sistema de refrigeración: eficiencia requerida, utilización de la instalación, temperatura de funcionamiento, etc.

El espesor del aislante se determinará teniendo en cuenta:

- a) La temperatura y humedad relativa (punto de rocío) del aire ambiente en el lugar de emplazamiento.
- b) La diferencia de temperatura entre la superficie fría a aislar y la normal del aire ambiente.
- c) La conductividad térmica del material aislante seleccionado.
- d) La forma y características del componente a aislar (pared plana o diámetro de la tubería).

El aislamiento deberá estar protegido mediante una barrera de vapor, aplicada en la cara exterior (caliente) del aislante, excepto cuando la permeabilidad del aislante sea suficientemente baja como para garantizar una protección equivalente.

Con cualquiera de las soluciones adoptadas se garantizará una resistencia a la difusión del vapor eficaz y continua que impida las condensaciones intersticiales.

En ningún caso el espesor del aislante será inferior al necesario para evitar condensaciones superficiales no esporádicas.

✓ **Requisitos generales.**

Los materiales aislantes deberán cumplir los requisitos siguientes:

- a) Tener un coeficiente de conductividad térmica bajo.
- b) Tener unos factores de resistencia a la absorción y difusión del vapor de agua altos.
- c) Tener buena resistencia a la inflamabilidad, a la descomposición y al envejecimiento.
- d) Tener buena resistencia mecánica, especialmente en los puntos de soportación de tuberías.

- e) No emitir olores ni ser agresivo con los elementos del entorno.
- f) Mantener sus propiedades a temperaturas entre - 70 y + 120 °C.
- g) En caso de combustión, no producir gases tóxicos durante la misma.
- h) Cuando el aislamiento vaya instalado a la intemperie, tendrá una buena resistencia a la misma o estará debidamente protegido.

✓ **Ejecución y mantenimiento.**

Se deberá tener presente que tan importante o más que la selección y dimensionado del aislamiento es una correcta instalación del mismo.

Como regla general se deberán seguir escrupulosamente las instrucciones de montaje y aplicación del fabricante. Requisitos generales:

Antes de colocar el aislamiento, cuando los componentes sean de hierro o acero se deberá aplicar un tratamiento adecuado para prevenir la corrosión. Las zonas o elementos que no deban ir aislados por exigencia del funcionamiento deberán estar especialmente protegidas para evitar los efectos de la corrosión debido a la condensación, por ejemplo, con venda grasa.

Será necesario aplicar el aislamiento procurando la mejor distribución y sellado de las juntas, cuando las haya.

Se deberá prestar la máxima atención a la aplicación de la barrera antivapor; especialmente en los puntos conflictivos (soportes, terminales, etc.) donde el sellado es fundamental. En el diseño y construcción de los soportes de las tuberías se prestará especial atención a la contracción y dilatación de las mismas para que estos movimientos no generen daños en la barrera de vapor.

Se deberá tener presente que una barrera de vapor deficiente será, más tarde o temprano, la causa de un deterioro progresivo del aislamiento y si el tratamiento anticorrosión no existiera o fuera insuficiente el elemento aislado sufriría graves daños de corrosión, lo que afectaría a la seguridad de la instalación.

El aislamiento deberá llevar un recubrimiento (protección exterior) bien plástico o metálico. La colocación de este recubrimiento, sobre todo si se utilizan elementos de fijación punzantes, no deberá ocasionar daños en la barrera de vapor.

Si se realizan trabajos en las proximidades de componentes aislantes (tuberías, equipos, etc.) se tendrá el máximo cuidado para no dañar el aislamiento, pisándolo o golpeándolo. Siempre que sea necesario acceder a algunos puntos de mantenimiento de la instalación frigorífica o de otras instalaciones a través de la red de tuberías aisladas se deberá prever las suficientes zonas de paso para evitar el deterioro del aislamiento. Dichos pasos se montarán a medida que se vaya ejecutando el aislamiento.

2.12.INSTRUCCIÓN IF06 COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES.

2.12.1. Requisitos relativos a la presión.

✓ Requisitos generales.

Todas las partes del circuito del refrigerante se deberán diseñar y construir para mantener la estanqueidad y soportar la presión que pueda producirse durante el funcionamiento, reposo y transporte teniendo en cuenta las tensiones térmicas, físicas y químicas que puedan preverse.

✓ Presión máxima admisible. (PS) (abreviatura utilizada por la Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de mayo de 1997.)

La presión máxima admisible se deberá determinar teniendo en cuenta factores tales como:

- a) Temperatura ambiente.
- b) Sistema de condensación (por aire, agua, etc.).
- c) Insolación o radiación solar con el sistema parado (en el caso de instalaciones situadas total o parcialmente en el exterior, por ejemplo, pistas de hielo).
- d) Método de desescarche.
- e) Tipo de aplicación (refrigeración o bomba de calor).
- f) Márgenes de operación, entre la presión normal de trabajo y los dispositivos de protección (controles eléctricos, válvulas de seguridad, etc.).

Estos márgenes deberán tener en cuenta los posibles incrementos de presión debidos a:

- 1) Ensuciamiento de los intercambiadores de calor,
- 2) Acumulación de gases no condensables;
- 3) Condiciones locales muy extremas.

Sin embargo el valor mínimo para la presión máxima admisible se determinará de acuerdo con la presión de saturación del refrigerante para las temperaturas mínimas de diseño especificadas en la tabla 2.

CONDICIONES AMBIENTALES	$t \leq 32\text{ °C}$	$32\text{ °C} < t \leq 38\text{ °C}$	$38\text{ °C} < t \leq 43\text{ °C}$
Sector de alta presión con condensador enfriado por aire	55 °C	59 °C	63 °C
Sector de alta presión con condensador refrigerado por líquido	Máxima temperatura de salida del líquido +13 K		
Sector alta presión con condensador evaporativo	48 °C	48 °C	48 °C
Sector de baja presión con intercambiador expuesto a temperatura ambiente	32 °C	38 °C	43 °C
Sector de baja presión con intercambiador expuesto a temperatura interior	27 °C	33 °C	38 °C

Tabla 2: Temperaturas de referencia para el diseño

✓ **Relaciones entre las diferentes presiones con la presión máxima admisible.**

Los sistemas y componentes se deberán diseñar para responder a la relación de presiones dada en la tabla 3.

Presión de diseño	$\geq 1,0 \times PS$
Presión de prueba de resistencia	Para los componentes prueba hidráulica con $P_p=1,43 \times PS$ ó pruebas admitidas por UNE EN 378-2. Para los conjuntos según las categorías de tubería (véase 1.3 de MI-IF 09)
Presión de prueba de estanquidad	$\geq 0,9 PS$ y $\leq 1,0 \times PS$
Ajuste del dispositivo limitador de presión (instalación o sistema con dispositivo de alivio)	$\leq 0,9 \times PS$
Ajuste del dispositivo limitador de presión (instalación o sistema sin dispositivo de alivio)	$\leq 1,0 \times PS$
Ajuste del dispositivo de alivio de presión	$\leq 1,0 \times PS$
Presión máxima de descarga para la capacidad nominal de la válvula de seguridad	$\leq 1,1 \times PS$

Tabla 3 Relaciones entre las diversas presiones y la máxima admisible (PS)

✓ **Sistemas compactos y sistemas semicompactos.**

En los sistemas compactos y semicompactos que no contengan más de 2,5 kg de carga de refrigerante del grupo L1, no más de 1,5 kg de refrigerante del grupo L2 o no más de 1,0 kg de refrigerante del grupo L3, y en aquellos donde el sector de baja presión no pueda ser independizado del sector de alta, la presión de prueba de resistencia de todo el sistema podrá ser la máxima admisible del sector de baja, siempre que los componentes del sector de alta hayan sido previamente probados (Norma UNE EN 12263).

2.12.2. Equipos a presión.

Este apartado no es aplicable a los sistemas compactos y semicompactos que funcionan con cargas de refrigerante de hasta:

- 10,0 kg de refrigerante del grupo L1,
- 2,5 kg de refrigerante del grupo L2 y
- 1,0 kg de refrigerante del grupo L3.

✓ **Requisitos generales.**

Los equipos a presión nuevos deberán cumplir, en cuanto a diseño, con el Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, o con el Real Decreto 1495/1991, de 11 de octubre.

✓ **Soportes.**

Los soportes y apoyos para equipos a presión deberán diseñarse y situarse para soportar las cargas estáticas y dinámicas que se produzcan.

Tales cargas podrán ser consecuencia de la masa de los equipos, masa del contenido y equipamientos, acumulación de nieve, acción del viento, masa de los tirantes, brazos y tuberías de interconexión y variaciones dimensionales de origen térmico de la tubería y componentes.

Deberá tenerse en cuenta la masa de líquido durante una posible prueba hidrostática in situ.

2.12.3. Tuberías y conexiones.

Este apartado no es aplicable a los sistemas compactos y semicompactos que funcionan con cargas de refrigerante de hasta:

- 10,0 kg de refrigerante del grupo L1,
- 2,5 kg de refrigerante del grupo L2 y
- 1,0 kg de refrigerante del grupo L3.

✓ **Circuito del refrigerante.**

Todas las tuberías del circuito del refrigerante deberán cumplir con las normas aplicables especificadas en la solicitud de evaluación de conformidad cuando sea preceptivo y se diseñarán, construirán e instalarán para mantener la estanquidad y resistir las presiones y temperaturas que puedan producirse durante el funcionamiento, las paradas y el transporte, teniendo en cuenta los esfuerzos térmicos, físicos y químicos que se prevean. Los materiales, espesor de la pared, resistencia a la tracción, ductilidad, resistencia a la corrosión, procedimientos de conformado y pruebas serán adecuados para el refrigerante utilizado y resistirán las presiones y esfuerzos que puedan producirse.

✓ **Golpe de ariete en los sistemas.**

Las tuberías en los sistemas de refrigeración se deberán diseñar e instalar de tal forma que el golpe de ariete (choque hidráulico) no pueda dañar al sistema.

✓ **Dispositivo de protección, tuberías y accesorios.**

Los dispositivos de protección, tuberías y accesorios se deberán proteger lo máximo posible contra los efectos adversos medioambientales. Se considerarán efectos adversos medioambientales, por ejemplo, el peligro de acumulación de agua y la congelación de las tuberías de descarga o la acumulación de suciedad o sedimentos.

✓ **Trazados de tubería largos.**

Se deberá prever la dilatación y contracción de tuberías en trazados largos.

✓ **Accesorios flexibles para tuberías.**

Los accesorios flexibles para tuberías deberán cumplir con la Norma UNE-EN 1736. Estarán protegidos contra daños mecánicos, torsión y otros esfuerzos y deberán comprobarse regularmente, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

✓ **Uso inadecuado.**

Se deberá evitar el uso inadecuado de las tuberías, por ejemplo: encaramarse, almacenar mercancías sobre ellas, etc.

2.12.4. Uniones de tuberías.

✓ **Requisitos generales.**

Las uniones deberán diseñarse de forma que no sean dañadas por la congelación de agua en su exterior. Serán las adecuadas para la tubería, su material, presión, temperatura y fluido.

Las tuberías con diferentes diámetros sólo se conectarán utilizando accesorios de reducción de diámetro normalizados.

Los acoplamientos de cierre rápido se utilizarán solamente para la interconexión de las partes en sistemas semicompactos.

Si no hay razones técnicas que lo justifiquen, las uniones deberán ser soldadas.

Serán preferibles uniones embridadas a uniones abocardadas, roscadas o de compresión, especialmente cuando se puedan producir vibraciones.

Se evitarán los acoplamientos de cierre rápido.

En las tuberías aisladas la posición de las uniones desmontables estará permanentemente marcada.

2.12.5. Uniones no desmontables.

✓ Requisitos generales. En uniones no desmontables se deberán utilizar soldaduras fuertes o blandas.

Durante la ejecución de cualquier soldadura fuerte o blanda se evitarán las impurezas causadas por la formación de óxido, por ejemplo, utilizando gas inerte o eliminándolas. Podrán usarse otras uniones no desmontables, siempre que su idoneidad haya sido probada.

✓ Soldadura.

La soldadura deberá cumplir con la norma europea correspondiente. Cuando se seleccione el procedimiento de soldadura se considerarán las temperaturas de operación del sistema, materiales a unir y composición del material de aporte. Los accesorios, para soldadura a tope, serán compatibles con el material de la tubería.

Las tuberías revestidas (por ejemplo: galvanizadas) no se soldarán hasta que todo el recubrimiento haya sido eliminado completamente del área de unión. Las uniones soldadas deberán estar convenientemente protegidas.

Los soldadores estarán acreditados para la realización del trabajo de acuerdo con la Norma UNE EN 287-1.

✓ Soldadura blanda.

La soldadura blanda no será utilizada en las uniones de tuberías, en su ensamblaje o donde se incorporen accesorios a las mismas. Para estos casos será preferible la soldadura o soldadura fuerte.

✓ Soldadura fuerte.

La compatibilidad de todos los materiales, incluidos el material de aporte y el fundente, con el refrigerante será determinado minuciosamente mediante ensayo. Deberá tenerse en cuenta la posibilidad de corrosión.

No se utilizará la soldadura fuerte en el caso de tuberías de amoníaco, a menos que haya sido probado que el material es compatible. La soldadura fuerte sólo se efectuará por soldador acreditado en este campo.

2.12.6. Uniones desmontables.

✓ Uniones embridadas.

Las uniones embridadas se deberán disponer de tal forma que las partes conectadas puedan desmontarse con una mínima deformación de la tubería.

Se utilizarán bridas normalizadas para las tuberías de acero y bridas normalizadas con cuello prolongado para soldar en el caso de tuberías de cobre.

Las uniones deberán ser sólidas y suficientemente resistentes para evitar cualquier daño a la junta que se inserte. Serán preferibles las bridas acanaladas (diente / ranura) o las bridas con cajeado (macho / hembra). El desmontaje deberá ser posible sin forzar a los componentes unidos. Se deberá tomar la precaución de no sobretensar los tornillos que trabajan en frío, cuando se aplique un par de apriete predefinido.

✓ **Uniones abocardadas.**

No se deberán utilizar las uniones abocardadas para la conexión de válvulas de expansión. Se evitarán las uniones abocardadas donde sea razonablemente posible. Se deberá limitar el uso de uniones abocardadas a tuberías recocidas cuyo diámetro exterior sea inferior o igual a 19 mm y no se utilizará con tuberías de cobre y aluminio de diámetro exterior menor de 9 mm.

Cuando se realicen uniones abocardadas, deberán tomarse precauciones para asegurar que el abocardado es del tamaño correcto y que el par utilizado para apretar la tuerca no es excesivo. Es importante que las superficies roscadas y de deslizamiento sean lubricadas antes de su unión con aceite compatible con el refrigerante. No deberán ser abocardadas las tuberías cuyo material haya sido endurecido por manipulación en frío.

Las uniones a compresión roscadas serán una alternativa preferible a las uniones abocardadas.

✓ **Uniones cónicas roscadas.**

Las uniones cónicas roscadas sólo se deberán utilizar para conectar dispositivos de medida y control. Las uniones cónicas roscadas serán de construcción sólida y suficientemente probada.

No deberán utilizarse materiales de relleno y sellos en las roscas que no estén debidamente probados.

✓ **Uniones por compresión roscadas y juntas de anillo (bicono).**

Se deberá restringir el uso de estas uniones a:

- a) líneas de líquido de diámetro interior máximo: 32 mm;
- b) líneas de vapor de diámetro interior máximo: 40 mm.

Las uniones por compresión roscadas con un anillo metálico deformable (bicono) se podrán utilizar en tuberías de hasta 88 mm de diámetro exterior.

2.12.7. Trazado de tuberías.

✓ Requisitos generales.

El trazado y soporte de las tuberías tienen un importante efecto en la fiabilidad del funcionamiento y mantenimiento del sistema de refrigeración, por consiguiente deberá tenerse en cuenta la disposición física, en particular la posición de cada tubería, las condiciones de flujo (flujo en dos fases, retorno de aceite funcionando a carga parcial), condensaciones, dilatación térmica, vibraciones y buena accesibilidad.

Las tuberías se soportarán adecuadamente de acuerdo con su tamaño y peso en servicio. La separación máxima entre soportes de las tuberías se muestra en las tablas 4 y 5.

Diámetro exterior mm (nota)	Separación m
15 a 22 ligera	2
22 a <54 media	3
54 a 67 media	4

Tabla 4: Separación máxima entre soportes para tuberías de cobre

Nota: los términos ligera y media se definen de acuerdo con las Normas UNE EN 12735-1 y UNE EN 12735-2.

Diámetro nominal DN	Separación m
15 a 25	2
32 a 50	3
65 a 80	4,5
100 a 175	5
200 a 350	6
400 a 450	7,5

Tabla 5: Separación máxima entre soportes para tubería de acero

Se deberán tomar precauciones para evitar pulsaciones o vibraciones excesivas. Se pondrá especial atención en prevenir la transmisión directa de ruidos y vibraciones a través de la estructura soporte.

✓ **Golpe de ariete en sistemas.**

Las tuberías de los sistemas de refrigeración se deberán diseñar e instalar de tal forma que el sistema no sufra daños si se produce un golpe de ariete (choque hidráulico).

Los golpes de ariete originados por una repentina desaceleración del líquido refrigerante en la tubería con la consiguiente onda de choque se pueden prevenir, por ejemplo, mediante:

- a) Montaje de la válvula solenoide tan próxima como sea posible a la válvula de expansión.
- b) Montaje de la válvula solenoide en la línea de vapor recalentado (gas caliente) para desescarche, tan próxima como sea posible al evaporador.
- c) Prellenado de la tubería mediante una línea de derivación (by-pass) sobre la válvula solenoide principal.
- d) Instalación de una válvula de acción lenta.

✓ **Localización.**

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

Las tuberías situadas en el exterior de cerramientos o salas de máquinas específicas deberán estar protegidas de posibles daños accidentales.

✓ **Protección contra corrosión.**

Las tuberías y componentes de acero se protegerán adecuadamente contra la corrosión con un recubrimiento resistente a la misma. Dicha protección se aplicará antes de colocar el aislamiento.

2.12.8. Recorrido de las tuberías.

✓ **Requisitos generales.**

Atendiendo a criterios de seguridad y protección medioambiental, se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) No representarán un peligro para las personas, es decir, no se obstruirán los pasos libres de las vías de acceso y salidas de emergencia donde se utilicen refrigerantes del grupo L2 o L3.
- b) Las uniones y válvulas no deberán estar en lugares accesibles para el personal no autorizado.

c) Las tuberías se protegerán contra calentamientos externos mediante una separación adecuada respecto de las tuberías calientes o fuentes de calor.

d) Los recorridos de las tuberías se diseñarán de tal forma que se minimice la carga de refrigerante y las pérdidas de presión.

✓ **Galerías o canalizaciones para paso de tuberías.**

Donde las tuberías de refrigerante compartan una canalización con otros servicios, se deberán adoptar medidas para evitar daños debidos a la interacción entre ellas.

No habrá tuberías de refrigerante en galerías de ventilación o de aire acondicionado cuando estos se utilicen, también, como salidas de emergencia.

Las tuberías no estarán localizadas en huecos de ascensores, montacargas u otros huecos que contengan objetos en movimiento.

Las galerías o falsos techos deberán ser desmontables o tener una altura mínima de 1 m, en el punto de paso de tubos, y una amplitud suficiente para permitir el montaje, verificación o reparación de los tubos con las debidas condiciones de eficacia y seguridad.

✓ **Ubicación.**

Las tuberías con uniones desmontables no deberán situarse en vestíbulos, pasillos, escaleras, rellanos, entradas, salidas o en cualquier conducto o hueco que tengan aperturas no protegidas a estos locales.

Una excepción serán las tuberías que no tengan uniones desmontables, sin válvulas o controles y que estén protegidas contra daños accidentales. Estas tuberías, en vestíbulos, escaleras o pasillos, se instalarán a no menos de 2,2 m por encima del suelo. Como regla general, las tuberías se deberán instalar de forma que estén protegidas contra daños derivados de cualquier actividad.

✓ **Refrigerantes inflamables o tóxicos.**

Las galerías que contengan tuberías para refrigerantes inflamables o tóxicos se deberán ventilar hacia un lugar seguro para prevenir, en caso de fuga, concentraciones peligrosas de gases.

✓ **Acceso a las uniones desmontables.**

Todas las uniones desmontables deberán ser fácilmente accesibles para su comprobación.

✓ **Propagación de fuego.**

Las tuberías que pasen a través de paredes y techos resistentes al fuego se deberán sellar conforme con la clasificación de los paramentos correspondientes en la normativa contra incendios.

2.12.9. Tuberías especiales.

✓ **Tuberías para la conexión de dispositivos de medida, control y válvulas de seguridad.**

Las tuberías, incluidas tuberías flexibles (véase también la Norma UNE EN 1736), para la conexión de dispositivos de medida, control y seguridad deberán ser suficientemente resistentes a la presión máxima admisible e instalarse de forma que se minimicen las vibraciones y corrosiones.

Para evitar obstrucciones por suciedad en tubos de conexión con diámetros pequeños la unión de la tubería principal deberá realizarse, en lo posible, por la parte superior y no por la zona inferior, más expuesta a la suciedad.

No se utilizarán tubos rígidos de cobre para conectar dispositivos de medida, control y seguridad.

Para los dispositivos de alivio (válvula de seguridad), el cálculo de las tuberías de conexión se realizará según la Norma UNE-EN 13136.

2.12.10. Drenajes y líneas de drenaje.

✓ **Requisitos generales.**

Los dispositivos de cierre en drenajes y líneas de drenaje que no deban manipularse en funcionamiento normal del sistema, se deberán proteger contra su manipulación por personas no autorizadas.

✓ **Requisitos especiales.**

Este apartado no es aplicable a los sistemas "ejecutados in situ" con carga de refrigerante de hasta:

- 2,5 kg de refrigerante del grupo L1,
- 1,5 kg de refrigerante del grupo L2 y
- 1,0 kg de refrigerante del grupo L3.

✓ **Líneas de drenaje de aceite.**

En las líneas de drenaje de aceite se instalará una válvula de cierre con el vástago en posición horizontal por delante de la válvula de cierre rápido o una válvula combinando ambas funciones.

✓ **Trasvase de aceite y refrigerante.**

Los sistemas de refrigeración tendrán necesariamente un dispositivo de cierre o accesorios de conexión que permitan, con el compresor del sistema o con dispositivos externos de evacuación, trasvasar refrigerante y aceite desde el sistema a recipientes de líquido internos o externos.

Se dispondrán válvulas de vaciado para trasvasar fácilmente el refrigerante desde el sistema sin emisión del mismo a la atmósfera.

✓ **Instalación de líneas de descarga.**

Las líneas de descarga a la atmósfera de los dispositivos de alivio de presión, válvulas de seguridad y tapones fusibles, se deberán instalar de forma que las personas y bienes no sean dañadas por el refrigerante descargado. El refrigerante podrá difundirse en el aire ambiente por medios adecuados, pero alejado de cualquier entrada de aire a un edificio, o conducido y diluido en una cantidad suficiente de sustancia absorbente apropiada.

✓ **Líneas de descarga separadas.**

Preferentemente se deberán prever líneas de descarga separadas para los dispositivos de alivio de presión de los sectores de alta y baja presión. Si se utiliza una línea de descarga común para varios dispositivos de alivio, la pérdida de carga se deberá calcular considerando la presión de tarado más baja y la simultaneidad de descarga de todos los dispositivos conectados a dicha línea.

✓ **Bridas ciegas.**

En los extremos de las tuberías que no se utilicen durante el funcionamiento normal se deberán montar bridas ciegas.

2.12.11. Válvulas y dispositivos de seguridad.

✓ **Requisitos generales.**

Las válvulas utilizadas en los sistemas de refrigeración deberán cumplir los requisitos de la Norma UNE EN 12284.

✓ **Válvulas de corte.**

Los sistemas de refrigeración se deberán equipar con suficientes válvulas de corte a fin de minimizar riesgos y pérdidas de refrigerante, particularmente durante la reparación y/o mantenimiento.

✓ **Válvulas de accionamiento manual.**

Las válvulas manuales que deban accionarse frecuentemente durante condiciones normales de funcionamiento deberán estar provistas de un volante o palanca de maniobra.

Las válvulas de aislamiento de los equipos a presión y automatismos deberán ser accesibles en todo momento.

Todos los recipientes que contengan, en funcionamiento normal, refrigerante en estado líquido, deberán disponer de válvulas de cierre en todas las conexiones que partan o lleguen a los mismos, de forma que puedan independizarse del resto del sistema.

En las instalaciones con refrigerantes halogenados o con CO₂ se utilizarán siempre válvulas con caperuza, salvo operación manual frecuente.

En instalaciones con amoníaco, poner volante o caperuza será decisión opcional del instalador.

✓ **Accionamiento por personas no autorizadas.**

Las válvulas que no deban manipularse mientras el sistema se encuentre funcionando deberán diseñarse de forma que se evite su accionamiento por personas no autorizadas; esto podrá conseguirse, por ejemplo, mediante caperuzas, manguitos, cerraduras, que puedan manipularse por personas autorizadas y solo con las herramientas apropiadas. En el caso de válvulas de emergencia, la herramienta se encontrará situada cerca y protegida contra usos indebidos.

✓ **Bloqueo de partes de la válvula.**

Las válvulas se construirán de acuerdo con los requisitos para bloqueo según se especifica en la Norma UNE EN 12284.

✓ **Cambio del prensaestopa o junta de estanqueidad.**

Si no es posible apretar o cambiar la(s) empaquetadura(s) o junta(s) mientras la válvula está sometida a presión, deberá ser factible independizar la válvula del sistema.

✓ **Corte del flujo.**

Las válvulas que se utilizan para el corte deberán evitar, cuando se cierren, la circulación de fluido en cualquier dirección.

✓ **Válvulas con caperuza.**

Las válvulas con caperuza se deberán diseñar de forma tal que cualquier presión de refrigerante que pudiera estar presente bajo la caperuza sea ventilada rápidamente tan pronto se comience a desmontar ésta.

✓ **Válvulas automáticas de cierre rápido.**

Las válvulas automáticas de cierre rápido se deberán instalar donde quiera que exista riesgo de escape de refrigerante, como por ejemplo: en los puntos de drenaje del aceite y niveles de líquido con cristal.

✓ **Emplazamiento de los dispositivos de corte.**

Los dispositivos de corte no deberán montarse en lugares angostos. En los sistemas que utilizan refrigerantes del grupo L2 y L3, únicamente se podrán montar en galerías para tuberías (patinillos), y estas tienen que tener más de una salida de emergencia.

2.12.12. Sistemas de detección de fugas de refrigerantes fluorados.

Las instalaciones que empleen refrigerantes fluorados deberán contar con sistemas de detección de fugas en cada sistema frigorífico de carga igual o superior a 300 kg. que deberán alertar al titular de la instalación y, en su caso, a la empresa mantenedora en el momento en que detecte una fuga. Dichas alarmas y la acción adoptada deberán consignarse en el cuadro de controles periódicos de fugas del libro de registro de la instalación frigorífica.

2.12.13. Instrumentos de indicación y medida.

Este epígrafe no es aplicable a los sistemas compactos y semicompactos que funcionan con cargas de refrigerante de hasta:

- 10,0 kg de refrigerante del grupo L1.
- 2,5 kg de refrigerante del grupo L2.
- 1,0 kg de refrigerante del grupo L3.

✓ **Requisitos generales.**

Los sistemas de refrigeración deberán estar equipados con los instrumentos de indicación y medida necesarios para los ensayos, funcionamiento y mantenimiento.

Indicadores de presión para refrigerante.

- Calibración y marcado.

Las especificaciones en este apartado afectan sólo a instrumentos instalados de forma permanente en los equipos. Los indicadores de presión en el sector de alta deberán estar calibrados, como mínimo, hasta la presión máxima admisible. Cuando el indicador tenga doble escala presión / temperatura de saturación, en la esfera del mismo deberá estar indicado el refrigerante correspondiente, para el cual el indicador es compatible. Siempre que sea posible deberá marcarse, con un trazo rojo en la escala del indicador, la presión máxima admisible del componente correspondiente.

El término "indicador", utilizado en este apartado, incluye instrumentos con indicación tanto analógica como digital.

- Instalación.

Cada sector o etapa de presión de un sistema de refrigeración deberá estar provisto de indicadores de presión cuando la carga de refrigerante supere

- 100 kg para los refrigerantes del grupo L1;
- 25 kg para los refrigerantes del grupo L2;
- 2,5 kg para los refrigerantes del grupo L3.

Los sistemas cuya carga de refrigerante sea superior a 10,0 kg si es del grupo L1, 2,5 kg si es del grupo L2 ó 1,0 kg si es del grupo L3, deberán disponer de conexiones para indicadores de presión (la instalación de indicadores permanentes será opcional). Los equipos a presión con un volumen interior neto de 100 dm³ o más, provistos de válvulas de cierre en entrada y salida y que puedan contener refrigerante líquido, deberán estar provistos de una conexión para un indicador de presión.

- Desescarche o limpieza de componentes que contengan refrigerante.

Los componentes que contengan refrigerante y puedan ser sometidos a procesos de desescarche o limpieza por medio de calor controlado de forma manual (mediante accionamiento manual de válvulas), deberán estar provistos de uno ó más indicadores de presión.

Indicadores de nivel de líquido.

- Requisitos generales.

Los indicadores de nivel de líquido deberán cumplir con la Norma UNE EN 12178.

Recipientes de líquido.

Los recipientes acumuladores de refrigerante en sistemas que contengan más de:

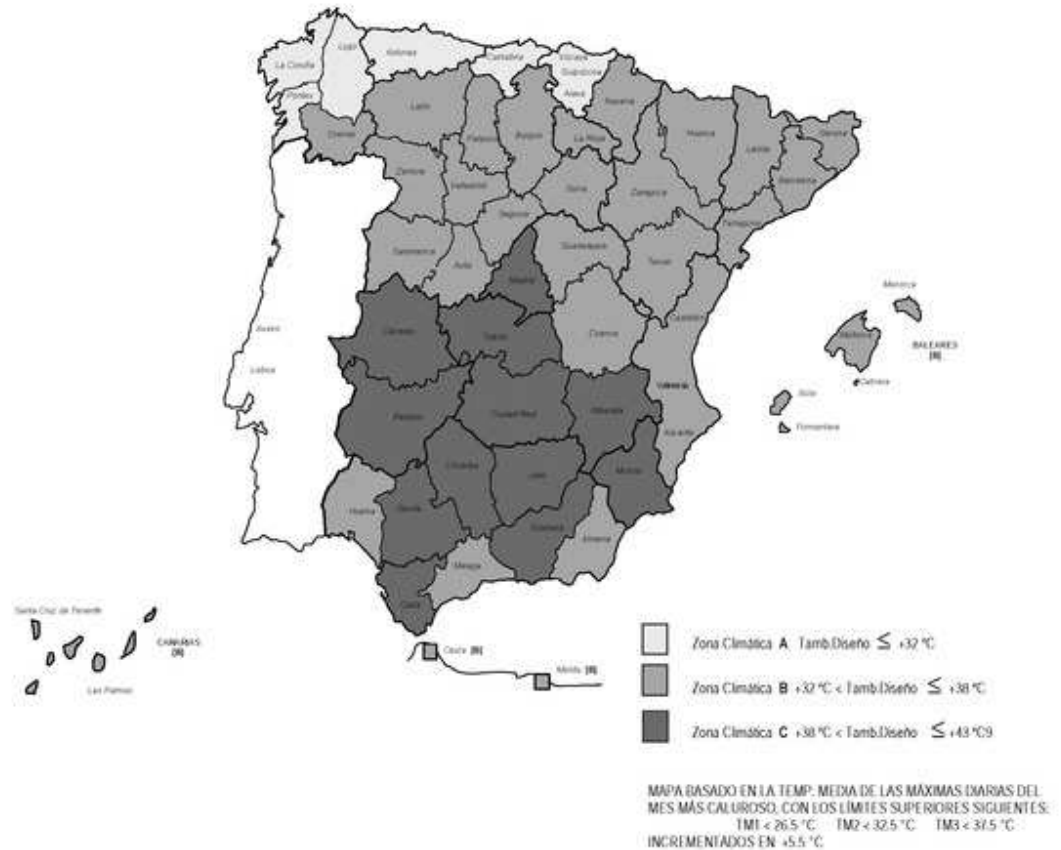
- 100 kg de refrigerante del grupo L1;
- 25 kg de refrigerante del grupo L2; y
- 2,5 kg de refrigerante del grupo L3.

y que puedan ser aislados del sistema deberán estar provistos de un indicador de nivel que, como mínimo, permita verificar el nivel máximo admisible.

- Tubos de vidrio.

No están permitidos indicadores de nivel de líquido contruidos con tubo de vidrio (véase Norma UNE EN 12178).

APÉNDICE 1 Mapa de zonas climáticas



2.13. INSTRUCCIÓN IF-07 SALA DE MÁQUINAS ESPECÍFICA, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

2.13.1. Requisitos generales.

Esta instrucción no es aplicable a los sistemas compactos y semicompactos que contengan una carga de hasta:

- 10,0 kg de refrigerante del grupo L1,
- 2,5 kg de refrigerante del grupo L2 y
- 1,0 kg de refrigerante del grupo L3.

y a los sistemas ejecutados "in situ" que contengan una carga de hasta:

- 2,5 kg de refrigerante del grupo L1,

- 1,5 kg de refrigerante del grupo L2 y
- 1,0 kg de refrigerante del grupo L3.

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.

Cabinas estancas al agua y ventiladas podrán servir también como salas de máquinas específicas.

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 específica.

h) No se emplazaran 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.

✓ **Señal de advertencia.**

En las entradas a las salas de máquinas específicas deberá colocarse un cartel que las identifique como tales y donde se advierta de la prohibición de entrar a las personas no autorizadas así como la prohibición de fumar y utilizar elementos con llama o de incandescencia.

Además se deberán colocar carteles prohibiendo la manipulación del sistema a personas no autorizadas.

✓ **Dimensiones y accesibilidad.**

Las dimensiones, de acuerdo con los criterios específicos, de las salas de máquinas deberán permitir la instalación de los componentes en condiciones favorables, para asegurar el servicio, mantenimiento, funcionamiento y desmontaje de los mismos. Si se utiliza una cabina como sala de máquinas específica, el libre acceso para servicio y mantenimiento se podrá lograr desmontando una parte de dicha cabina o mediante puertas especiales. En caso necesario deberán preverse pasarelas y escaleras especiales para el montaje, funcionamiento, mantenimiento y revisión del sistema, de forma que se evite andar sobre las tuberías, conexiones, soportes, estructuras de sujeción y otros componentes. Deberá existir una altura libre, de al menos 2,3 m, bajo los componentes situados sobre accesos y lugares de trabajo permanentes.

2.13.2. Puertas y aberturas.

Las salas de máquinas específicas deberán tener puertas que se abran hacia afuera, en un número suficiente para asegurar, en caso de emergencia, una evacuación rápida del personal.

Las puertas se deberán fabricar de tal manera que se puedan abrir desde dentro (sistema antipánico).

Las puertas se deberán cerrar solas, de forma automática, si proporcionan acceso directo al edificio.

No deberán haber aberturas que permitan el paso accidental de refrigerante, vapores, olores y de cualquier otro gas que se escape hacia otras partes del edificio. Las salas de máquinas específicas deberán realizarse con cerramientos (incluidas las puertas) cuyas características relativas a materiales, espesores y ejecución cumplan con el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales, aprobado por Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, el Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo y la correspondiente ordenanza municipal relativa a la amortiguación del nivel sonoro, según corresponda.

2.13.3. Ventilación.

✓ Requisitos generales.

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.

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

Se instalarán conductos para la ventilación en aquellos casos que sean necesarios para garantizar los citados requisitos de suministro y distribución de aire. Los fluidos refrigerantes pueden ser más pesados o más ligeros que el aire. Para aquellos más pesados, al menos el 50% del volumen de aire que se está renovando, se tomará de los puntos más bajos de la sala

de máquinas específica y la entrada de aire exterior estará situada en el punto más alto. Para aquellos más ligeros que el aire, el volumen que se renueva saldrá de los puntos más altos de la sala de máquinas, por lo que la entrada de aire exterior se situará cerca del punto más bajo de la misma.

En las salas de máquinas específicas con construcción total o parcialmente subterránea o en cualquier otra sala de máquinas específica donde no sea posible la ventilación natural del aire se hará funcionar un sistema de ventilación forzada siempre que haya personal presente. El sistema deberá proporcionar un caudal mínimo de 30 m³/h por persona o por cada 10 m² de superficie de suelo (el mayor de ambos). Cuando no haya personal presente, la ventilación de emergencia se deberá controlar automáticamente mediante un detector de refrigerante.

✓ **Ventilación natural.**

La superficie total de abertura libre para la ventilación natural de una sala de máquinas específica deberá ser de al menos:

$$A = 0,14 \times m^{1/2}$$

donde

A es el área de abertura libre, en metros cuadrados;

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

0,14 valor constante que determina la relación entre la superficie en metros cuadrados y la raíz cuadrada de la masa en kilogramos.

La circulación libre del aire a través de ventanas, celosías y entradas o por conductos no será obstaculizada por paredes, barreras, edificios adyacentes u otras construcciones, teniendo en cuenta en la solución a adoptar la densidad del refrigerante.

En nuestro caso se dispondrá de una ventilación de 20 m² de superficie libre, situadas en esquinas opuestas, lo que facilitarán la contracorriente.

✓ **Ventilación forzada.**

La ventilación forzada deberá garantizar mediante ventiladores capaces de evacuar de la sala de máquinas específica, al menos:

$$V = 14 \times m^{2/3}$$

donde

-V, es el caudal en litros por segundo

-M, es la carga de refrigerante, en kilogramos, existente en el sistema de refrigeración que cuente con mayor carga, cualquiera que sea la parte del mismo que esté en la sala de máquinas específica;

-14 es un factor de conversión constante.

Independientemente del valor que determine la fórmula anterior el caudal de aire máximo no necesitará ser superior a las 15 renovaciones por hora.

Deberá ser posible conectar y desconectar los ventiladores mediante un interruptor tanto desde dentro como desde fuera de la sala de máquinas específica. En el caso de que estas salas de máquinas específicas sean total o parcialmente subterráneas, el interruptor deberá colocarse en la planta baja (por encima del nivel del terreno).

Los motores de aquellos ventiladores que con toda probabilidad deban funcionar en espacios con mezclas inflamables de gas/aire deberán estar emplazados fuera del flujo de aire o bien cumplir con los requisitos para zonas con riesgos de explosión (antideflagrante). La construcción y materiales de los ventiladores no contribuirán en ningún caso a originar fuego o a la formación de chispas.

2.13.4. Salas de máquinas específicas para refrigerantes del grupo L2.

✓ **Salidas de emergencia.**

Al menos una salida de emergencia deberá comunicar directamente con el exterior o, de lo contrario, conducir a un pasillo de salida de emergencia.

Las puertas que den a este pasillo de emergencia deberán poder abrirse manualmente desde el interior de la sala de máquinas (sistema antipánico).

✓ **Absorción de amoníaco.**

Debido a la alta capacidad del agua para absorber los vapores de amoníaco, en cada sala de máquinas específica se deberá prever una toma de suministro de agua para que, de acuerdo con las circunstancias, sea posible la utilización de la misma sobre la zona afectada, debidamente pulverizada.

La conexión de este suministro de agua se hará de tal modo que el agua contaminada no retorne a la red (dispositivo de retención o similar).

✓ **Agua contaminada.**

Se deberán adoptar medidas para asegurarse que el agua contaminada se recupera en recipientes adecuados y se elimina de forma segura.

2.13.5. Salas de máquinas específicas para refrigerantes del grupo L3.

✓ **Requisitos de conformidad mínima.**

Las salas de máquinas específicas para los sistemas de refrigeración que utilizan refrigerante del grupo L3 deberán satisfacer, al menos, los requisitos incluidos y serán construidas de acuerdo con las reglamentaciones aplicables a los espacios con riesgo de explosión.

✓ **Dispositivos de descompresión (antiexplosión).**

Si existe la posibilidad de que la concentración de refrigerante alcance el límite inferior de inflamabilidad (punto de ignición) el recinto deberá tener un elemento o disposición constructiva de baja resistencia mecánica, en comunicación directa con una zona exterior, con una superficie mínima que, en metros cuadrados, sea la centésima parte del volumen del local expresado en metros cúbicos, con un mínimo de un metro cuadrado.

2.14. INSTRUCCIÓN IF-08 PROTECCIÓN DE INSTALACIONES CONTRA SOBREPRESIONES.

2.14.1. Requisitos generales.

Todas las instalaciones frigoríficas estarán protegidas contra sobrepresión mediante los dispositivos requeridos en esta Instrucción.

Durante el funcionamiento normal, parada y transporte ningún componente de los sistemas de refrigeración deberá sobrepasar la presión máxima admisible. Las presiones internas excesivas debido a causas previsibles se evitarán o aliviarán con el mínimo riesgo posible para personas, bienes y medio ambiente. En el caso de que un dispositivo de alivio de presión esté descargando, la presión en cualquier componente no deberá sobrepasar en más del 10 % la presión máxima admisible.

2.14.2. Válvulas de seguridad.

✓ Requisitos generales.

Las válvulas de seguridad se deberán diseñar de forma que su cierre sea estanco después de la prueba y de la eventual descarga.

✓ Dispositivo indicador.

Se deberá instalar un dispositivo indicador para comprobar si la válvula de seguridad ha descargado a la atmósfera.

✓ Precintado.

El tarado de la válvula deberá ser precintado una vez haya sido ajustada y probada.

✓ Marcado de identificación.

El precinto deberá llevar la marca de identificación del fabricante de la válvula o, en su caso, la organización o entidad registrada que haya efectuado el tarado.

✓ Marcado.

En una chapa de identificación o en el cuerpo de la válvula deberán ir grabadas la presión de tarado y la capacidad nominal de descarga, o bien la presión de tarado, el coeficiente de descarga y la sección de paso.

2.14.3. Disco de rotura.

✓ Requisitos generales.

El disco deberá estar adecuadamente sujeto en su alojamiento. La sección transversal interna del alojamiento deberá servir como sección libre de paso del disco. El diámetro interior en todo el cuerpo del dispositivo no deberá ser menor que la sección transversal libre de apertura.

Sólo se podrá colocar antes de una válvula de seguridad y tendrá un diámetro mínimo igual al de dicha válvula, debiendo disponer además de un sensor para detectar su rotura.

✓ Marcado.

Cada disco o lámina deberá llevar grabado el nombre del fabricante y la presión nominal de rotura de tal forma que su función no se vea afectada por dicha grabación.

2.14.4. Tapones fusibles.

La temperatura de fusión del material fusible deberá estar estampada en la porción no fundible del tapón. No podrán ser empleados con refrigerantes inflamables, pertenecientes a los grupos L2 y L3.

✓ Dispositivo de seguridad limitador de presión.

Dispondrán de un dispositivo de seguridad limitador de presión. Los dispositivos mecánicos de conmutación utilizados como seguridad no se deberán emplear con fines de control y regulación.

2.14.5. Aplicación de los dispositivos de seguridad.

✓ Requisitos generales.

Cuando se utilicen dispositivos de seguridad contra presiones excesivas, como medida adicional durante el funcionamiento normal de la instalación deberá preverse, siempre que sea factible, un limitador que pare el generador de presión antes de que actúe alguno de los dispositivos de seguridad con descarga a la atmósfera (válvula, disco).

Para aliviar la presión de componentes en el sector de alta serán preferibles dispositivos con descarga al sector de baja frente aquellos que descarguen a la atmósfera. Serán preferibles las válvulas de seguridad a los tapones fusibles.

Si se utilizan dispositivos limitadores de temperatura, deberán instalarse de manera que la temperatura detectada esté vinculada con la seguridad.

2.14.6. Protección del sistema de refrigeración.

✓ Requisitos generales.

Cada sistema de refrigeración deberá estar protegido al menos con un dispositivo de alivio, tapón fusible u otro medio diseñado para aliviar la presión excesiva o bien estar protegido contra sobrepresiones. Se exceptúan los sistemas compactos unitarios, con hasta 1 kg de refrigerante del grupo L3, los cuales no precisarán estar equipados con dispositivo de alivio de presión.

✓ Dispositivos de seguridad para limitación de presión o de temperatura (presostatos, transductores y termostatos).

Los sistemas que no tengan un dispositivo de alivio de presión deberán estar protegidos mediante dispositivos limitadores de presión o de temperatura al menos de la forma siguiente:

a) Para toda cantidad de cualquier refrigerante y para compresores de cualquier tamaño son suficientes un dispositivo limitador de presión y un segundo limitador de presión de seguridad, conectados eléctricamente en serie, conjuntamente con un dispositivo de alivio para el compresor

b) Si la carga de refrigerante del grupo L1 es menor de 100 kg y el volumen desplazado por el compresor es menor de 25 l / s, se requerirá únicamente un dispositivo limitador de presión.

c) En un sistema de absorción con un consumo de energía térmica de hasta 5 kW se requerirá un dispositivo limitador de temperatura o de presión.

d) En un sistema de absorción con un consumo de energía térmica superior a 5 kW será suficiente instalar un presostato de seguridad y un limitador de presión (presostato) o de temperatura (termostato) conectado eléctricamente en serie con el primero.

✓ **Dispositivos limitadores de alta presión o temperatura.**

Todos los sistemas en los que el generador de presión pueda producir presiones superiores a la máxima admisible de los mismos deberán estar provistos con al menos un dispositivo de seguridad limitador de presión o temperatura, excepto en los casos siguientes:

a) Sistemas con las siguientes cargas máximas:

2,5 kg de refrigerante del grupo L1,

1,5 kg de refrigerante del grupo L2,

1,0 kg de refrigerante del grupo L3,

y que además, antes de alcanzar la presión máxima admisible, sin descargar refrigerante del circuito de refrigeración a la atmósfera, cumplan alguna de las siguientes condiciones:

1) El motocompresor funciona sin interrupción hasta alcanzar el régimen estable de presión.

2) El motocompresor para debido a sobrecarga.

3) La energía suministrada al compresor se interrumpe mediante un dispositivo de seguridad por sobrecarga.

4) Un componente del circuito de refrigeración se avería, por ejemplo: el plato de válvulas o la junta de la culata del cilindro en un motocompresor hermético.

b) Sistemas con las siguientes cargas máximas:

2,5 kg de refrigerante del grupo L1

1,5 kg de refrigerante del grupo L2,

1 kg de refrigerante del grupo L3,

y que además sean sistemas de absorción en los cuales:

1) La presión generada por el compresor no puede producir una tensión que sobrepase un tercio de la presión de rotura del sistema.

2) Un dispositivo de sobrecarga desconecta el compresor antes de que la presión generada produzca una tensión que sobrepase un tercio de la resistencia límite del sistema.

3) Parte del sistema de seguridad alivia la presión con un riesgo prácticamente mínimo.

✓ **Limitador de baja presión.**

Todas las instalaciones en las que exista el riesgo de temperaturas bajas deberán estar provistas de un limitador de presión baja según la Norma UNE EN 12263, por ejemplo: para evitar congelaciones en los enfriadores de líquidos y la disminución de la resistencia al impacto (resiliencia de los materiales utilizados).

2.14.7. Protección de los componentes del sistema.

✓ **Requisitos generales.**

Puede preverse un dispositivo de alivio de la presión común para varios componentes, siempre que:

a) Dichos componentes no puedan independizarse unos de otros.

b) La capacidad de evacuación del dispositivo de alivio sea tal que proteja a todos los componentes contra una sobrepresión simultánea en los mismos.

✓ **Protección de los compresores.**

Los compresores de desplazamiento positivo con un caudal volumétrico de más de 25 l / s deberán estar protegidos con un dispositivo de alivio de presión montado entre la descarga y la aspiración según las Normas EN 12693 o UNE EN 60335-2-34.

En caso de que no se monte una válvula de corte en la descarga será suficiente con instalar un dispositivo de alivio de presión en el sector de alta, siempre que no existan válvulas de corte intercaladas.

Compresores de desplazamiento no positivo (dinámicos) no precisarán de dispositivos de alivio, siempre que esté garantizado que no se sobrepasa la presión máxima admisible.

Cuando se alivie la presión de impulsión descargando en la aspiración se deberá evitar el recalentamiento excesivo del compresor, de acuerdo con las prescripciones dadas por el fabricante.

El dispositivo de alivio de presión (válvula de seguridad) del compresor estará ajustado normalmente a una presión superior a la máxima admisible del sector de alta del sistema y no deberá servir, por lo tanto, para proteger al sistema u otros componentes del mismo, a no ser que el dispositivo esté ajustado a la presión máxima admisible.

Los compresores de desplazamiento positivo con válvula de corte y los compresores con caudal mayor de 25 l / s deberán de estar protegidos contra sobrepresiones mediante un dispositivo de seguridad limitador de presión de acuerdo con la Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de mayo de 1997, de categoría IV.

✓ **Protección de bombas de refrigerantes líquidos.**

Las bombas de desplazamiento positivo en cualquier circuito de un sistema de refrigeración deberán estar protegidas con un dispositivo de alivio de presión, situado en el lado de impulsión, descargando en el sector de baja del sistema.

✓ **Protección de recipientes a presión.**

Dispositivos de alivio de presión.

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

a) Los equipos a presión con un volumen bruto igual o mayor que 100 dm³ deberán estar provistos de dos dispositivos de alivio montados sobre una válvula conmutadora de 3 vías; cada dispositivo deberá garantizar la capacidad de alivio requerida.

b) Cuando se utilice un sólo dispositivo de alivio, descargando en el sector de baja, se deberán prever los medios adecuados para que, con una pérdida mínima de refrigerante, y sin que los equipos a presión queden desprotegidos, el dispositivo pueda ser derivado y aislado para su revisión y desmontaje.

c) Los equipos a presión con un volumen interior bruto inferior a 100 dm³ deberán tener, como mínimo, un dispositivo de alivio, bien descargando al sector de baja o a un recipiente receptor independiente o a la atmósfera.

Capacidad mínima de descarga requerida.

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

$$Q_m = \frac{\varphi A}{h_{vap}} * 3.600$$

donde

Q_m	capacidad mínima de descarga requerida del dispositivo de alivio en kilogramos de refrigerante por hora;
φ	densidad de flujo térmico establecido en 10 kW/m ² ;
A	superficie exterior del recipiente en metros cuadrados;
h_{vap}	calor latente específico de evaporación del refrigerante, en kilojulios por kilogramo, calculado a una presión de 1,1 veces la presión de tarado del dispositivo.

Nota - Este método de cálculo podrá no ser aplicable si la presión crítica de tarado del dispositivo está muy próxima a la crítica del refrigerante.

Dilatación térmica del líquido.

Los componentes del sistema que queden completamente inundados por refrigerante líquido y puedan ser independizados del resto de la instalación deberán estar protegidos contra posible rotura por dilatación térmica del líquido. En determinados casos bastará con mantener una válvula de cierre en posición normalmente abierta, precintada y sólo manipulable por instalador frigorista.

2.14.8. Disposición de los elementos de alivio de presión.

✓ Requisitos generales.

Los elementos o dispositivos de alivio de presión deberán estar conectados directamente sobre los recipientes a presión o componentes que protejan o lo más cerca posible de éstos. Deberán ser fácilmente accesibles y, salvo cuando protejan contra sobrepresiones por dilatación térmica del líquido, deberán estar conectados en la parte más alta posible, siempre por encima del nivel de líquido. La pérdida de presión entre el componente a proteger y la válvula (dispositivo) de alivio no deberá ser superior al valor límite indicado por el fabricante del mismo, o el resultado de los cálculos establecidos en la Norma UNE EN 13136.

✓ Tapones fusibles.

Si para proteger equipos u otros componentes a presión del sistema de refrigeración se utilizan tapones fusibles, éstos deberán estar colocados por encima del nivel máximo de refrigerante líquido. Cuando un equipo o componente esté protegido sólo por un tapón fusible, su resistencia a la rotura deberá soportar la presión de saturación de al menos tres veces la correspondiente a la temperatura estampada en el tapón fusible.

Los tapones fusibles no deberán estar cubiertos por aislamiento térmico. En componentes de un sistema de refrigeración que contengan refrigerante no se deberán utilizar tapones fusibles como único dispositivo de alivio de presión con descarga a la atmósfera, cuando la carga de refrigerante del sistema sea mayor que:

- 2,5 kg con refrigerante del grupo L1;
- 1,5 kg con refrigerante del grupo L2; y
- 1,0 kg con refrigerante del grupo L3.

✓ **Válvulas de cierre.**

No deberán colocarse válvulas de cierre entre un componente protegido del sistema y su correspondiente dispositivo de alivio de presión, salvo cuando se empleen dispositivos que descarguen desde un equipo a presión a otro de menor presión.

Para facilitar el mantenimiento y comprobación del dispositivo de alivio podrá instalarse una válvula conmutadora de tres vías con dos dispositivos de alivio montados sobre la misma.

✓ **Descarga desde un lado de mayor presión a otro de menor presión.**

Cuando un dispositivo de alivio de presión (excluidos los de los compresores) descarga desde un lado de mayor presión a otro de menor presión del sistema deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- a) El dispositivo será una válvula de alivio que actúe prácticamente independiente de la contrapresión (presión de salida).
- b) El lado de menor presión dispondrá de un elemento de alivio.
- c) La capacidad de este elemento o dispositivo de alivio del sector de baja será suficiente para proteger contra una sobrepresión simultánea en todos los recipientes, compresores y bombas que estén conectadas con él.
- d) Para comprobar y revisar este dispositivo de alivio se adoptarán las medidas necesarias evitando, en cualquier caso, que los equipos a presión queden desprotegidos.

✓ **Disco de rotura.**

Un disco de rotura no deberá utilizarse como único dispositivo de alivio de presión del sector de alta ya que, en caso de romper, se perdería toda la carga de refrigerante. En condiciones normales de funcionamiento, con el fin de reducir al mínimo la pérdida de

refrigerante, se podrá montar un disco de rotura en serie con una válvula de alivio posterior a él.

Para controlar la estanquidad o rotura del disco, en el tramo comprendido entre éste y la válvula de alivio, deberá haber conectado un indicador-detector de presión que active una alarma. El diámetro del disco de rotura montado antes de una válvula de alivio no deberá ser mayor ni menor que el diámetro de entrada de la propia válvula. El disco deberá estar diseñado y fabricado de forma que, al romper, ningún fragmento del mismo pueda interferir la función de la válvula u obstruir el flujo de refrigerante.

2.14.9. Disposición de los elementos de seguridad limitadores de presión.

✓ Requisitos generales.

Entre la conexión del dispositivo de seguridad para limitar la presión y el generador de presión no deberá existir válvula de corte salvo que:

a) Exista un segundo dispositivo de seguridad y ambos estén conectados mediante válvula conmutable de tres vías.

b) El sistema esté provisto de una válvula de alivio o disco de rotura que descargue del sector de alta al de baja presión.

✓ Modificación del ajuste.

Los dispositivos de seguridad limitadores de presión deberán estar diseñados de forma que para modificar su punto de ajuste sea necesario utilizar una herramienta.

✓ Fallo de alimentación eléctrica.

Después de una parada por fallo de corriente, deberá impedirse el arranque automático si este resultase peligroso. Si el corte de corriente afectara al dispositivo de seguridad limitador de presión o al microprocesador / ordenador, siempre que éste interviniera en la cadena de seguridad, deberá ser desconectado el compresor.

✓ Señal analógica.

Cuando la señal emitida por el limitador de presión sea analógica, el microprocesador / ordenador deberá parar el compresor si el valor de la señal alcanzase cualquiera de los extremos posibles del rango. Los dispositivos de seguridad limitadores de presión podrán conectarse directamente por medio de un microprocesador / ordenador al circuito de control del motor del compresor.

✓ Capacidad de descarga de los dispositivos de alivio de presión.

El cálculo para dimensionar los dispositivos de alivio de presión y sus tuberías de conexión se realizará conforme a la Norma UNE-EN 13136 "Sistemas de refrigeración y

bombas de calor. Dispositivos de alivio de presión y sus tuberías de conexión. Métodos de Cálculo".

✓ **Presión de tarado de las válvulas de seguridad y precintado.**

Las válvulas de seguridad, también denominadas de alivio de presión, destinadas a la protección contra sobrepresiones de cualquier componente en las instalaciones frigoríficas, no podrán tararse a presión superior a la máxima admisible declarada para el componente protegido.

El fabricante, entregará conjuntamente con las válvulas de seguridad el Certificado de Conformidad con la Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a equipos a presión, el cual deberá formar parte de la documentación que el instalador entregue al usuario.

El fabricante suministrará estas válvulas taradas, precintadas y con el correspondiente certificado de tarado.

En las revisiones periódicas establecidas en la IF-14, el frigorista deberá proceder a la verificación del correcto funcionamiento de las válvulas de seguridad, comprobando su cierre hermético después de su actuación. Si la válvula no cierra de nuevo herméticamente, deberá ser sustituida por otra que funcione correctamente y la defectuosa será sometida a un procedimiento de retardo por una empresa autorizada por una entidad notificada. Dicha empresa deberá sustituir el precinto original por el suyo propio y entregar el correspondiente certificado. Las válvulas así recuperadas sólo podrán utilizarse en instalaciones existentes.

✓ **Fuentes de calor y altas temperaturas.**

Este apartado no es aplicable para los sistemas compactos, semicompactos y ejecutados in situ que funcionan con carga de hasta:

- 2,5 kg de refrigerante del grupo L1,
- 1,5 kg de refrigerante del grupo L2 y
- 1,0 kg de refrigerante del grupo L3.

Si los evaporadores o enfriadores de aire se instalan en la proximidad de fuentes de calor se deberán tomar medidas efectivas para evitar que aquellos sean expuestos a excesivo calor, lo que provocaría presiones elevadas en su interior.

Los condensadores y los recipientes de líquido no se colocarán nunca en la proximidad de focos de calor. Si una parte del circuito de refrigeración puede alcanzar una temperatura que estuviera por encima de la temperatura correspondiente a la presión máxima admisible

(por ejemplo, en un sistema de desescarche eléctrico, desescarche por agua caliente, o limpieza mediante agua caliente o vapor), el líquido contenido en él deberá poder ser trasvasado a cualquier otra parte del sistema donde no exista alta temperatura. Si fuese necesario el sistema estará equipado con un recipiente permanentemente conectado con la parte en cuestión.

2.15. INSTRUCCIÓN IF-09 ENSAYOS, PRUEBAS Y REVISIONES PREVIAS A LA PUESTA EN SERVICIO.

2.15.1. 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:

- a) Ensayo de resistencia a la presión.
- b) Ensayo de estanquidad.
- c) Ensayo funcional de todos los dispositivos de seguridad.
- d) 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.

2.15.2. Resultados de los ensayos.

Los resultados de estos ensayos deberán ser registrados.

2.15.3. Ensayo de resistencia a la presión de los componentes.

✓ Requisitos generales.

Todos los componentes deberán ser sometidos a una prueba de resistencia, bien antes de salir de fábrica o en su defecto en el lugar de emplazamiento.

Los indicadores de presión y dispositivos de control podrán ser probados a presiones inferiores, pero no por debajo de 1,1 veces la presión máxima admisible.

✓ Fluidos para ensayos de resistencia a la presión.

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.

✓ **Criterios de aceptación.**

Como resultado de estas pruebas no deberán generarse deformaciones permanentes, excepto que la deformación por presión sea necesaria para la fabricación de los componentes, por ejemplo durante la expansión y soldadura de un evaporador multitubular.

En este caso se considerará necesario que el componente esté calculado para resistir, sin rotura, una presión como mínimo tres veces la de diseño del mismo.

✓ **Ensayo de presión en las tuberías de los sistemas de refrigeración.**

Las tuberías de interconexión de los sistemas frigoríficos serán sometidas a una prueba neumática a 1,1 por la presión máxima admisible (PS). Previamente se deberán llevar a cabo los ensayos no destructivos detallados en la tabla 6 siguiente:

Tipo de soldadura	Extensión END
Todas las uniones	100 % UT (Inspección visual s/END)
Soldaduras circunferenciales ^a Enlaces y tubuladuras soldadas DN ≥ 100	10 % ^b RT o UT
Enlaces y tubuladuras soldadas DN ≤ 100 y uniones de enchufe (SW)	10 % PT
Soldaduras longitudinales, si no han estado ya sujetas a END o pruebas de presión en la factoría del fabricante	100 % RT o UT
^a Para soldaduras y dimensiones de las uniones donde los ultrasonidos (UT) o radiografías (RT) no permitan una clara evaluación, se efectuará una comprobación con líquidos penetrantes (PT). ^b Hasta DN ≤ 600, se controlará al 100% el 10% de las soldaduras, para DN > 600 se controlará el 10% de la longitud total de las soldaduras. END = Ensayos No Destructivos	

Tabla 6: tipos de ensayos.

Todas estas pruebas deberán ser realizadas por una empresa frigorista.

2.15.4. Preparación para la prueba.

Las juntas sometidas a la prueba deberán estar perfectamente visibles y accesibles, así como libres de óxido, suciedad, aceite, u otros materiales extraños. Las juntas solamente podrán ser pintadas y aisladas o cubiertas una vez probadas

El sistema deberá ser inspeccionado visualmente antes de aplicar la presión para comprobar que todos los elementos están conectados entre sí de forma estanca. Todos los componentes no sujetos a la prueba de presión deberán ser desconectados o aislados mediante válvulas, bridas ciegas, tapones o cualquier otro medio adecuado.

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

La temperatura de las tuberías durante la prueba deberá mantenerse por encima de la temperatura de transición dúctil-frágil.

Se tomarán todas las precauciones adecuadas para proteger al personal contra el riesgo de rotura de los componentes del sistema durante la prueba neumática.

Los medios utilizados para suministrar la presión de prueba deberán disponer o bien de un dispositivo limitador de presión o de un dispositivo de reducción de presión y de un dispositivo de alivio de presión y un manómetro en la salida. El dispositivo de alivio de presión deberá ser ajustado a una presión superior a la presión de prueba, pero lo suficientemente baja para prevenir deformaciones permanentes en los componentes del sistema.

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.

Las juntas mecánicas en las que se hayan insertado bridas ciegas o tapones para cerrar el sistema o para facilitar el desmontaje de componentes durante la prueba no precisarán ser probadas a presión después de desmontar la brida ciega o tapón, a condición de que posteriormente pasen una prueba de estanqueidad.

La prueba podrá realizarse por partes aislables del sistema a medida que su montaje se vaya terminando.

✓ **Pruebas de presión para circuitos de fluidos secundarios.**

Los sistemas de tuberías de los fluidos secundarios deberán ser sometidos a una prueba (hidráulica o neumática) con una presión del 15% sobre la de diseño. La presión en el punto más bajo no deberá superar el 90% del límite elástico ni 1,7 veces la tensión admisible para materiales frágiles.

Si se utiliza un refrigerante como fluido secundario, el sistema de tuberías deberá probarse como el de un sistema frigorífico.

✓ **Manómetros.**

La precisión de los manómetros deberá ser comprobada antes de su utilización en la prueba por comparación con un manómetro patrón debidamente calibrado.

✓ **Reparación de uniones.**

Todas las uniones que presenten fugas deberán ser reparadas.

Las uniones por soldadura fuerte que presenten fugas deberán ser rehechas, y no se podrán reparar utilizando soldadura blanda.

Las uniones por soldadura blanda podrán ser reparadas limpiando la zona defectuosa y volviendo a preparar la superficie y soldar.

Los sectores de las uniones soldadas que se hayan detectado como defectuosos durante la realización de los ensayos no destructivos, deberán sanearse y soldarse de nuevo.

Las uniones reparadas se deberán probar nuevamente.

2.15.5. Prueba de estanquidad.

✓ **Requisitos generales.**

El sistema de refrigeración deberá ser sometido a una prueba de estanquidad bien como conjunto o por sectores, podrá realizarse antes de salir el equipo de fábrica, si el montaje se realiza en ésta, o bien in situ, si el montaje o la carga de refrigerante se hace en el lugar de emplazamiento.

Para los sistemas compactos, semicompactos y de absorción herméticos, esta prueba de estanquidad se efectuará en fábrica.

Para la prueba de estanquidad 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.

✓ **Sustancias trazadoras.**

Cuando se añaden sustancias trazadoras al gas inerte, éstas no deberán ser ni peligrosas ni perjudiciales para el medio ambiente. En ningún caso podrán ser empleadas sustancias organohalogenadas.

✓ **Certificados**

Las pruebas de presión que se realicen en obra así como las pruebas de estanqueidad realizadas, tanto en los equipos construidos en fábrica como en las instalaciones frigoríficas realizadas "in situ", se llevarán a cabo por empresa frigorista y cuando se trate de tuberías pertenecientes a las categorías I, II y III, establecidas según el artículo 3 del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, que dicta disposiciones de aplicación de la Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a equipos a presión, se emitirá el preceptivo certificado de conformidad del equipo.

Todas estas pruebas se realizarán bajo la responsabilidad de la empresa frigorista y, en su caso, del técnico competente director de la obra de la instalación frigorífica, quienes una vez realizadas satisfactoriamente, extenderán el correspondiente certificado.

2.15.6. Procedimiento 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 carga de más de 20 Kg.**

Si se utiliza un procedimiento de vacío en el caso de sistemas que utilicen halocarbonos o hidrocarburos con una carga superior a 20 kg, el sistema se deberá secar y evacuar a menos de 270 Pa absolutos. Este vacío se mantendrá como mínimo 30 minutos y después se romperá mediante nitrógeno seco. El sistema se evacuará otra vez a menos de 270 Pa absolutos. Este vacío se mantendrá como mínimo 6 horas y después se romperá utilizando el refrigerante del sistema.

✓ **Sistemas con halocarbonos o hidrocarburos con carga inferior a 20 kg.**

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.

✓ **Sistemas con amoníaco o CO₂.**

En sistemas con amoníaco o CO₂, la presión de vacío antes de cargar el refrigerante deberá ser inferior a 675 Pa absolutos. El tiempo durante el cual deberá mantenerse el vacío dependerá del tamaño y la complejidad del sistema, siendo el mínimo de 2 horas.

Los sistemas de amoníaco que utilicen lubricantes miscibles necesitarán un tratamiento especial que podrá requerir la instalación de filtros deshidratadores.

2.15.7. Control del conjunto de la instalación antes de su puesta en marcha.

✓ Requisitos generales.

Antes de poner en funcionamiento un sistema de refrigeración se deberá comprobar el mismo en su totalidad. Se verificará que la instalación está de acuerdo con los planos constructivos, los diagramas de flujo, tuberías e instrumentación, control y esquemas eléctricos.

2.15.8. Control de los sistemas de refrigeración.

✓ Revisión por empresa frigorista.

El control de los sistemas de refrigeración por empresa frigorista deberá incluir los siguientes puntos:

- a) Comprobación de la documentación de los equipos a presión.
- b) Comprobación del equipo de seguridad.
- c) Comprobación de que las soldaduras de las tuberías son conformes con los procedimientos aprobados.
- d) Comprobación de las tuberías.
- e) Verificación del acta de la prueba de estanqueidad del sistema de refrigeración.
- f) Verificación visual del sistema de refrigeración.

✓ Documentación.

Ningún sistema de refrigeración deberá ser puesto en funcionamiento si no está debidamente documentado.

✓ Comprobación de la documentación de los equipos a presión.

La documentación deberá comprobarse con el fin de asegurar que los equipos a presión del sistema de refrigeración cumplen con los requisitos, códigos de diseño y otras normativas reguladoras apropiadas de la legislación existente.

✓ Comprobación de los dispositivos de seguridad.

Se comprobará que los dispositivos de seguridad requeridos para el sistema de refrigeración están instalados y se encuentran en condiciones de funcionamiento, y que se ha elegido la presión de tarado adecuada para garantizar la seguridad del sistema.

✓ **Conformidad con la normativa correspondiente.**

Se deberá comprobar que los dispositivos de seguridad cumplen con las normas correspondientes y que han sido probados y certificados por el fabricante.

Esto no implicará que cada dispositivo deba tener un certificado propio.

✓ **Dispositivos de seguridad para limitar la presión.**

Se deberá comprobar, donde corresponda, que los dispositivos de seguridad para limitar la presión funcionan y están montados correctamente.

✓ **Válvulas de seguridad exteriores.**

Las válvulas de seguridad con descarga al exterior se deberán comprobar para asegurar que se ha marcado la presión de tarado correcta en su cuerpo o la que se especifica en la placa de características.

✓ **Discos de rotura.**

Deberá comprobarse el correcto marcado de la presión nominal de rotura de los discos (excluidos los discos internos).

✓ **Tapones fusibles.**

Deberá comprobarse el marcado correcto de la temperatura de fusión de los tapones fusibles.

✓ **Comprobación de la tubería de refrigeración.**

Deberá comprobarse que la tubería del sistema de refrigeración ha sido instalada de acuerdo con los planos, especificaciones y normas que sean de aplicación.

✓ **Verificación visual de la instalación completa.**

Se deberá llevar a cabo una comprobación visual de la instalación completa de acuerdo con los anexos normativos A y B de la Norma UNE EN 378-2.

✓ **Carga del refrigerante.**

La carga del refrigerante se realizará de la siguiente forma:

Para equipos de compresión de más de 3 Kg. de carga de refrigerante y refrigerantes azeotrópicos, el fluido deberá ser introducido en el circuito a través del sector de baja presión en fase vapor.

Para refrigerantes zeotrópicos, la carga se realizará en fase líquida y deberá efectuarse de modo que el fluido se expanda en el dispositivo que incorporan los evaporadores, de esta forma se evitará que pueda llegar líquido a los compresores. Para ello se dispondrá de una

toma de carga con válvula y una válvula de cierre aguas arriba de la tubería de alimentación de líquido, que permita independizar el punto de carga del sector de alta.

Ninguna botella de refrigerante líquido deberá ser conectada o dejarse permanentemente conectada a la instalación fuera de las operaciones de carga y descarga del refrigerante.

✓ **Cartel de seguridad.**

En la proximidad del lugar de operación del sistema de refrigeración se colocará un cartel bien legible y adecuadamente protegido.

En caso de sistemas partidos o multipartidos, el lugar de operación podrá considerarse aquel donde esté instalada la unidad exterior.

Si en la misma sala de máquinas o planta existen varios sistemas de refrigeración independientes, se colocará un cartel por sistema, o bien un cartel que refleje los datos de cada sistema.

Este cartel contendrá como mínimo la siguiente información:

a) Nombre, dirección y teléfono de la empresa instaladora, el de la empresa de mantenimiento y en cualquier caso, de la persona responsable del sistema de refrigeración, así como las direcciones y números de teléfono de los bomberos, policía, hospitales y centros de quemados más cercanos y teléfono de emergencias (112).

b) Carga en kg y tipo de refrigerante utilizado en el sistema de refrigeración, con indicación de su fórmula química y su número de designación (véase IF-02).

c) Instrucciones para desconectar el sistema de refrigeración en caso de emergencia.

d) Presiones máximas admisibles.

e) Detalles de inflamabilidad del refrigerante utilizado, cuando éste sea inflamable.

2.16. INSTRUCCIÓN IF-11 CÁMARAS FRIGORÍFICAS, CÁMARAS DE ATMÓSFERA ARTIFICIAL Y LOCALES REFRIGERADOS PARA PROCESOS

2.16.1. Cámaras frigoríficas.

✓ **Prescripciones generales.**

Las cámaras frigoríficas están diseñadas para mantener en condiciones adecuadas el producto que contienen desde el punto de vista higiénico sanitario. Asimismo, su diseño deberá preservar a la propia cámara del deterioro que pudiera producirse debido a la

diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la misma, garantizar la seguridad de las personas ante desprendimientos bruscos de las paredes, techos y puertas por la influencia de las sobrepresiones y depresiones, de las descargas eléctricas por derivaciones en las instalaciones y componentes eléctricos; así como evitar la formación de suelos resbaladizos como consecuencia del agua procedente de condensaciones superficiales y aparición de hielo en el interior de las cámaras y en zonas de tránsito de las personas y vehículos. El consumo energético para mantener la cámara en las condiciones interiores prefijadas deberá ser lo más bajo posible, dentro de límites razonables.

✓ **Aislamiento.**

Las cámaras se aislarán térmicamente con materiales que, en su caso, cumplan con el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, y disposiciones que lo desarrollan, en consecuencia deberán ostentar el marcado CE y el fabricante deberá emitir la correspondiente declaración CE de conformidad.

En particular y para los productos siguientes serán de aplicación las normas:

- UNE-EN 13163 para aislamientos a base de poliestireno expandido.
- UNE-EN 13164 para aislamientos a base de poliestireno extruido.
- UNE-EN 13165 para aislamientos a base de espuma rígida de poliuretano.
- UNE-EN 13166 para aislamientos a base de espumas fenólicas.
- UNE-EN 13167 para aislamientos a base de vidrio celular.
- UNE-EN 13170 para aislamientos a base de corcho expandido.
- UNE-EN 14509 para paneles sándwich aislante con recubrimiento metálico.
- UNE 41950 para paneles sándwich de poliuretano inyectado.
- ETAC 021 partes 1 y 2 para cámaras frigoríficas.
- ETAG 016 para paneles autoportantes ligeros.

Las cámaras dispondrán de una barrera antivapor construida sobre la cara caliente del aislante, excepto en el suelo de aquellas cámaras de conservación de productos en estado refrigerado donde no sea requerido aislamiento. La barrera antivapor será dimensionada para impedir la presencia de condensación intersticial. En cualquier caso el valor de la

permeabilidad de la barrera de vapor para las cámaras proyectadas para funcionar a temperaturas negativas deberá ser inferior a $0,002 \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{mmHg}$.

En los suelos de las cámaras con temperatura inferior a 0°C se adoptarán las medidas adecuadas para evitar las deformaciones del solado motivadas por la congelación del terreno.

El aislamiento se seleccionará y dimensionará procurando optimizar los costes de inversión y funcionamiento, minimizando el impacto ambiental (PAO del aislante, efecto invernadero directo e indirecto del conjunto de la instalación frigorífica y aislamiento). Para el cálculo se tendrá en cuenta la media de las temperaturas medias establecidas en la tabla H.2 del Código Técnico de la Edificación, en su documento básico Ahorro de Energía, salvo cuando la temperatura exterior sea una prefijada y controlada por condiciones de diseño y uso.

En todo caso la dimensión del aislamiento y la ejecución del mismo evitará la formación de condensaciones superficiales no esporádicas, teniendo en cuenta las condiciones establecidas en los apartados H.2.1 y H.2.3 del Código Técnico de la Edificación en su documento básico Ahorro de Energía, salvo cuando la temperatura exterior sea una prefijada y controlada por condiciones de diseño y uso.

✓ **Resistencia mecánica frente a sobrecargas fijas y de uso.**

En la construcción de las cámaras frigoríficas la estructura de soportación del aislamiento y los elementos que constituyen el propio aislamiento, deberán dimensionarse para resistir como mínimo depresiones o sobrepresiones de 300 Pa sin que se produzcan deformaciones permanentes. En techos autoportantes no deberá instalarse ningún sobrepeso sin una justificación técnica de la idoneidad de la estructura de soportación.

✓ **Puertas isotermas.**

Todas las puertas isotermas llevarán dispositivos que permitan su apertura manual desde dentro sin necesidad de llave, aunque desde el exterior se puedan cerrar con llave.

En el interior de toda cámara frigorífica, y en los túneles convencionales discontinuos, que puedan funcionar a temperatura bajo cero o con atmósfera controlada se dispondrá, junto a cada una de las puertas, un hacha tipo bombero con mango de tipo sanitario y longitud mínima de 800 mm.

Cuando la temperatura interna sea inferior a -5°C las puertas incorporarán dispositivos de calentamiento, los cuales se pondrán en marcha siempre que funcione la cámara

correspondiente por debajo de dicha temperatura, sin interponer interruptores que puedan impedirlo. El dispositivo de calentamiento estará protegido mediante un diferencial sensible al contacto de las personas.

El aislamiento de la puerta se seleccionará en coherencia con el aislamiento de las paredes. Su resistencia térmica será al menos el 70% del valor de la resistencia térmica de la pared salvo si la diferencia entre el interior de la cámara y el exterior de la puerta es igual o inferior a 10 K, en cuyo caso será del 50%. 1.5 Recuperación de los gases espumantes.

Se recuperarán y destruirán los CFC de las espumas empleadas en aislamiento, al final de su vida útil. En los casos que se hayan empleado otros compuestos fluorados de elevado PAO o PCA, se recuperarán asimismo si esto fuera viable.

✓ Sistema equilibrador de presión.

En todas las cámaras con volumen superior a los 20 m³ se dispondrá un sistema con una o varias válvulas equilibradoras de presión, cuya selección se deberá justificar.

El sistema equilibrador de presión instalado tendrá una capacidad total de intercambio (extracción o introducción, generalmente de aire o de fluido gaseoso, este último en el caso de cámaras de atmósfera artificial), tal que impida una sobrepresión o depresión interna superior a 300 Pa (30 mm.c.d.a.), debida a las variaciones de temperatura del aire interior de la cámara (producidas por los desescarches, entradas de género a temperatura diferente de la del aire de la cámara, apertura de puertas, puesta en régimen de frío, etc.). La capacidad mínima de intercambio del sistema de equilibrado de presión interna instalado se determinará mediante la fórmula:

$$Q_{ge} = k \cdot \frac{V_i}{T_i^2} \cdot T_e \cdot \frac{dT_i}{dt}$$

dónde:

Q_{ge} = Caudal de fluido gaseoso intercambiado (usualmente aire), en metros cúbicos por segundo.

k = Factor de corrección en función del volumen interior (V_i) de la cámara, siendo:

$k=1$ en el caso de cámaras con volumen interior (V_i) en vacío (sin producto) inferior a 1000 m³,
 $k=0,75$ en el caso de cámaras con volumen interior (V_i) comprendido entre 1000 y 5000 m³,
 $k=0,50$ en el caso de cámaras con volumen interior (V_i) superior a 5000 m³.

V_i = Volumen interior de la cámara en vacío (sin producto), en metros cúbicos.

T_i = Temperatura absoluta interior de la cámara (la mínima posible), en grado Kelvin.

T_e = Temperatura absoluta en el exterior del sistema equilibrador, en grado Kelvin.

$\frac{dT_i}{dt}$ = Variación máxima de la temperatura del aire interior en función del tiempo en grado Kelvin por segundo (velocidad máxima de descenso o aumento de la temperatura).

Para estimar la velocidad de descenso de la temperatura de la cámara, se deberá considerar como caso más desfavorable, el mayor descenso que puede tener lugar con la cámara vacía de producto durante el proceso de enfriamiento hasta que se alcanza la temperatura de régimen. Deberá también preverse, que en el momento de alcanzarse la temperatura de régimen, si arrancan los motores de accionamiento de los ventiladores de los evaporadores con la puerta cerrada, podría alcanzarse la máxima depresión.

Para el cálculo de la potencia frigorífica nominal del evaporador o evaporadores se deberá deducir el calor disipado por los motores de los ventiladores y las pérdidas por transmisión previstas (ya que estas últimas son el único factor que podría contribuir, en el caso más desfavorable, al arranque de los evaporadores). La potencia frigorífica restante será la que ocasionará la disminución de temperatura en la cámara; dividiendo dicha potencia por el volumen del recinto, la densidad interior del aire y su calor específico, se estimará el descenso de temperatura en grados Kelvin por hora.

A falta de indicaciones contractuales sobre el particular, se podrán considerar velocidades máximas de enfriamiento del aire que oscilen entre:

- 1 K cada 15 minutos (0,0011 K/s), cuando se trate de velocidades máximas muy reducidas, y
- de hasta 6 K/min (0,10 K/s) cuando se trate de velocidades máximas de enfriamiento del aire interior muy elevadas.

Es necesario resaltar que el cálculo efectuado de esta forma tendrá sólo carácter orientativo. Habrá que tener, además, en consideración los efectos producidos por diferencias hidrostáticas de presiones, presión del aire impulsado por los ventiladores, duración de la apertura de puertas, influencias debidas al género introducido, secuencia de desescarches, hermeticidad de la cámara en cuestión, etc.

Además, habrá que determinar la secuencia de puesta en servicio de evaporadores, ventiladores y tiempos de reposo después de desescarches, puesto que esto reviste la mayor importancia para asegurar, aún con un número adecuado de válvulas equilibradoras, un funcionamiento exento de problemas.

Partiendo de una sobrepresión o depresión de 300 Pa (30 mm.c.d.a.), el caudal estimado deberá compararse con el caudal nominal de la válvula para esta diferencia de presión de 300 Pa.

El sistema de equilibrado deberá comenzar a actuar cuando la diferencia de presión entre el interior y el exterior supere los 100 Pa como máximo.

Cuando este sistema funcione a base de válvulas hidráulicas de nivel de agua, ésta llevará anticongelante. Si el sistema de equilibrado mecánico se monta en un recinto de baja temperatura, incorporará un dispositivo de calentamiento que evite su obstrucción o bloqueo por hielo. Se verificará periódicamente el buen estado y el buen funcionamiento del sistema de equilibrado así como la ausencia de hielo o de escarcha en el mismo.

Para evitar las sobrepresiones al finalizar los desescarches, el único medio eficaz será proceder a realizar la nueva puesta en servicio de los evaporadores cuidadosamente estudiada y probada.

Cuando se seleccionen válvulas que únicamente puedan evacuar en un solo sentido, el sistema de equilibrado deberá comprender dos juegos opuestos de válvulas para asegurar la protección del recinto contra sobrepresiones y depresiones.

✓ **Situación de los dispositivos de regulación y control.**

Los dispositivos de regulación y control, así como la valvulería, se situarán, si es posible (y siempre en el caso de las cámaras de atmósfera controlada) en el exterior de las cámaras, o bien se dispondrán accesos de carácter permanente que permitan llevar a cabo las operaciones de mantenimiento y sustitución de forma segura.

2.16.2. Cámaras de baja temperatura.

En las cámaras de baja temperatura, el descenso de temperatura deberá efectuarse con la puerta entreabierta, trabándola con el fin de impedir su cierre, hasta haber alcanzado la temperatura normal de régimen, a fin de evitar la depresión provocada en esta operación de enfriamiento. La duración del descenso dependerá de la masa total de la construcción debiendo oscilar entre tres y diez días.

Dispondrán en su interior de las medidas de seguridad prescritas en la IF-12.

Se deberá evitar la entrada de aire caliente y húmedo exterior a través de las puertas durante su apertura. Para cámaras con volumen interno superior a 500 m³ se preverá una antecámara climatizada o sistema equivalente.

2.16.3. Cámaras de atmósfera artificial.

✓ Prescripciones generales.

Será de aplicación todo lo expuesto para el caso de cámaras frigoríficas en el apartado anterior

En todas las cámaras se dispondrá un rótulo en la puerta de las mismas, con la indicación "Peligro, atmósfera artificial", prohibiéndose la entrada en ella hasta la previa ventilación y recuperación de las condiciones normales. En caso necesario se entrará provisto de equipo autónomo de aire.

Si existen en la cámara lámparas de rayos ultravioletas, éstas deberán apagarse automáticamente al abrirse la puerta de acceso a la misma.

También será de obligado cumplimiento lo dispuesto para estas cámaras en la Instrucción IF-12 (Instalaciones eléctricas).

✓ Prescripciones específicas.

Se prohíbe el uso industrial de atmósferas sobreoxigenadas para maduración acelerada o desverdización, así como de cualquier gas estimulante que sea combustible, inflamable o que puede formar con el aire mezclas explosivas. A este respecto, se prohíbe el empleo de etileno no mezclado con nitrógeno, acetileno, carburo de calcio, petróleo y combustibles derivados del mismo como medios para conseguir la aceleración de la maduración y de la desverdización.

Las cámaras de atmósfera artificial, exceptuando las de maduración acelerada y desverdización, deberán ser estancas, efectuándose una prueba de estanqueidad de las mismas antes de su puesta en marcha.

Esta prueba se llevará a cabo de común acuerdo entre el usuario y el instalador. A falta de un valor definido por ambas partes, se someterá a las cámaras a una sobrepresión de 200 Pa (20 mm.c.d.a.), considerándose la estanqueidad suficiente si al cabo de 30 minutos la presión se ha reducido en un 50 % como máximo.

Antes de entrar en las cámaras se comprobará mediante analizadores adecuados que la atmósfera es respirable y que se han eliminado los gases estimulantes (bioactivos), interrumpiéndose su alimentación. Mientras haya personal trabajando en las mismas la puerta deberá permanecer abierta mediante dispositivos de fijación.

✓ **Generadores de atmósfera (reductores de oxígeno).**

Cumplirán lo dispuesto en el vigente Reglamento técnico de distribución y de utilización de combustibles gaseosos, aprobado por Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, cuando empleen este tipo de tecnología y combustible.

Quedan prohibidos los aparatos que produzcan monóxido de carbono en cantidades superiores a diez partes por millón en los recintos tratados con los mismos (cámaras).

2.16.4. Locales refrigerados para procesos.

✓ **Prescripciones generales.**

Estos locales deberán ser diseñados para mantener las condiciones adecuadas del proceso, entre otras, desde el punto de vista higiénico sanitario cuando se trate de productos alimentarios o farmacéuticos. Asimismo, su diseño deberá garantizar la seguridad de las personas que trabajen en su interior protegiéndolas de las descargas eléctricas por derivaciones de las instalaciones y componentes, además evitará la formación de suelos resbaladizos originados por el agua procedente de condensaciones superficiales.

El consumo energético para mantener el recinto de trabajo en las condiciones interiores prefijadas del proceso deberá ser lo más bajo posible, dentro de los límites razonables.

✓ **Aislamiento.**

Dado que la temperatura del proceso será, generalmente, inferior a la del ambiente, el local deberá estar aislado con criterios de optimizar los costes de inversión (aislamiento, maquinaria frigorífica) y funcionamiento (consumo eléctrico) minimizando el impacto ambiental (efecto invernadero directo o indirecto del conjunto de la instalación frigorífica y aislamiento).

El aislamiento se seleccionará y dimensionará para evitar las condensaciones intersticiales y superficiales de carácter no esporádico, y conseguir un flujo térmico inferior a 15 W/m^2 para temperaturas de diseño entre 7 y 20°C.

✓ **Resistencia mecánica frente a sobrecargas fijas y de uso.**

En la construcción de los locales refrigerados de procesos, la estructura de soportación del aislamiento y los elementos que constituyen el propio aislamiento, deberán dimensionarse para resistir su propia carga y las sobrecargas fijas y de uso.

✓ **Puerta isoterma.**

Todas las puertas isotermas llevarán dispositivos que permitan su apertura manual desde dentro sin necesidad de llave.

El aislamiento de la puerta se seleccionará en coherencia con el aislamiento de las paredes. Su resistencia térmica será al menos el 70% del valor de la resistencia térmica de las paredes salvo si la diferencia entre el interior de la cámara y el exterior de la puerta es igual o inferior a 10 K en cuyo caso será del 50%.

2.17.INSTRUCCIÓN IF-12 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

2.17.1. Prescripciones de carácter general.

El proyecto, construcción, montaje, verificación y utilización de las instalaciones eléctricas, se ajustarán a lo dispuesto en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y sus instrucciones técnicas complementarias.(Ver detalle del capítulo de BT)

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

Deberán incorporar protección diferencial y magnetotérmica por cada elemento principal (compresores, ventiladores de los condensadores, evaporadores, etc.) y por circuito de maniobra.

Con independencia de lo prescrito en el vigente REBT y las instrucciones técnicas complementarias correspondientes, las instalaciones frigoríficas deberán estar protegidas contra contactos indirectos de la siguiente manera:

a) En caso de instalaciones centralizadas, cada elemento principal deberá estar debidamente protegido: compresor, condensador, evaporador y bomba de circulación de fluido.

b) En caso de circuitos independientes constituidos por un único conjunto compresor, condensador y evaporador, será suficiente una única protección para el conjunto.

c) Las resistencias eléctricas de desescarche de todos los evaporadores podrán estar protegidas por un único dispositivo.

Con estas disposiciones se pretende, además de la protección de las personas, añadir otras medidas que reduzcan al mínimo el deterioro de los productos almacenados y aseguren el funcionamiento permanente de una parte razonable de la instalación

✓ **Locales húmedos, mojados y con riesgo de explosión o incendio.**

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

a) Locales húmedos: Las cámaras y antecámaras frigoríficas.

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

c) Locales con riesgo de explosión o incendio: locales con instalaciones que utilicen refrigerantes inflamables pertenecientes a los grupos L2 o L3.

✓ **Suministro principal de alimentación eléctrica.**

El suministro de alimentación eléctrica al sistema de refrigeración deberá estar dispuesto de forma que pueda ser desconectado de manera independiente del suministro al resto de receptores eléctricos, en general, y, en particular, a todo el sistema de alumbrado, ventilación, alarma y otros equipos de seguridad.

✓ **Ventilación forzada.**

Los ventiladores se colocarán de tal forma que puedan ser controlados mediante interruptores tanto desde el interior como desde el exterior de las salas.

✓ **Alumbrado normal.**

En los espacios que contengan componentes frigoríficos principales (compresores, bombas, ventiladores y otras partes móviles o con altas temperaturas superficiales) se deberá elegir e instalar un alumbrado permanente que proporcione una iluminación adecuada para un servicio seguro.

✓ **Alumbrado de emergencia.**

Deberá instalarse un sistema de alumbrado de emergencia fijo, adecuado para garantizar el manejo de mandos y controles así como para la evacuación del personal cuando falle el alumbrado normal. Deberá ser capaz de mantener una iluminación de 5 lux durante una hora.

✓ **Sistema de alarma.**

El sistema de alarma destinado a la puesta en servicio del sistema de ventilación cuando se produzcan fugas de refrigerante, deberá ser alimentado eléctricamente por un circuito de emergencia independiente, por ejemplo, mediante una batería de seguridad.

✓ **Condensaciones.**

Cuando la humedad debida a condensaciones pueda afectar a componentes eléctricos estos deberán seleccionarse con la protección adecuada.

✓ **Goteo de agua.**

Se deberá adoptar una precaución especial para evitar el goteo de agua sobre cuadros y componentes eléctricos.

✓ **Refrigerantes inflamables.**

Algunos de los refrigerantes del grupo L2 y todos los del grupo L3 son inflamables. Cuando la carga de un refrigerante inflamable sobrepase los 2,5 kg si es del grupo L3 o los 25 kg para el caso de los fluidos inflamables del grupo L2, todos los equipos eléctricos situados en una sala donde esté instalada cualquier parte del sistema de refrigeración deberán cumplir con los requisitos de zona con riesgo de atmósfera explosiva.

2.17.2. Cámaras frigoríficas o con atmósfera artificial.

✓ **Cámaras acondicionadas para funcionar a temperatura bajo cero o con atmósfera artificial.**

En el interior de las cámaras acondicionadas para funcionar a temperatura bajo cero o con atmósfera artificial se dispondrán junto a la puerta, y a una altura no superior a 1,25 metros, dos dispositivos de llamada (timbre, sirena o teléfono), uno de ellos conectado a una fuente autónoma de energía (batería de acumuladores, etc.), convenientemente alumbrados con una lámpara piloto y de forma que se impida la formación de hielo sobre aquella. Esta lámpara piloto estará encendida siempre y se conectará automáticamente a la red de alumbrado de emergencia, caso de faltar el fluido de la red general.

En las cámaras que trabajen a temperaturas de 0° C o superiores y hasta +5°C bastará montar un único dispositivo de llamada (timbre, sirena o teléfono).

Cuando exista una salida de emergencia estará debidamente señalizada, disponiendo, junto a ella, una luz piloto que permanecerá encendida, alimentada de la red de emergencia por si faltara el suministro de fluido eléctrico en la red general.

Estas prescripciones se establecen con carácter mínimo. En todo caso la iluminación de emergencia deberá ser suficiente para llegar a la salida, no pudiendo quedar oculta, ni siquiera temporalmente, por la mercancía. En cualquier circunstancia se deberá respetar el plan de seguridad de la industria.

2.18. INSTRUCCIÓN IF-16 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y DE PROTECCIÓN PERSONAL.

2.18.1. Protección contra incendios.

En el proyecto y ejecución de instalaciones frigoríficas se cumplirán, además de las prescripciones establecidas en el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias, las disposiciones específicas de prevención, protección y lucha contra incendios de ámbito nacional o local que les sean de aplicación.

Los agentes extintores utilizados no deberán congelarse a la temperatura de funcionamiento de las instalaciones, serán compatibles con los refrigerantes empleados en las mismas y adecuados para su uso sobre fuegos de elementos eléctricos y de aceite, si se usan interruptores sumergidos en baño de aceite.

Los sistemas de extinción se revisarán periódicamente, encontrándose en todo momento en condiciones de servicio adecuadas.

2.18.2. Indicaciones de emergencia.

De acuerdo con el artículo 28 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, en la proximidad del lugar de operación del sistema de refrigeración figurará un cartel de seguridad.

2.18.3. Análisis de riesgos.

En el análisis de riesgos de un establecimiento que comprenda una instalación frigorífica, el usuario deberá tener necesariamente en cuenta los riesgos derivados de:

- a) La presión interna de los sistemas.
- b) Las temperaturas de los componentes y del ambiente.
- c) Las fugas de refrigerantes y lubricantes.
- d) La accesibilidad a los diferentes componentes y elementos de la instalación.

El plan de emergencia basado en el plan de seguridad deberá conseguir que cualquier incidente/accidente que pueda producirse en las instalaciones tenga una repercusión mínima o nula sobre:

- a) Las personas.
- b) La propia instalación.
- c) La continuidad de las actividades.
- d) El medio ambiente.

Además de las medidas prescritas en la IF-07 relativas a las salas de máquinas, la instalación se proveerá de escaleras, barandillas, puentes grúas y otros elementos fijos necesarios para que desde el inicio de la puesta en marcha de la instalación quede garantizado el acceso a los diferentes elementos que requieran mantenimiento o manipulación.

2.18.4. Equipos y productos de protección personal.

Este apartado no es aplicable a los sistemas compactos y semicompactos que funcionan con cargas de refrigerante de hasta:

- a) 1,5 kg de refrigerante del grupo L2.
- b) 1,0 kg de refrigerante del grupo L3.

En sistemas de refrigeración con carga de refrigerante de hasta 10,0 kg del grupo L1 y hasta 2,5 kg de los grupos L2 y L3, este apartado se aplicará sólo al personal que realice el mantenimiento, reparación y recuperación.

✓ Requisitos generales.

Los equipos de protección y primeros auxilios: ropa de trabajo y equipos de protección para ojos y cara, manos, pies y piernas, etc., que en función del refrigerante utilizado y el tipo de operación realizada estén puestos a disposición del personal de la instalación frigorífica cumplirán las exigencias esenciales establecidas en el anexo 1 del Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

✓ Localización de los equipos protectores respiratorios.

Los dispositivos protectores de la respiración se colocarán fuera de la sala de máquinas frigorífica, cerca de las puertas y guardados de forma segura y protegida. El dispositivo protector de la respiración deberá tener un mantenimiento de acuerdo con las instrucciones/recomendaciones dadas por el fabricante y será revisado periódicamente, incluso si no se usa.

Cuando sean utilizados dispositivos de respiración con filtro, deberá anotarse en cada ocasión el período de tiempo que dicho dispositivo ha sido utilizado. El filtro deberá ser sustituido con la frecuencia que sea necesaria. Deberá ser también anotada la fecha de adquisición de los nuevos filtros.

✓ **Equipos de protección personal.**

En las instalaciones frigoríficas, la utilización de los equipos de protección personal cumplirá lo dispuesto en la normativa laboral, de conformidad con el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

2.18.5. Equipos y dispositivos para casos de emergencia.

✓ **Requisitos generales.**

Para casos de emergencia se deberán prever los medios siguientes:

- a) Dispositivo de protección respiratoria.
- b) Equipos de primeros auxilios.
- c) Ducha de emergencia.

Esto no será aplicable para sistemas de refrigeración con carga de refrigerante inferior a 200 kg si es del grupo L1 ó 100 kg de refrigerante de los grupos L2 y L3. Tampoco será aplicable cuando no se requiera una sala de máquinas específica.

✓ **Dispositivos de protección respiratoria.**

El dispositivo de protección respiratoria deberá ser apropiado para el refrigerante utilizado, tal como se indica en los apartados anteriores de esta instrucción.

Los dispositivos de respiración en sistemas de refrigeración que dispongan de salas de máquinas especiales estarán accesibles y se colocarán en la parte exterior de la entrada. Si no hay sala de máquinas se colocarán junto al sistema frigorífico.

Los dispositivos de protección respiratoria constarán de:

- Un mínimo de dos aparatos de respiración autónomos.
- Además, para el amoníaco (R- 717), deberán ser entregados aparatos de protección respiratoria con filtros (máscara completa) a cada persona empleada para este trabajo y lugar.

✓ **Revisión detallada y pruebas de los dispositivos protectores de la respiración.**

Estos servicios y pruebas serán realizados por el responsable de prevención de riesgos laborales de la empresa.

✓ **Frecuencia de revisiones y pruebas.**

Los dispositivos protectores de la respiración deberán ser revisados minuciosamente al menos una vez al mes, sometiéndoles a más pruebas si fuera necesario. En condiciones especialmente peligrosas las pruebas se realizarán con mayor frecuencia.

✓ **Alcance de la revisión y de las pruebas.**

La revisión deberá comprender un examen visual a fondo de todos los elementos de las máscaras de protección o del aparato de respiración autónomo y sobre todo del buen estado de las correas, mascarillas, filtros y válvulas.

En el caso de dispositivos protectores de la respiración que consten de botellas de gas comprimido, deberán efectuarse pruebas para comprobar el estado y eficiencia de estos elementos, así como la presión existente en las botellas. Todos los desperfectos detectados durante la revisión o las pruebas deberán ser subsanados antes de cualquier uso posterior.

Se emitirá un informe de cada revisión y prueba efectuada y se reflejará en el libro de la instalación. Deberá normalmente incluir:

a) Nombre y dirección del empresario responsable del dispositivo protector de la respiración.

b) Datos del dispositivo y del número distintivo o referencia junto con una descripción suficiente para identificarlo y el nombre del fabricante.

c) Fecha de revisión, nombre y firma o identificación inequívoca de la persona que lleva a cabo la revisión o prueba.

d) Estado del dispositivo y datos de cualquier desperfecto encontrado; en el caso de máscaras de respiración con cartucho filtrante se confirmará que el filtro está sin usar.

e) En el caso de equipos de oxígeno o aire comprimido, la presión del oxígeno o del aire, según el caso, existente en la botella de suministro.

✓ **Equipo de primeros auxilios.**

El manual de servicio de la instalación deberá indicar las recomendaciones sobre los equipos de primeros auxilios necesarios y el protocolo de actuación.

✓ **Duchas de emergencia.**

Cuando el sistema de refrigeración tenga una carga de refrigerante R-717 (amoníaco), u otro refrigerante que pueda irritar la piel o los ojos, superior a 50 kg se instalará una ducha de emergencia para el cuerpo y otra para el lavado de los ojos.

En aquellas instalaciones donde el agua de la ducha y lavajos pueda estar por debajo de 15°C se tomarán las medidas para que el agua no produzca choque térmico.

✓ **Detectores y alarmas.**

Este apartado no es aplicable a los sistemas compactos y semicompactos que contengan una carga de hasta:

- 10,0 kg de refrigerante del grupo L1,
- 2,5 kg de refrigerante del grupo L2 y
- 1,0 kg de refrigerante del grupo L3.

La ubicación de los detectores se debe elegir en función del refrigerante. Los detectores de refrigerante tendrán como fin avisar rápidamente, ya sea, de una concentración peligrosa de refrigerante en los alrededores de un sistema de refrigeración, o bien de una contaminación en el ambiente. En los apartados siguientes se definen los locales o zonas donde se deben ubicar.

➤ Salas de máquinas específicas.

En cada sala de máquinas específica la concentración de refrigerante deberá ser controlada por un sistema con un sensor como mínimo que active una alarma ubicada en locales ocupados por personas y que eventualmente aisle partes del sistema de refrigeración.

➤ Cámara frigorífica y locales refrigerados para procesos.

En las cámaras frigoríficas y locales refrigerados para procesos en los que en caso de fugas de refrigerantes pueda sobrepasarse los límites prácticos admisibles de concentración de refrigerante, se instalará un sistema de detección de fugas que active una alarma y aisle parte del sistema de refrigeración.

➤ Detectores en circuitos secundarios (sistemas indirectos).

En un sistema indirecto de refrigeración conteniendo una carga de amoníaco de más de 500 kg, se deberá montar un detector específico para alertar la presencia del mismo en cada uno de los circuitos secundarios que contengan agua u otros fluidos. Dicho instrumento deberá basarse en métodos que garanticen la detección rápida del amoníaco en el fluido secundario.

Detectores de refrigerante para advertir la presencia de concentraciones peligrosas.

- Sistemas de refrigeración con refrigerante del grupo L1 o con refrigerantes inodoros del grupo L2.

En los locales o espacios ocupados por personas, refrigerados por un sistema en donde se puedan alcanzar los límites prácticos de concentración peligrosa del refrigerante, para garantizar la seguridad de las personas se instalarán detectores de refrigerantes que deberán activarse a una concentración que no sobrepase los límites mencionados de refrigerante en el aire indicados en la tabla A del apéndice 1 de la IF-02.

Teniendo en cuenta las características del refrigerante empleado, los sensores de los detectores utilizados para controlar la concentración deberán estar colocados a la altura de las personas. Los detectores activarán una alarma en el centro de vigilancia permanente o una alarma acústica para que las personas presentes o el personal adiestrado inicien o tomen las medidas oportunas o cierren las válvulas para aislar las partes defectuosas evitando así que aumente la concentración del refrigerante en el local.

Los detectores destinados a los refrigerantes inflamables pertenecientes al grupo L2 serán antideflagrantes.

- Control de concentraciones peligrosas del refrigerante R-717.

Los detectores de amoníaco se activarán cuando los valores de concentración de R-717 en la sala de máquinas sobrepase los límites siguientes:

- 380 mg/m³ [500 ppm (V/V)], valor límite inferior de alarma "concentración elevada".

- 22.800 mg/m³ [30.000 ppm (V/V)], valor límite superior de alarma "concentración muy elevada".

En el valor límite inferior se activará la primera alarma y la ventilación forzada.

En el valor límite superior se activará la segunda alarma que desconectará automáticamente el sistema de refrigeración.

- Control de concentraciones peligrosas de refrigerantes del grupo L3.

Para los refrigerantes del grupo L3 los detectores de gas actuarán activando una alarma si la concentración de refrigerante en el aire excede del 25% del valor límite inferior de inflamabilidad (véase tabla A, apéndice 1 de la IF-02). Los detectores destinados al grupo L3 serán antideflagrantes o con algún modo de protección adecuado a la atmósfera generada.

✓ **Alarma en el centro de vigilancia permanente.**

Cuando el dispositivo de control, vía sensor, detecte que la concentración de refrigerante sobrepasa a los límites prefijados, además de sus otras funciones, activará la correspondiente alarma en el centro de vigilancia permanente para que el personal competente adopte las medidas de emergencia oportunas. La alarma podrá ser desactivada temporalmente, para fines de mantenimiento, siempre que se tomen las medidas necesarias conforme a un procedimiento preestablecido.

En el caso de que sea un ordenador o sistema programable quien controle el equipo, el acceso para ajustar los parámetros de trabajo se deberá restringir sólo a las personas competentes designadas al efecto.

2.19.DIMENSIONAMIENTO DE LAS CÁMARAS

La fruta llegará a la industria en cajas normalizadas de 60 x 40 x 25 cm, con una capacidad útil de 0,05 m³. Lo que supone una capacidad media por caja de 20 Kg.

Actualmente la empresa dispone principalmente de dos suministradores de cajas, cuya tipología es diferente y que influirá en la circulación del aire y en el cumplimiento de las premisas de diseño, por lo que para garantizar el diseño recogido en el presente proyecto, las cajas y los palets deben ser ubicados de acuerdo a lo estipulado en los planos del presente proyecto.

En la Figura 19, tipología de caja Inducar, se aprecia el solape lateral replegado y más corto que en la figura 20, tipología de caja no inducar, lo que propicia el flujo de aire a través de la fruta. No obstante el diseño se realizará para la caja que presenta un paso menos favorable de aire (caja no inducar) ya que haciéndolo de esta manera se garantiza el paso también en la otra tipología.



Figura 19, tipología de caja Inducar.



Figura 20, tipología de caja no Inducar.

La cámara frigorífica a proyectar será FIFO (First in – First out), puesto que el producto almacenado será requerido diariamente.

Se introduce el producto a la cámara en palets europeos (800x1200 mm) y americanos (1000 x 1200 mm).

En la cámara deberá haber 10 palets, si se maduran menos, se deben colocar palets de complemento (dummies) para garantizar el funcionamiento correcto y el diseño de la presente instalación.

El aporte diario de materia prima a la industria a proyectar será de 9.000 kg de frutas por cada cámara. Teniendo en cuenta que el almacenamiento para realizar todo el proceso de

conservación y maduración, tendrá una duración media de 7-10 días, esto supone dimensionar una capacidad total de cámaras de:

$$\text{Capacidad} = 9000 \text{ kg/día} \times 8 \text{ cámaras} = 72000 \text{ kg}$$

El número de cajas a almacenar, N es:

$$N = (72000 \text{ kg}) / (12,5 \text{ kg/caja}) = 5760 \text{ cajas}$$

Para almacenar las cajas se usarán palets normalizados de 1 x 1,2 m. Consideramos para el proyecto, sólo las configuraciones de palet con espacios libres para ventilación.

La distribución en planta de la cámara a proyectar se recoge en la siguiente figura.

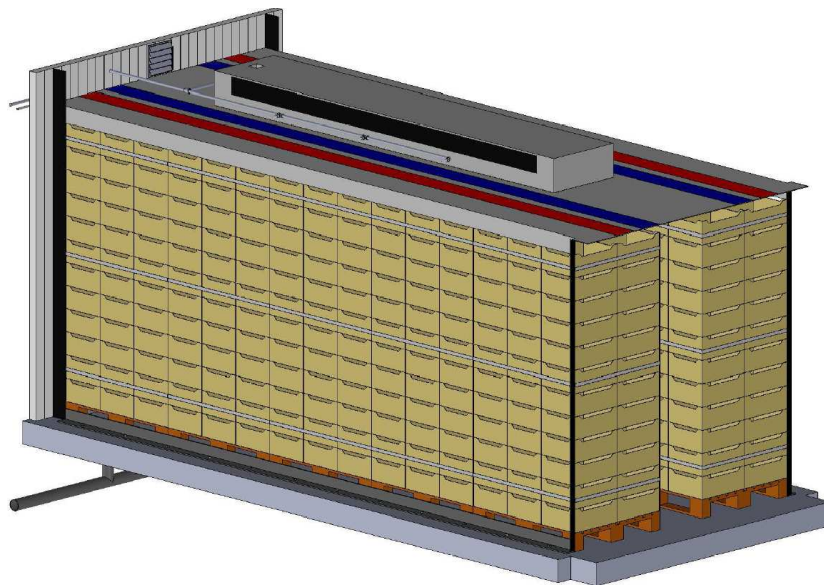


Figura nº21.- *Distribución en planta de los palets en el interior de la cámara frigorífica.*

Para el dimensionamiento de la cámara se tendrá en cuenta:

- Distancia mínima de los palets a las paredes de la cámara frigorífica: 0,10 m.
- Anchura mínima de pasillo central: 0,30 m.

Teniendo en cuenta estas consideraciones y la distribución en planta recogida en la figura nº21, la cámara que se proyecta tendrá las siguientes dimensiones:

- Longitud:
 - Separación de las paredes laterales: $0,1 \times 0,075 = 0,15 \text{ m}$.
 - Longitud ocupada por los palets: 6,00 m.

- Longitud total de la cámara: 6,15 m.
- Anchura:
 - Separación de las paredes laterales: $0,12 \times 2 = 0.20$ m.
 - Anchura ocupada por los palets: 2,00 m.
 - Anchura pasillo central: 0,35 m.
 - Anchura libre total de la cámara: 2,55 m.
- Altura:
 - Altura de palet = 1,70 m.
 - Separación al techo: 0,74 m.
 - Altura libre total de la cámara: 2,44 m.
- Capacidad:
 - Número de palets: 10 palets.
 - Cantidad de fruta:
 $12,5 \text{ kg/caja} \times 72 \text{ cajas /palet} \times 10 \text{ palets} = 9.000 \text{ kg}$
 - Capacidad de abastecimiento del total de las cámaras:
 $9000\text{kg} * 8 \text{ cámaras} = 72.000 \text{ kg}$
 - Volumen de la cámara : $38,25 \text{ m}^3$
 - Densidad de almacenamiento:
 $9000 \text{ kg} / 38.25 \text{ m}^3 = 235,29 \text{ kg /m}^3$

Se dispone de una puerta de 2 x 2,5 m para facilitar el paso de las carretillas elevadoras, como puede verse en la figura nº 2. Esta puerta es corredera y presenta una sobrecortina de PVC, estando acompañada de un mando eléctrico y de apertura manual en el interior.

2.20. AISLAMIENTO TÉRMICO.

2.20.1. Consideraciones generales.

Las cámaras se situarán en una de las esquinas de la industria. Las bases para el cálculo de los espesores de aislamiento estarán en relación con la misión que han de cumplir.

A tal efecto, se indican las razones más normales de su uso:

- Mantener una temperatura superficial de aislamiento desde el punto de vista de protección personal, confort, etc.
- Ajustarse a unas pérdidas de calor por unidad de longitud o superficie (mantener un fluido a una temperatura dada, economizar energía).
- Obtener el espesor económico óptimo.
- Evitar una diferencia de dilatación sensible, entre una superficie aislada y las estructuras adyacentes.
- Evitar condensación sobre superficies.
- Cumplir la legislación vigente.

2.20.2. Materiales aislantes.

✓ Paredes y techo.

Como aislante, se propone el sistema modular de panel sándwich con núcleo de espuma de poliuretano (PUR). Se trata de un compuesto sintético de estructura celular, obtenido por una reacción de condensación entre un poliisocianato y un material que contenga hidroxilo, tal como un polioliol o aceite secante. El aire aprisionado en su interior permite ser moldeado en bloques o formas, dando lugar a un material alveolar de célula cerrado de muy baja densidad, pero de gran poder aislante.

Este aislante ha sido elegido dado que tiene millones de pequeñas celdillas llenas de aire, que en reposo le confieren las siguientes características:

- Excelente aislante térmico.
- Elevada resistencia a la difusión del vapor de agua.
- Buenas prestaciones mecánicas: alta resistencia a la compresión, alta estabilidad dimensional, fácil manipulación y simplicidad de montaje.
- Bajo coeficiente de conductividad térmica.
- Carácter inodoro y no tóxico.
- Capacidad calorífica.

- Resistencia a la deformación por la temperatura.
- Precio económico.

Las características del PUR son:

- Densidad: 32 kg m^{-3} .
- Coeficiente de conductividad térmica: $0,030 \text{ kcal m}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.
- Resistividad al vapor de agua: $0,07 \text{ mm Hg m}^2 \text{ día g}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.
- Resistencia a la compresión: $1,5\text{-}2,5 \text{ kg cm}^{-2}$.

Las caras de los paneles son de chapa de acero con acabado en galvanizado y lacado con pinturas especiales de tipo plástico en las caras que dan al exterior. Los sistemas de juntas transversales o longitudinales aseguran la estanqueidad en cubiertas o parámetros verticales. No existen varillas ni pernos pasantes que producen perforaciones en las chapas. Se consigue igualmente, una robustez máxima. La chapa de la cara exterior está preparada con un perfilado de 50 mm entre ejes, lo que permite obtener paneles con un ancho útil de 1,2 m. Posee junto a la chapa de la cara interior unos refuerzos que sirven de apoyo a unos ganchos especiales con los que se fija a la estructura del edificio mediante un sistema que elimina cualquier puente térmico.

Se dispondrá sobre la cámara un falso techo constituido por una estructura metálica ligera, sobre la que se colocarán paneles de PUR.

✓ Suelo.

Una función muy importante del suelo del almacén frigorífico debe ser su capacidad para soportar cargas pesadas, por lo que se construirá de forma tradicional, y no mediante estructura de panel de sandwich. Se utilizará como material aislante PUR, debido a sus ventajas con respecto a otros materiales en este tipo de aplicación:

- Poco espesor necesario.
- Elevada resistencia a compresión
- Facilidad de aplicación.

<i>MATERIAL</i>	<i>ESPESOR</i> (<i>m</i>)	$\lambda(\text{kcal h}^{-1} \text{m}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1})$
1-Losa de reparto	0,12	0,8
2-Hormigón	0,15	1,4

3-Aislante		0,03
4-Hormigón	0,12	0,6

Tabla n° 7.- Capas del suelo de la cámara de maduración.

2.20.3. Criterios de cálculo.

Para el cálculo de los espesores de los aislantes utilizados en refrigeración, se limita el flujo máximo de calor a un valor de $8 \text{ Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ valor empírico recomendado por los fabricantes.

$$q = U_G \Delta t = 8 \text{ kcal/m}^2 \text{ h} \quad [1]$$

siendo:

t: Salto térmico entre ambos lados de la superficie ($^{\circ}\text{C}$).

U_G : Coeficiente global de transferencia de calor ($\text{kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$). Viene determinado por:

$$1/U_G = 1/\alpha_e + \sum_{i=1}^n \delta_i / \lambda_i + 1/\alpha_i \quad [2]$$

siendo:

α_e = Coeficiente de convección aire-superficie exterior ($\text{kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$).

α_i : Coeficiente de convección aire-superficie interior ($\text{kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$).

δ_i : Espesor de cada una de las capas del cerramiento (m).

λ_i : Conductividad de cada material del cerramiento ($\text{kcal h}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Los coeficientes de convección dependen de la velocidad del aire y del sentido de flujo térmico. Los valores asignados según recomendaciones son:

$\alpha_e =$

- $25 \text{ Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Para superficies en contacto con el aire exterior.
- $7 \text{ Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Para superficies interiores con poca ventilación.

$\alpha_i = 9 \text{ Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Para superficies interiores con mucha ventilación, ej: cámaras con ventilación forzada. El salto térmico a considerar en cualquier superficie es:

$$\Delta t = t_{ec} - t_i$$

siendo:

t_{ec} : Temperatura exterior de cálculo(° C).

t_i : Temperatura interior (° C).

Se toma la temperatura de régimen del recinto enfriado, para lo cual tenemos en cuenta las condiciones óptimas de almacenamiento de cada una de las frutas a almacenar, las cuáles se indican en la siguiente tabla:

<i>FRUTA</i>	<i>TEMPERATURA(°C)</i>	<i>HUMEDAD RELATIVA</i>	<i>TIEMPO DE ALMACEN</i>
Plátano	8-12	95%	1 semanas

Tabla n°8.- *Condiciones óptimas de almacenamiento del plátano en la industria a proyectar.*

Dado que se trata de una cooperativa con posibilidad de almacenar otras frutas y hortalizas, con objeto de no limitar la utilización de las cámaras sólo al almacenamiento de plátano, se proyecta la instalación de la cámara a 6° C y con una humedad relativa del 95%, siendo pues el valor de $t_i = 6^\circ \text{C}$.

La temperatura exterior depende de las paredes, según éstas den al interior de la nave o al exterior y según las orientaciones de éstas. Las temperaturas que se considerarán para el dimensionamiento del aislamiento y según experiencia empírica y recomendaciones de fabricantes son:

- Temperatura exterior: $t_{ext} = 0,4 t_{med} + 0,6 t_{máx} = 33,6^\circ \text{C}$

siendo:

- $t_{máx}$: Temperatura media de las máximas diarias del mes más cálido más desfavorable, correspondiéndole un valor en la zona de Las Galletas de 37° C.
- t_{med} : Temperatura media del mes más cálido, siendo para esta zona de 28,4 °C.

De acuerdo a datos empíricos tomados en las actuales cámaras de la industria y para reflejar las condiciones reales, se llega a los siguientes coeficientes para el cálculo de la temperatura:

- Temperatura de la nave: $t_{nave} = 0,55 t_{ext} = 18,5 \text{ } ^\circ\text{C}$.
- Temperatura de la pared norte: $t_{pn} = 0,6 t_{ext} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$.
- Temperatura de la pared oeste: $t_{pe} = 0,8 t_{ext} = 27 \text{ } ^\circ\text{C}$.
- Temperatura del suelo: $t_s = 16 \text{ } ^\circ\text{C}$.
- Temperatura del techo: $t_t = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$ (teniendo en cuenta que el techo de la cámara está por debajo del techo de la edificación).

2.20.4. Cálculo de los espesores.

✓ Paredes y techo.

Una vez limitado el producto del coeficiente global por el salto térmico $q < 8 \text{ Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ y fijados todos los coeficientes de conductividad, podemos calcular los espesores, teniendo en cuenta las ecuaciones [1] y [2].

$$\delta = \lambda(\Delta t/8 - 1/\alpha_e - 1/\alpha_i) \quad [3]$$

En la siguiente tabla se recogen los valores de los coeficientes para cada una de las paredes y techo y espesor del aislante en cada caso:

PARED	$\Delta t \text{ (} ^\circ\text{C)}$	$\alpha_e \text{ (Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})$	$\alpha_i \text{ (Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})$	$\lambda_{aislante} \text{ (Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})$	δ	AISLANTE COMERCIAL (mm)
Pared norte	14	25	9	0,030	47,96	50
Pared este	21	25	9	0,030	74,22	80
Paredes interiores	12	7	9	0,030	40,47	50
techo	19	25	9	0,030	67,2	80

Tabla n^o9.- Cálculo de los espesores para cada una de las paredes y techo.

Elección del espesor comercial en cada caso.

✓ **Suelo.**

Para calcular el espesor del material aislante, se tendrá en cuenta la ecuación [1] y la ecuación siguiente de cálculo del espesor óptimo de aislante en una pared compuesta:

$$1/U_G = 1/\alpha_e + \sum_{i=1}^n \delta_i/\lambda_i + \delta_a/\lambda_a + 1/\alpha_i \quad [4]$$

donde δ_a es el espesor del material de aislante que se ha de calcular.

Y considerando los datos de la tabla nº7 junto a los siguientes:

- $\Delta t = t_{ec} - t_i = t_{suelo} - t_i = 16 - 1 = 15^\circ \text{C}$
- $1/\alpha_e = 0$
- $\alpha_i = 9 \text{ Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ }^\circ \text{C}^{-1}$
- $\lambda = 0,030 \text{ Kcal m}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ }^\circ \text{C}^{-1}$

Se obtiene: $\delta_a = 42,20 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, eligiéndose un espesor comercial de 50 mm.

2.20.5. Cálculo de los flujos térmicos reales.

Una vez determinados los espesores comerciales a instalar, se procede a calcular el flujo real de calor a través de cada uno de los elementos de cerramiento de la cámara frigorífica.

Aplicando la fórmula:

$$q = \Delta t / (1/\alpha_e + \sum_{i=1}^n \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_i)$$

Se obtienen los flujos térmicos recogidos en la siguiente tabla.

<i>PARED</i>	<i>q(Kcal h⁻¹ m⁻² °C⁻¹)</i>
Pared norte	7,70
Pared oeste	7,45
Paredes interiores	6,60
Techo	6,74
Suelo	7,06

Tabla nº10.- Flujos térmicos reales a través de todas las superficies de la cámara

2.20.6. Barrera de vapor.

Cuando la presión de saturación del aire que atraviesa la pared de la cámara es menor que la presión de vapor en el exterior, se produce una condensación indeseable en el aislante, que provoca un excesivo y prematuro deterioro del material. Esto puede evitarse colocando un sellante antivapor.

En las paredes y techo de la cámara no es necesaria la colocación de una barrera antivapor, dado que se dispondrá el aislante (PUR) en paneles sándwich con acero, que es impermeable al paso del vapor de agua, lo que impide la condensación.

Sin embargo, a través del suelo sí se colocará barrera antivapor, puesto que la transferencia de vapor es más desfavorable al efecto de condensación de vapor de agua en su interior, lo que provocaría incluso problemas de cimentación en el edificio. Así pues, se colocará doble barrera de vapor (polietileno) con ajuste del 100% a ambos lados del material aislante (PUR), por la posibilidad de inversión térmica en la cámara frigorífica.

2.21. BALANCE TÉRMICO DE LA CÁMARA.

El Reglamento de Instalaciones Frigoríficas RD 138/2011 establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones frigoríficas para garantizar la seguridad de las personas y los bienes, así como la protección del medioambiente. El real Decreto acota, además, el ámbito de aplicación del Reglamento, adaptando la regulación existente al progreso técnico y a los Reglamentos y derechos de la Unión Europea.

Para mantener una cámara fría y todo lo que esté contenido en ella, es necesario extraer el calor inicial, y después, el que pueda ir entrando en la cámara por bien aislada que esté.

La carga térmica total puede establecerse de la siguiente manera:

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{productos}} + Q_{\text{otras fuentes}}$$

Q_{productos}: representa los sumandos que tienen en consideración la carga térmica a eliminar procedente del calor sensible, del calor latente de solidificación, de las reacciones químicas, del embalaje y del calor absorbido para la congelación del agua de los alimentos o productos que se desea refrigerar.

Q_{otras fuentes}: influye, ente otros, los flujos de calor a través de los cerramientos de la cámara por transmisión de paredes, suelo y techo, la refrigeración para el aire exterior que se

introduce, la ventilación, las cargas térmicas debidas a ventiladores, bombas, iluminación eléctrica, personas que manipulan productos, etc.

Las características de la cámara determinadas anteriormente son:

- Temperatura interior de la cámara: 6° C.
- Humedad relativa: 95%.
- Longitud: 6,15 m.
- Anchura: 2,55 m.
- Altura: 2,44 m.
- Volumen: 38,25 m³.

La estimación de la carga térmica total [Q], en MJ/día, que se debe contrarrestar con la instalación frigorífica, resulta de la suma de las siguientes cargas térmicas:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8$$

siendo:

Q_T= Necesidades térmicas totales.

Q₁=Cargas térmicas debidas a las pérdidas por transmisión por paredes, techo y suelo.

Q₂=Carga térmica debida a las necesidades por renovación de aire.

Q₃=Carga térmica debida a las pérdidas por refrigeración del producto y de su embalaje.

Q₄=Carga térmica debida a las necesidades de conservación del producto.

Q₅=Carga térmica debida al calor desprendido por los ventiladores.

Q₆=Carga térmica debida al personal.

Q₇=Carga térmica debido a la iluminación.

Q₈=Carga térmica debida a necesidades por causas diversas.

2.21.1. Carga térmica debida a las pérdidas por transmisión por paredes, techo y suelo: Q₁.

El principal objetivo en la selección del aislante de una cámara frigorífica es el de conseguir que las pérdidas de calor se sitúen dentro de unos valores admisibles. Con un espesor óptimo se consigue un ahorro energético.

Se ha optado por cámaras modulares desmontables a base de paneles acoplables realizados con dos planchas de acero galvanizado lacado, unidas entre sí mediante aislamiento de poliuretano. El diseño de unión machihembrada entre los paneles que incorpora junta flexible de PVC, permite conseguir la máxima hermeticidad y acabado sanitario, exigido en la industria alimentaria. Cada cámara dispondrá de una puerta isoterma.

Para determinar este flujo de calor, se utilizará la ecuación:

$$Q_i = S_i q_i$$

Calculando el flujo de calor a través de cada uno de los cerramientos y posteriormente hallamos el total, tal y como se muestra en la tabla siguiente.

<i>CERRAMIENTO</i>	$S_i (m^2)$	$q_i (Kcal h^{-1} \cdot m^2 \cdot ^\circ C^{-1})$	$Q_i (Kcal h^{-1})$
Pared oeste	15	7,45	111,75
Pared norte	6,22	7,70	47,9
Paredes interiores	21,22	6,60	140,05
Techo	15,7	6,74	105,7

Tabla nº 11.- *Flujo de calor a través de paredes, techo y suelo.*

$$Q_{1Total} = 405,4 \text{ kcal /h}$$

El calor de infiltración será :

$$Q_1 = 9729,5 \text{ kcal /día}$$

2.21.2. Carga térmica debida a las necesidades por renovación de aire: Q_2 .

Cada vez que la cámara se abre, el aire exterior penetra en la zona de refrigeración. La temperatura y humedad relativa de este aire cálido deben ser integradas en las condiciones interiores, con el subsiguiente incremento de la carga. Es difícil determinar éste con cierto grado de exactitud por lo que se tiene que recurrir a datos empíricos registrados por los distintos manuales.

La cantidad de veces que se abre una cámara depende más de su volumen, que del número de puertas que tenga.

Las tablas de Renovaciones, indican el número de cambios de aire (renovaciones) en 24 h, para distintos volúmenes de cámaras, basados en experiencias prácticas.

Esta carga térmica se descompone en dos:

✓ **Carga térmica debida a las necesidades por renovaciones técnicas de aire: $Q_{2,1}$.**

Esta carga térmica determina la ganancia de calor en el espacio refrigerado, como resultado de los cambios de aire, necesarios para desplazar el CO_2 desprendido en la respiración de los frutos, aportando O_2 del exterior, y se calculará como:

$$Q_{2,1} = m_a \Delta h = (V \rho n) (h_{ae} - h_{ai})$$

siendo:

m_a : masa de aire

Δh = diferencia de entalpías ($Kcal Kg^{-1}$):

h_{ae} = entalpía del aire exterior ($T^a = 33,6^\circ C$, $HR = 45\%$): $20 Kcal Kg^{-1}$.

h_{ai} = entalpía del aire interior ($T^a = 6 C$, $HR = 95\%$): $5,50 Kcal Kg^{-1}$.

V = volumen de la cámara: $38,25 m^3$.

ρ : densidad media del aire entre las condiciones exteriores y las interiores: $1,23 kg m^{-3}$

n = número de renovaciones técnicas por día. El movimiento del aire es ligero, por lo que $n = 3$ renovación / día. (De acuerdo a recomendaciones de fabricantes)

Se obtiene:

$$Q_{2,1} = 2046,57 kcal / día$$

✓ **Carga térmica debida a las renovaciones equivalentes de aire: $Q_{2,2}$.**

Esta carga térmica considera el aire que entra en la cámara debido a la apertura de puertas. Se calculará como:

$$Q_{2,2} = m_a \Delta h = (V d \rho) (h_{ae} - h_{ai})$$

siendo:

d : número de renovaciones equivalentes de aire. Es función del volumen de la

Cámara, de acuerdo a la tabla 12:

Volumen (m ³)	Renovaciones por día (n/d)		Volumen (m ³)	Renovaciones por día (n/d)	
	Temp <0°C	Temp >0°C		Temp <0°C	Temp >0°C
2,5	52	70	100	6,8	9
3	47	63	150	5,4	7
4	40	53	200	4,6	6
5	35	47	250	4,1	5,3
7,5	28	38	300	3,7	4,8
10	24	32	400	3,1	4,1
15	19	26	500	2,8	3,6
20	16,5	22	600	2,5	3,2
25	14,5	19,5	800	2,1	2,8
30	13,0	17,5	1.000	1,9	2,4
40	11,5	15,0	1.500	1,5	1,95
50	10,0	13,0	2.000	1,3	1,65
60	9,0	12,0	2.500	1,1	1,45
80	7,7	10,0	3.000	1,05	1,05

Tabla 12: Renovaciones equivalentes de aire en función del volumen de la cámara para un volumen $V = 38,25 \text{ m}^3$, se considera: $d = 15$ renovaciones / día.

Se obtiene:

- $Q_{2,2} = 10232,8 \text{ kcal /día}$
- El valor total de esta carga térmica es:
- $Q_2 = Q_{2,1} + Q_{2,2} = 12279,40 \text{ kcal /día}$

2.21.3. Carga térmica debida a las pérdidas por refrigeración del producto y de su embalaje: Q_3 .

Se trata del calor que es necesario extraer al producto para reducir su temperatura de entrada hasta la de régimen de la cámara.

Esta carga térmica se descompone en dos:

✓ Carga térmica debida a la refrigeración del producto: $Q_{3,1}$.

Para su cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{3,1} = m c_p \Delta t$$

siendo:

m : masa diaria de producto a enfriar. La cámara de recepción se dimensiona para absorber la carga térmica correspondiente a las entradas de materia prima en un día punta.

Por tanto, $m = 9.000 \text{ Kg/día}$.

c_p : calor específico medio de la fruta: $0,92 \text{ kcal kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Δt : diferencia entre la temperatura de entrada a la cámara ($18,5 \text{ }^\circ\text{C}$) y la temperatura de salida, que coincide con la temperatura de conservación ($6 \text{ }^\circ\text{C}$), siendo

$$\Delta t = 12,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Se obtiene:

$$Q_{3,1} = 103500 \text{ Kcal /día}$$

✓ Carga térmica debida a la refrigeración del envase: $Q_{3,2}$.

Para su cálculo, según indicaciones empíricas y recomendaciones de los diversos fabricante, se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{3,2} = 0,15 m c_e \Delta t$$

siendo:

c_e :calor específico del envase, su valor es constante: $0,7 \text{ Kcal Kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Se obtiene:

$$Q_{3,2} = 11812,5 \text{ Kcal/día}$$

El valor total de esta carga térmica es:

$$Q_3 = Q_{3,1} + Q_{3,2} = 115312,5 \text{ Kcal/día}$$

2.21.4. Carga térmica debida a las necesidades de conservación del producto: Q_4 .

Durante la conservación, algunos productos continúan desprendiendo cierta cantidad de calor que deberá extraerse para garantizar la temperatura idónea de la cámara, función del producto a conservar. En nuestro caso esta cantidad de calor se produce como consecuencia de la respiración de la fruta.

El calor de respiración de la fruta, desprendidos a 6°C , en $\text{Kcal Kg}^{-1}\text{día}^{-1}$, es:

- Plátano: $30 \text{ ml de CO}_2/\text{kg h}$.

C_r : calor por la respiración, se multiplica por el factor $122/1000$ para convertir la cantidad anterior en kcal/ kg día .

Calculándose la carga térmica de respiración para la cantidad máxima almacenada, que es de 9000 kg/día , y teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$Q_4 = m c_r 122 / 1000$$

se obtiene como resultado:

$$Q_4 = 32940 \text{ Kcal/día}$$

2.21.5. Carga térmica debida al calor desprendido por los ventiladores: Q_5 .

Este cálculo pretende obtener el equivalente calorífico del trabajo realizado por los motores instalados en el evaporador.

El cálculo preciso de este apartado necesita la determinación previa de las características de los ventiladores instalados.

Debido a que tanto la potencia de los motores como el número de horas de funcionamiento de los mismos no son conocidos a priori, en la práctica y de forma bastante aproximada se toma como equivalente calorífico del trabajo de los ventiladores un valor entre el 5% y el 8% de $Q_1 + Q_2 + Q_3$ (según indicaciones de fabricantes).

Siendo n un valor comprendido entre 0.05 y 0.08

Por tanto:

$$Q_5 = n (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

$$Q_5 = 0,05 (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

Obteniéndose:

$$Q_5 = 6866,07 \text{ Kcal/día}$$

2.21.6. Carga térmica debida al personal y la iluminación: Q_6 + Q_7 .

De acuerdo a indicaciones empíricas y dado que estos datos son variables y no se conocen a priori, se calcula de la siguiente forma:

$$Q_6 + Q_7 = 0,03 (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

Obteniéndose:

$$Q_6 + Q_7 = 4119,64 \text{ Kcal/día}$$

2.21.7. Carga térmica debida a las necesidades por causas diversas: Q_8 .

En este apartado se consideran pérdidas tales como:

- Las debidas a la convección y radiación de los aparatos y tuberías por donde circula el fluido frigorífico. Aunque las tuberías deben estar convenientemente aisladas, las pérdidas son inevitables.
- Carga térmica introducida en el recinto, vía desescarche de los evaporadores.
- Carga térmica debida a la condensación procedente del exterior o del mismo producto.
- Carga térmica debida a los motores de los ventiladores para renovación de aire.

Todas estas pérdidas se calculan mediante la siguiente expresión:

$$Q_8 = \alpha (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

Siendo α un valor comprendido entre 0.1 y 0.15

Obteniéndose:

$$Q_8 = 13732,14 \text{ Kcal/ día}$$

2.21.8. Carga térmica total a evacuar: Q_T .

Las necesidades totales de la cámara resultarán de la suma de los factores estudiados en los apartados anteriores. Para conocer la potencia frigorífica de la maquinaria necesaria, es conveniente incrementar la cantidad resultante en un determinado tanto por ciento como margen de seguridad o suponer un número elevado de horas de funcionamiento.

De este modo la potencia frigorífica del equipo, suponiendo que está un total de “t” horas al día, se obtiene sumando todas las pérdidas que se han expuesto anteriormente, siendo su valor:

$$Q_T = 194979,25 \text{ Kcal/día} = 226,7 \text{ kw/día}$$

Por lo que suponiendo un funcionamiento diario de 19 horas, la potencia nominal frigorífica necesaria por hora sería de:

$$Q_T = 10262 \text{ Kcal/hora}$$

$$Q_T = 11,33 \text{ kw/h}$$

2.22.ELECCIÓN DE LA MAQUINARIA FRIGORÍFICA.

2.22.1. Consideraciones generales.

La instalación frigorífica a proyectar consta de un sistema de producción de frío mediante un sistema de compresión mecánica de simple efecto. Básicamente está formado por:

- Evaporador.

Es el elemento en contacto con el recinto a refrigerar. En él tienen lugar fenómenos de ebullición y de transformación del vapor húmedo en vapor saturado seco. La función de éste es la vaporización del fluido refrigerante aportando el calor necesario para ello el medio a refrigerar.

- Compresor.

En él tiene lugar la compresión del gas.

- Condensador.

En él tiene lugar la condensación del fluido refrigerante y el enfriamiento de éste.

- Válvula de expansión.

En ella se da el fenómeno de laminación.

2.22.2. Fluido frigorígeno.

Se propone un ciclo frigorífico de compresión simple con un recalentamiento en el evaporador y subenfriamiento del líquido condensado en el propio condensador. Las características del mismo son:

- Temperatura cámara 6 °C
- Necesidades frigoríficas 10262 frigorías/hora
- Fluido frigorígeno R- 404A
- Temperatura evaporación (te) -5°C
- Temperatura condensación (tc) 45°C

2.22.3. Elección del compresor.

El compresor es el elemento activo del circuito de refrigeración. Cumple dos funciones: reducir la presión en el evaporador hasta que el líquido refrigerante evapora a la

temperatura fijada, y mantiene esta presión retirando los vapores y elevando la temperatura del medio condensado.

Por lo tanto, el trabajo del compresor consiste en aspirar los vapores del fluido refrigerante, comprimirlos y descargarlos en el condensador.

Los tipos de compresores más utilizados e refrigeración son:

- Alternativos.
- De tornillo o helicoidales.
- Rotativos.
- Centrífugos.

Los tres primeros son de desplazamiento positivo, es decir, en ellos el fluido refrigerante es sometido a una verdadera compresión mecánica a través de elementos que realizan una compresión realizando una reducción volumétrica.

Todos los compresores de este tipo, para aumentar la presión del gas, admiten una determinada cantidad de éste en un volumen determinado y a continuación reducen el volumen de la cámara.

La disminución del volumen de gas, hace que la presión de éste aumente. Los compresores centrífugos son de desplazamiento cinético, ya que realizan la compresión mediante la fuerza centrífuga que se ejerce sobre el fluido refrigerante por la rotación de un rodillo que gira a gran velocidad.

Los compresores más utilizados en el campo de la refrigeración son los alternativos y los de tornillo. Los demás tipos de compresores quedan fuera de nuestras opciones para este proyecto, debido a su escasa aplicación.

La casa alemana Bitzer, es una de las más importantes fabricantes de compresores a nivel internacional.

La selección es un compresor de pistones semi-hermético (MOD 22EES-4Y-40S), que funciona en una sola etapa de compresión, y que puede instalarse un economizador de forma opcional, para aumentar así su rendimiento.

El mismo fabricante pone a nuestra disposición un programa informático (Bitzer software versión 5.2) para así facilitar la selección del compresor.

En el menú de selección introduciremos los datos referentes al ciclo que usaremos, es decir: fluido frigorífico de trabajo, potencia frigorífica o temperatura de diseño de trabajo.

Una vez rellenado todos los campos, presionamos sobre el icono “calcular” y el programa nos mostrará en pantalla las características técnicas de los compresores que más se ajustan a nuestras necesidades.

Compresores de Pistones Semi-herméticos

Modo: Refrigeración y Aire aco

Refrigerante: R404A

Temperatura de referencia: Temp. en el punto de roc

Serie: Estándar

Tipo de compresor: Compresor tandem

Versión del motor: todo

Selección del compresor:

Potencia frigorífica: 13 kW

Modelo de compresor

Incluir modelos anteriores

Punto de funcionamiento:

Temp. de evaporación: -5 °C

Temp. de condensación: 45 °C

Condiciones de funcionamiento:

Alimentación eléctrica:

Frecuencia de la red: 50Hz

Tensión de alimentación: Standard (400V)

25/08/2015 13:22:49

22EES-4Y

45,0°C

44,7°C

-5,0°C

86,0°C

20,0°C

20,0°C

Resultado | Límites | Datos técnicos | Dimensiones | Información | Documentación

Compresor tandem más pequeño - compresor solo necesario.
*según EN12900 (temperatura de gas aspirado 20°C, sin subenfriamiento del líquido)

Compresor	22EES-4Y-40S
Escalones de capacidad	100%
Potencia frigorífica	13,88 kW
Potencia frigorífica *	13,88 kW
Potencia en el evap.	13,88 kW
Potencia absorbida	5,57 kW
Corriente (400V)	9,71 A
Gama de tensiones	380-420V
Capacidad del condensador	19,45 kW
COP/EER	2,49
COP/EER *	2,49
Caudal másico	421 kg/h
Modo de funcionamiento	Estándar
Temp. Gas de descarga no enfriado	86,0 °C

Datos técnicos

22EES-4Y ▼

Informaciones técnicas

Volumen desplazado (1450 rpm a 50 Hz)	22,7 m3/h
Volumen desplazado (1750 rpm a 60Hz)	27,4 m3/h
Nº de cilindros x diámetro x carrera	2+2 x 46 mm x 39,3 mm
Peso	143 kg
Presión máxima (BP/AP)	19 / 32 bar
Conexión línea aspiración	28 mm - 1 1/8"
Conexión línea descarga	2x16 mm - 5/8"
Tipo de aceite R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Standard) / R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Aceite para R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)

Informaciones motor

Versión del motor	2
Tensión del motor (otro bajo demanda)	380-420V -50Hz
Intensidad máxima en funcionamiento	2x6.0 A
Intensidad en arranque (rotor bloqueado)	2x26.0 A
Potencia máx. absorbida	2 x 3,3 kW

Estándar de entrega

Protección motor	SE-B1
Clase de protección	IP65
Antivibradores	Standard
Carga de aceite	3,50 dm ³

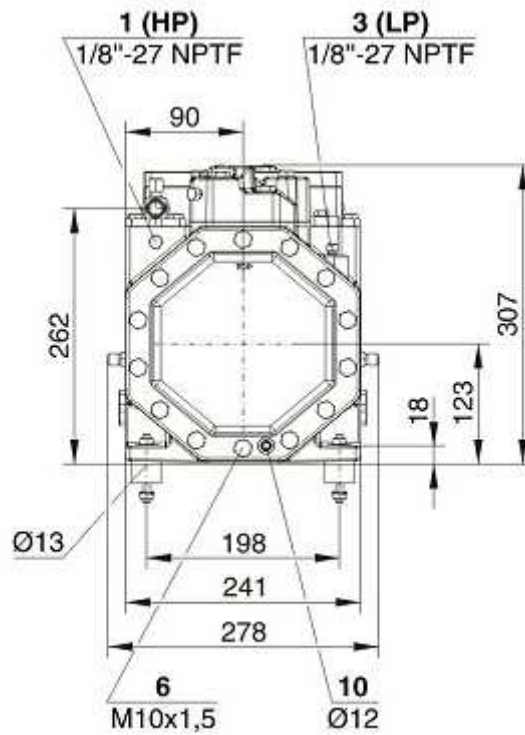
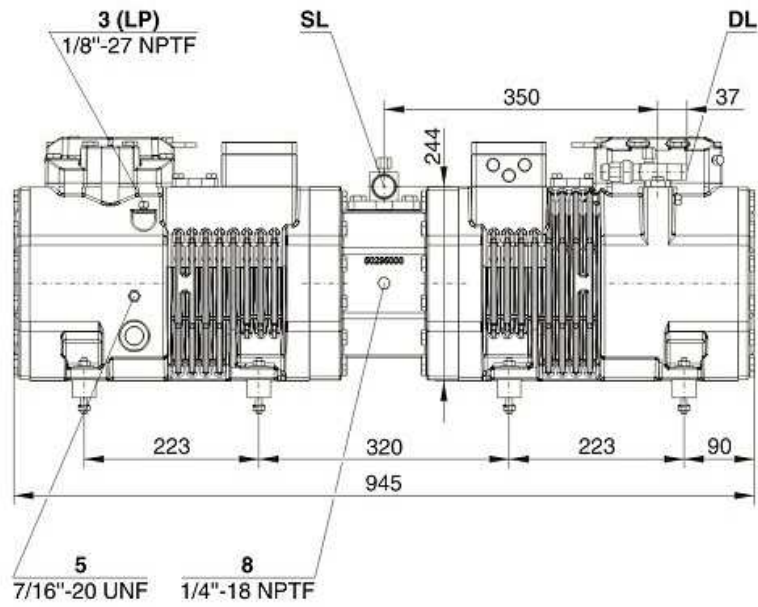
Opciones disponibles

Regulación de capacidad	100-50% (Option)
Regulación de capacidad - en continuo	100-10% (Option)
Ventilador adicional	Option
Calefactor de Cárter	2 x 0..120 W PTC (Option)

Nivel sonoro medido

Potencia sonora (-10°C / 45°C)	69dB(A) @ 50Hz
Potencia sonora (-35°C / 40°C)	71dB(A) @ 50Hz
Presión sonora @ 1m (-10°C / 45°C)	61dB(A) @ 50Hz
Presión sonora @ 1m (-35°C / 40°C)	63dB(A) @ 50Hz

Dimensiones y conexiones



2.22.4. Elección del condensador.

✓ Descripción del condensador.

La misión del condensador es la de licuar los vapores de refrigerante, a alta presión, procedentes del compresor. Esto se realizará poniendo en contacto el vapor con agua fría.

La cesión de calor se realiza en tres fases:

- a) Primera fase de transferencia de calor sensible: Enfriamiento de los vapores desde la temperatura del vapor sobrecalentado hasta la temperatura de condensación. Esta fase es muy rápida debido a la gran diferencia de temperatura que existe y se efectúa generalmente en la primera cuarta parte del condensador.
- b) Fase de transferencia de calor latente: Esta cesión de calor se produce a temperatura constante, es muy lenta y necesita de las dos cuartas partes siguientes del condensador. Para que este intercambio de calor se realice es necesario un salto de temperaturas importantes, entre el fluido y el medio de condensación.
- c) Segunda fase de transferencia de calor sensible: Enfriamiento del líquido desde su temperatura de condensación hasta la temperatura deseada. Este enfriamiento se realiza en la última cuarta parte del condensador.

Los diferentes tipos de condensadores más comunes, se clasifican según su forma de disipar el calor y del medio utilizado.

- Condensadores refrigerados por aire.
- Condensadores refrigerados por agua.

En nuestro caso seleccionaremos un condensador refrigerado por aire.

Los condensadores refrigerados por aire suelen trabajar normalmente en condiciones de convección forzada, en aplicaciones en concreto como puede ser en muebles frigoríficos, la condensación la realizan mediante convección natural. Según su forma, pueden ser de tubos lisos, de tubos con aletas o de placas.

El tipo de condensador más habitual es el de tubo con aletas. Las aletas tienen una separación ya estudiada, para así facilitar el paso del aire y a su vez reducir la posibilidad de acumular suciedad en el condensador. Normalmente la velocidad del aire que pasa entre las aletas, suele estar entre 2'5 y 5 m/s. Sin embargo, dado que el consumo de potencia de los

ventiladores es relación directa de la velocidad, se considera una correcta velocidad del aire de 3 m/s.

La diferencia entre la temperatura de condensación y del medio condensador (aire) debe de oscilar entre los 12 y 16 °C. La temperatura del medio condensador es la del aire en las condiciones de máxima temperatura. En climas muy cálidos, las elevadas temperaturas de condensación pueden repercutir en un bajo rendimiento del sistema.

El sistema utilizado para la condensación del fluido refrigerante es con aire como medio de extracción, por las ventajas que presenta respecto el otro sistema.

La casa alemana Güntner es una de las principales fabricantes de intercambiadores para aplicaciones en la refrigeración. Güntner pone al alcance de sus clientes una aplicación informática (GPC 2015) que será utilizada para la selección del condensador de nuestra instalación. Sólo será necesario introducir los datos correspondientes del condensador en el menú de selección, como: temperaturas de trabajo o potencia frigorífica, pulsar sobre “ok” y obtenemos un listado de condensadores.

En función de la potencia, el precio u otros factores, elegiremos el que más nos convenga.

✓ **Temperaturas de trabajo.**

Para el cálculo del condensador en la siguiente tabla se muestran los datos utilizados para la selección del condensador, que han sido introducidos al software de Güntner.

Tipo de condensador	Refrigerado por aire
Fluido Frigorífico	R-404 a
Potencia de condensación	20 kw
Temp de condensación	45 °C
Temperatura del aire	33,6 °C
Humedad relativa del aire de entrada	45%

Tabla 13: Datos de diseño del condensador.


La potencia de condensación viene dada en la tabla de selección del compresor.

Las condiciones de entrada del aire corresponden a las condiciones exteriores de diseño, ya que el condensador estará situado en el exterior.

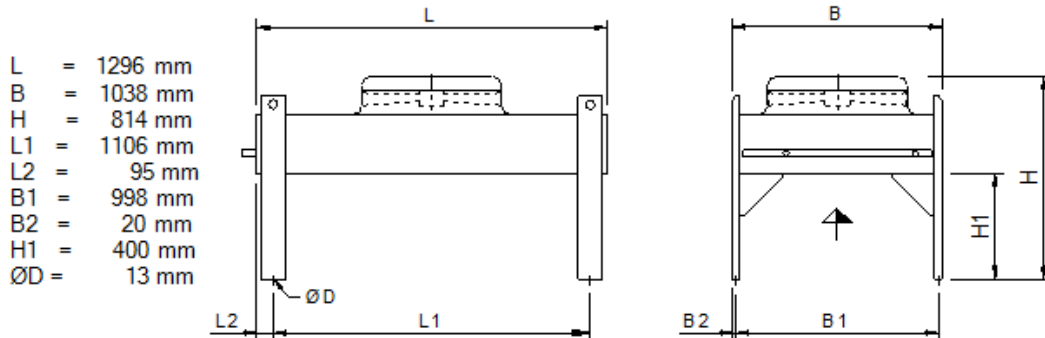
El sistema utilizado para la condensación del refrigerante, es una condensación por aire. Este método presenta las siguientes ventajas respecto los refrigerados por agua:

- El consumo de agua es nulo. Muy importante, ya que el agua es un bien escaso, y tiene un coste elevado.
- La eficiencia del condensador es independiente del grado de humedad del aire.
- Necesita muy poco mantenimiento, debido a su rápida y fácil limpieza.

Resumen de características técnicas del condensador:

 Condensador		GVHX 045.2A/1-NW.E	
Capacidad:	20.0 kW	Refrigerante:	R404A⁽¹⁾
Caudal de aire:	5953 m³/h	Temp. del gas caliente:	75.0 °C
Entrada del aire:	33.6 °C	Inicio de condensación:	45.0 °C
Presión atmosf.:	1013 mbar	Salida de condensación:	43.4 °C
Ventiladores:	1 Unidad(es) 1~230V 50Hz	Caudal de gas caliente:	4.40 m³/h
Datos por motor (datos nominales):		Nivel de presión sonora:	47 dB(A) ⁽²⁾
Revoluciones:	1360 min-1	a una distancia de:	10.0 m
Capacidad (mec./el.):	0.30 kW/0.47 kW	Nivel de potencia acústica:	78 dB(A)
Corriente:	2.20 A ⁽⁴⁾	ErP:	Compliant ⁽³⁾
Potencia total absorbida:	0.48 kW	Clase de eficiencia energética:	C (2014)
Caja:	Acero galvanizado, RAL 7035	Heat exchanger material:	Aluminio ⁽⁵⁾
Superf. de intercambio:	46.6 m²	Aletas:	-- ⁽⁵⁾
Volumen de tubos:	5.0 l	Conexiones por cada aparato:	Cobre ⁽⁵⁾
Paso de aleta:	--	Entrada:	35.0 * 1.50 mm
Número de pasos:	4	Conexión de salida:	35.0 * 1.50 mm
Peso vacío:	70 kg ⁽⁶⁾	Distribuciones:	--
Presión de servicio máxima:	32.0 bar	PED classification:	Categoría I, module A ⁽⁷⁾

Dimensiones:



Atención: ¡Dibujo y dimensiones pueden variar dependiendo de los accesorios incluidos!

Precio de lista, IVA excluido:	Unidad(es)	Precio unitario	Precio total
Precio unitario	1	1175.00 EUR	1175.00 EUR

Important remarks / explanatory notes:

- (1) Grupo de fluidos 2 según Directiva 97/23/EG relativa a los equipos a presión, y la Directiva 67/548/EWG
- (2) Según Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante, de acuerdo con la norma EN 13487, la tolerancia Eurovent = 2 dB (A) se aplica sólo a ventiladores AC con control sinusoidal o ventiladores EC; el ruido causado por otros métodos de control o sistema de aspersión con agua no se tiene en cuenta.

2.22.5. Elección del Evaporador.

Un evaporador es un intercambiador de calor que tiene la capacidad necesaria para conseguir la temperatura deseada en el recinto a enfriar.

La misión principal del evaporador es asegurar la transmisión de calor desde el medio que se enfría hasta el fluido frigorígeno. El refrigerante líquido, para evaporarse, necesita absorber calor y, por lo tanto, produce frío.

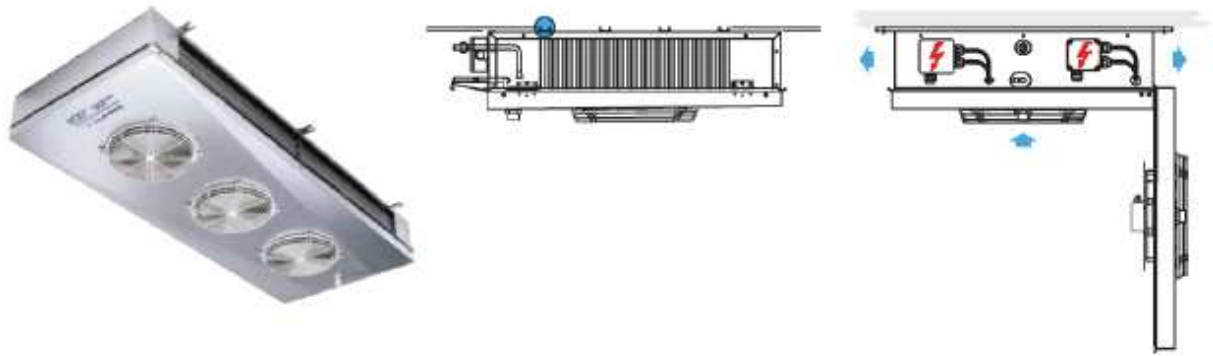
Son varios los tipos de evaporadores existentes en el mercado, motivo por el cual, haré una pequeña tabla resumen de los tipos de evaporadores existentes en el mercado.

Clasificación	Tipo
Según el método de alimentación del líquido	Inundado Semi-inundado Dry-ex o seco
Según su construcción	De tubos lisos De placas De tubos de aletas
Según la circulación de aire	Convección natural Convección Forzada
Según el sistema de desescarche	Por aire Por agua Por resistencias eléctricas Por gas caliente

Tabla 14: Datos de diseño del evaporador.

✓ Elección de los evaporadores.

Se instalará en cada cámara de maduración un evaporador con el fin de obtener un ambiente más homogéneo en cuanto a temperaturas. Irán colocado en la parte central de la cámara.



Características:

- Tipo de construcción: *evaporador de techo (doble boca)36 EH 3*
- Los tubos serán estriado y de cobre y las aletas de aluminio y con una separación de 7mm.
- Método de alimentación: *expansión seca*.
- Se proyecta disponer una válvula de expansión electrónica.
- Procedimiento de circulación de aire: *convección forzada* por medio de ventiladores.
- El coeficiente de transferencia de calor es de $24 \text{ Kcal m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ }^\circ \text{C}^{-1}$.
- Capacidad frigorífica: 13.380 w
- Volumen de aire: $8.700 \text{ m}^3/\text{h}$
- Doble impulsión lateral
- Separación de aletas: 7 mm.
- Superficie de intercambio: $81,3 \text{ m}^2$.
- Caudal de aire: $8.700 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$.
- Proyección de aire: 37 m.
- Número de ventiladores: 3.
- Diámetro de la hélice de los ventiladores: 315 mm.

- Potencia de los ventiladores: 330 w por unidad, resultando una potencia total de 960 w.
- Tipo de corriente: 220 / 380 V-3, 50 Hz.
- Potencia de las resistencias laterales y bandeja: 4,5 kw

✓ **Desescarche.**

En la cámara proyectada se dispondrá un sistema de desescarche, realizado mediante resistencias eléctricas, calentándose eléctricamente también, la bandeja del evaporador y el tubo de drenaje, para evitar una nueva congelación del hielo una vez fundido.

2.22.6. Cálculo de las líneas de refrigerante.

✓ **Criterios de cálculo.**

Las tuberías que componen el circuito frigorífico serán de cobre, por tratarse de un material compatible con la utilización de fluido y que presenta ventajas derivadas de su facilidad de montaje.


Se emplearán tuberías de cobre normalizadas, expresando el diámetro nominal en pulgadas.

El dimensionamiento de las tuberías de refrigerante se realizará bajo el criterio de no superar unas determinadas pérdidas de carga, de forma que limiten la disminución de potencia frigorífica y se mantenga un correcto funcionamiento de la instalación.

- Tubería de aspiración: $\Delta p < 0,14$ bar.
- Tubería de descarga: $\Delta p < 0,14$ bar.
- Tubería de líquido: $\Delta p < 0,35$ bar.

Para el dimensionamiento de las tuberías se emplearán un programa informático que permite determinar los diámetros de los tubos de cobre en función de las potencias frigoríficas y las pérdidas de carga admisibles, teniendo en cuenta además, las temperaturas de evaporación y condensación del sistema, por estandarización del programa de cálculo se selecciona una potencia de 15 kw, ya que no hay para 13 kw.

El resultado es el siguiente:



SELECCIÓN DIÁMETROS TUBERÍAS FRIGORÍFICAS

Refrigerante: R404A Alta/Media (-10/+45) - Potencia: 15(kW)

→ **HORIZONTAL**


Pot: 15 (kW)	∅ Mínimo	∅ Aconsejado	∅ Máximo
Línea de Descarga	3/4"	7/8"	1-1/8"
Línea del Líquido	5/8"	3/4"	7/8"
Línea del Aspiración	1-3/8"	1-5/8"	2-1/8"

↑ **VERTICAL**

∅ Mínimo	∅ Aconsejado	∅ Máximo	Pot: 15 (kW)
5/8"	7/8"	1-1/8"	Línea de Descarga
5/8"	3/4"	7/8"	Línea del Líquido
1-1/8"	1-3/8"	1-5/8"	Línea del Aspiración

Tipo de Refrigerante: R404A Alta / Media (-10 / +45) ▼

Potencia (kW.) ▼



2.22.7. Elementos accesorios y de regulación.

La instalación frigorífica además de los aparatos anteriormente calculados, estará dotada de una serie de elementos accesorios y de regulación, cuya función será asegurar un correcto funcionamiento de la instalación. A continuación se establece una relación de los mismos:

✓ **Recipiente de líquido.**

Se situará debajo del condensador y su misión será recibir el fluido refrigerante condensado que llegará por gravedad, almacenarlo y alimentar continuamente a los evaporadores. A su vez, permitirá amortiguar las fluctuaciones de ajuste en la carga del refrigerante y mantendrá el condensador purgado de líquido.

Estará provisto de válvulas de paso manuales en las conexiones de entrada y salida, así como de un visor de nivel de líquido.

Su capacidad ha de ser tal que pueda acumularse la carga total de líquido refrigerante de la instalación cuando ésta se detenga.

✓ **Depósito de aceite.**

Irà instalado junto al compresor, de forma que abastezca a éste del aceite necesario para la compresión. A éste llegará el aceite que haya podido ser arrastrado por el gas comprimido y que haya sido separado posteriormente.

✓ **Separador de aceite.**

Se instalará en la tubería de descarga del compresor, para evitar en lo posible el arrastre de aceite por parte de los gases comprimidos, puesto que la presencia de éste en el líquido refrigerante disminuye la capacidad del evaporador y el condensador.

✓ **Regulador del nivel de aceite.**

Se instalará junto al compresor, de forma que se mantenga constante el nivel de aceite del cárter, alimentándose del depósito general de aceite, para una correcta lubricación del compresor.

✓ **Deshidratador.**

Se instalará con el fin de retener la humedad que pueda aparecer en el circuito frigorífico, lo cual perjudicaría el funcionamiento de la válvula de expansión y podría provocar la descomposición del aceite lubricante.

El deshidratador será de adsorción o físico, formado por un cartucho con relleno de gel de sílice. Su montaje se hará de forma vertical en la tubería de líquido, con sentido de circulación de arriba hacia abajo.

✓ **Visores de líquido.**

El sistema irá dotado de dos visores de líquidos:

- El primero irá colocado a continuación del deshidratador, siendo su misión detectar el nivel de humedad del fluido refrigerante. Para ello el visor estará dotado de un indicador que cambie de color cuando el contenido de humedad supere el valor crítico.

Este visor permite además determinar visualmente el nivel de líquido refrigerante del sistema y si se produce una pérdida de carga excesiva con formación de burbujas en la tubería de líquido.

- El segundo visor irá colocado en la tubería de retorno de aceite al compresor, para verificar el funcionamiento automático del separador de aceite.

2.22.8. Elementos de regulación.

✓ **Válvulas de expansión electrónica.**

Constituyen un sistema de expansión electrónica para el control de los evaporadores, que agrupa las funciones de la válvula de expansión, válvula solenoide y termostato de ambiente. Están formados por un regulador electrónico, una válvula de expansión accionada eléctricamente y tres sensores.

Su misión consiste en controlar el suministro de líquido a los evaporadores, que trabajarán en régimen de expansión seca. La inyección de refrigerante se regulará por medio de las señales procedentes de dos sensores que registran la diferencia de temperatura a la entrada y salida del evaporador, manteniendo constante el recalentamiento, independientemente de las condiciones de funcionamiento en cada momento. El tercer sensor actuará como termostato proporcionando una función de control del compresor durante el desescarche.

Se colocarán dos válvulas de expansión electrostática, cada una de ellas a la entrada de cada evaporador.

✓ **Reguladores de presión de evaporación.**

Se situarán en la tubería de aspiración, a la salida de los evaporadores. Su misión es mantener la presión de evaporación por encima de un valor prefijado, independientemente de la menor presión en la línea de aspiración; así se evita el descenso de la temperatura de evaporación por debajo de un valor mínimo.

✓ **Regulador de presión de aspiración.**

Se situará a la entrada del compresor para proteger los motores contra sobrecargas en el momento de arranque, y en general ante fluctuaciones en la presión de aspiración.

Se conseguirá limitar la presión de aspiración a un máximo determinado, aunque aumente la carga del sistema y, por tanto la presión en los evaporadores.

✓ **Presostato combinado de alta y baja presión.**

Se colocará un único presostato con dos funciones:

- Presostato de baja: Se conectará a la tubería de aspiración. Su misión es asegurar la marcha automática de la instalación, en función de la presión de evaporación y además detiene el compresor en el caso de que la presión de aspiración está por debajo de un cierto límite.
- Presostato de alta: Se conectará a la tubería de descarga. La misión de éste es desconectar el compresor en caso de un aumento anormal de la presión de descarga.

En ambos casos, vuelve a ponerse en marcha el compresor cuando se han restablecido las condiciones las condiciones normales de funcionamiento.

✓ **Presostato de aceite.**

Irà instalado junto al compresor y su misión será la de proteger a éste en caso de una reducción de la presión de aceite debido a una lubricación defectuosa.

✓ **Válvula de agua presostática.**

Irá colocada en la tubería que conecta la torre de enfriamiento con el condensador. La misión de ésta será asegurar una alimentación automática de agua a este último en función de la presión de condensación, ajustando el caudal de agua a la carga calorífica del sistema.

✓ **Equipos de medida.**

Se dispondrán manómetros de alta y baja presión conectados a las válvulas de cierre del compresor. También se colocarán un termómetro y un higrómetro para el control de la temperatura y humedad del recinto refrigerado.

2.23.DISEÑO DE LA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN.

2.23.1. Aislamiento térmico.

✓ **Consideraciones generales.**

La cámara se ubicará anexa a las cámaras de maduración y se construirá de tal manera que si se necesitará en un futuro, se podría compartimentar en 4 cámaras más de maduración.

Los cálculos están realizados para esta carga máxima de fruta, no obstante, la propiedad ha decidido reutilizar la maquinaria que se va quitar de las actuales 4 cámaras de maduración, por lo que la potencia frigorífica suministrada por las mismas, es inferior a la requerida en el siguiente cálculo, tal y como resultaría de colocar maquinaria nueva de acuerdo a la demanda que se calcula.

Las bases para el cálculo de los espesores de aislamiento estarán en relación con la misión que han de cumplir. A tal efecto, se indican las razones más normales de su uso:

- Mantener una temperatura superficial de aislamiento desde el punto de vista de protección personal, confort, etc.
- Ajustarse a unas pérdidas de calor por unidad de longitud o superficie (mantener un fluido a una temperatura dada, economizar energía)
- Obtener el espesor económico óptimo.
- Evitar una diferencia de dilatación sensible, entre una superficie aislada y las estructuras adyacentes.
- Evitar condensación sobre superficies.
- Cumplir la legislación vigente.

2.23.2. Materiales aislantes.

✓ Paredes y techo.

Como aislante, se propone el sistema modular de panel sandwich con núcleo de espuma de poliuretano (PUR). Se trata de un compuesto sintético de estructura celular, obtenido por una reacción de condensación entre un poliisocianato y un material que contenga hidroxilo, tal como un poliol o aceite secante. El aire aprisionado en su interior permite ser moldeado en bloques o formas, dando lugar a un material alveolar de célula cerrado de muy baja densidad, pero de gran poder aislante.

Este aislante ha sido elegido dado que tiene millones de pequeñas celdillas llenas de aire, que en reposo le confieren las siguientes características:

- Excelente aislante térmico.
- Elevada resistencia a la difusión del vapor de agua.
- Buenas prestaciones mecánicas: alta resistencia a la compresión, alta estabilidad dimensional, fácil manipulación y simplicidad de montaje.
- Bajo coeficiente de conductividad térmica.
- Carácter inodoro y no tóxico.
- Capacidad calorífica.
- Resistencia a la deformación por la temperatura.
- Precio económico.

Las características del PUR son:

- Densidad: 32 kg m^{-3} .
- Coeficiente de conductividad térmica: $0,030 \text{ kcal m}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
- Resistividad al vapor de agua: $0,07 \text{ mm Hg m}^2 \text{ día g}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.
- Resistencia a la compresión: $1,5\text{-}2,5 \text{ kg cm}^{-2}$.

Las caras de los paneles son de chapa de acero con acabado en galvanizado y lacado con pinturas especiales de tipo plástico en las caras que dan al exterior. Los sistemas de juntas transversales o longitudinales aseguran la estanqueidad en cubiertas o parámetros verticales. No existen varillas ni pernos pasantes que producen perforaciones en las chapas. Se consigue igualmente, una robustez máxima. La chapa de la cara exterior está preparada con un

perfilado de 50 mm entre ejes, lo que permite obtener paneles con un ancho útil de 1,2 m. Posee junto a la chapa de la cara interior unos refuerzos que sirven de apoyo a unos ganchos especiales con los que se fija a la estructura del edificio mediante un sistema que elimina cualquier puente térmico.

Se dispondrá sobre la cámara un falso techo constituido por una estructura metálica ligera, sobre la que se colocarán paneles de PUR.

✓ Suelo.

Una función muy importante del suelo del almacén frigorífico debe ser su capacidad para soportar cargas pesadas, por lo que se construirá de forma tradicional, y no mediante estructura de panel de sándwich. Se utilizará como material aislante PUR, debido a sus ventajas con respecto a otros materiales en este tipo de aplicación:

- Poco espesor necesario.
- Elevada resistencia a compresión
- Facilidad de aplicación.

Las capas que se dispondrán se recogen en la tabla nº 1.

<i>MATERIAL</i>	<i>ESPESOR</i> (<i>m</i>)	$\lambda(kcal\ h^{-1}m^{-1}^{\circ}C^{-1})$
1-Losa de reparto	0,12	0,8
2-Hormigón	0,15	1,4
3-Aislante		0,03
4-Hormigón	0,12	0,6

Tabla nº 15.- Capas del suelo en cámara de refrigeración.

2.23.3. Criterios de cálculo.

Para el cálculo de los espesores de los aislantes utilizados en refrigeración, se limita el flujo máximo de calor a un valor de $8\ Kcal\ h^{-1}\ m^{-2}$ valor empírico recomendado por los fabricantes.

$$q = U_G \Delta t = 8\ kcal/m^2\ h \quad [1]$$

siendo:

t: Salto térmico entre ambos lados de la superficie (°C).

U_G : Coeficiente global de transferencia de calor ($\text{kcal h}^{-1} \text{m}^{-2} \text{°C}^{-1}$). Viene determinado por:

$$1/U_G = 1/\alpha_e + \sum_{i=1}^n \delta_i / \lambda_i + 1/\alpha_i \quad [2]$$

siendo:

α_e = Coeficiente de convección aire-superficie exterior ($\text{kcal h}^{-1} \text{m}^{-2} \text{°C}^{-1}$).

α_i :Coeficiente de convección aire-superficie interior($\text{kcal h}^{-1} \text{m}^{-2} \text{°C}^{-1}$)

δ_i : Espesor de cada una de las capas del cerramiento (m).

λ_i : Conductividad de cada material del cerramiento ($\text{kcal h}^{-1} \text{m}^{-1} \text{°C}^{-1}$).

Los coeficientes de convección dependen de la velocidad del aire y del sentido de flujo térmico. Los valores asignados según recomendaciones son:

$\alpha_e =$

- 25 $\text{Kcal h}^{-1} \text{m}^{-2} \text{°C}^{-1}$. Para superficies en contacto con el aire exterior.
- 7 $\text{Kcal h}^{-1} \text{m}^{-2} \text{°C}^{-1}$. Para superficies interiores con poca ventilación.

$\alpha_i = 9 \text{ Kcal h}^{-1} \text{m}^{-2} \text{°C}^{-1}$

Para superficies interiores con mucha ventilación, ej: cámaras con ventilación forzada.

El salto térmico a considerar en cualquier superficie es:

$$\Delta t = t_{ec} - t_i$$

siendo:

t_{ec} : Temperatura exterior de cálculo(° C).

t_i : Temperatura interior (° C).

Se toma la temperatura de régimen del recinto enfriado, para lo cual tenemos en cuenta las condiciones óptimas de almacenamiento de cada una de las frutas a almacenar, las cuáles se indican en la siguiente tabla:

FRUTA	TEMPERATURA(°C)	HUMEDAD RELATIVA	TIEMPO DE ALMACEN
Plátano	8-12	95%	1 semanas

Tabla n°16.- *Condiciones óptimas de almacenamiento del plátano en la industria a proyectar.*

Dado que se trata de una cooperativa con posibilidad de almacenar otras frutas y hortalizas, con objeto de no limitar la utilización de las cámaras sólo al almacenamiento de plátano, se proyecta la instalación de la cámara a 6° C y con una humedad relativa del 95%, siendo pues el valor de $t_i = 6^\circ \text{C}$.

La temperatura exterior depende de las paredes, según éstas den al interior de la nave o al exterior y según las orientaciones de éstas. Las temperaturas que se considerarán para el dimensionamiento del aislamiento y según experiencia empírica y recomendaciones de fabricantes son:

- Temperatura exterior: $t_{\text{ext}} = 0,4 t_{\text{med}} + 0,6 t_{\text{máx}} = 33,6^\circ \text{C}$

siendo:

- $t_{\text{máx}}$: Temperatura media de las máximas diarias del mes más cálido más desfavorable, correspondiéndole un valor en la zona de Las Galletas de 37° C.
- t_{med} : Temperatura media del mes más cálido, siendo para esta zona de 28,4 ° C.

De acuerdo a datos empíricos tomados en las actuales cámaras de la industria y para reflejar las condiciones reales, se llega a los siguientes coeficientes para el cálculo de la temperatura:

- Temperatura de la nave: $t_{\text{nave}} = 0,55 t_{\text{ext}} = 18,5^\circ \text{C}$.
- Temperatura de la pared norte: $t_{\text{pn}} = 0,6 t_{\text{ext}} = 20^\circ \text{C}$.
- Temperatura de la pared oeste: $t_{\text{pe}} = 0,8 t_{\text{ext}} = 27^\circ \text{C}$.
- Temperatura del suelo: $t_s = 16^\circ \text{C}$.
- Temperatura del techo: $t_t = 25^\circ \text{C}$ (teniendo en cuenta que el techo de la cámara está por debajo del techo de la edificación).

2.23.4. Cálculo de los espesores.

✓ Paredes y techo.

Una vez limitado el producto del coeficiente global por el salto térmico $q < 8 \text{ Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ y fijados todos los coeficientes de conductividad, podemos calcular los espesores, teniendo en cuenta las ecuaciones [1] y [2].

$$\delta = \lambda(\Delta t/8 - 1/\alpha_e - 1/\alpha_i) \quad [3]$$

En la siguiente tabla se recogen los valores de los coeficientes para cada una de las paredes y techo y espesor del aislante en cada caso:

PARED	$\Delta t (^{\circ} C)$	$\alpha_e (\text{Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ }^{\circ} C^{-1})$	$\alpha_i (\text{Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ }^{\circ} C^{-1})$	$\lambda_{\text{aislante}} (\text{Kcal h}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ }^{\circ} C^{-1})$	δ	AISLANTE COMERCIAL (mm)
Pared norte	14	25	9	0,030	47,96	50
Pared este	21	25	9	0,030	74,22	80
Paredes interiores	12	7	9	0,030	40,47	50
techo	19	25	9	0,030	67,2	80

Tabla n°17.- Cálculo de los espesores para cada una de las paredes y techo de la cámara de refrigeración.

2.23.5. Cálculo de los flujos térmicos reales.

Una vez determinados los espesores comerciales a instalar, se procede a calcular el flujo real de calor a través de cada uno de los elementos de cerramiento de la cámara frigorífica.

Aplicando la fórmula:

$$q = \Delta t / (1/\alpha_e + \sum_{i=1}^n \delta_i / \lambda_i + 1/\alpha_i)$$

Se obtienen los flujos térmicos recogidos en la siguiente tabla.

<i>PARED</i>	$q(Kcal\ h^{-1}\ m^{-2}\ ^{\circ}C^{-1})$
Pared norte	7,70
Pared oeste	7,45
Paredes interiores	6,60
Techo	6,74
Suelo	7,06

Tabla n°18.- Flujos térmicos reales a través de todas las superficies de la cámara de refrigeración.

2.23.6. Barrera de vapor.

Cuando la presión de saturación del aire que atraviesa la pared de la cámara es menor que la presión de vapor en el exterior, se produce una condensación indeseable en el aislante, que provoca un excesivo y prematuro deterioro del material. Esto puede evitarse colocando un sellante antivapor.

En las paredes y techo de la cámara no es necesaria la colocación de una barrera antivapor, dado que se dispondrá el aislante (PUR) en paneles sándwich con acero, que es impermeable al paso del vapor de agua, lo que impide la condensación.

Sin embargo, a través del suelo sí se colocará barrera antivapor, puesto que la transferencia de vapor es más desfavorable al efecto de condensación de vapor de agua en su interior, lo que provocaría incluso problemas de cimentación en el edificio. Así pues, se colocará doble barrera de vapor (polietileno) con ajuste del 100% a ambos lados del material aislante (PUR), por la posibilidad de inversión térmica en la cámara frigorífica.

2.24. BALANCE TÉRMICO DE LA CÁMARA FRIGORÍFICA.

Las características de la cámara determinadas anteriormente son:

- Temperatura interior de la cámara: 6° C.
- Humedad relativa: 95%.
- Longitud: 11,84 m.
- Anchura: 6,45 m.
- Altura: 2,44 m.

- Volumen: 186,34 m³.

2.24.1. Carga térmica debida a las pérdidas por transmisión por paredes, techo y suelo: Q_1 .

Para determinar este flujo de calor, se utilizará la ecuación:

$$Q_i = S_i q_i$$

Calculando el flujo de calor a través de cada uno de los cerramientos y posteriormente hallamos el total, tal y como se muestra en la tabla siguiente.

CERRAMIENTO	$S_i (m^2)$	$Q_i (Kcal h^{-1})$
Pared oeste	15,74	117,26
Pared norte	28,9	222,53
Paredes interiores	44,62	294,49
Techo	76,36	514,73

Total = 1149,02 kcal /h

Tabla n° 19.- *Flujo de calor a través de paredes, techo y suelo de la cámara de refrigeración.*

El calor de infiltración será :

$$Q_1 = 27576,45 \text{ kcal /día}$$

2.24.2. Carga térmica debida a las necesidades por renovación de aire: Q_2 .

Cada vez que la cámara se abre, el aire exterior penetra en la zona de refrigeración. La temperatura y humedad relativa de este aire cálido deben ser integradas en las condiciones interiores, con el subsiguiente incremento de la carga. Es difícil determinar éste con cierto grado de exactitud por lo que se tiene que recurrir a datos empíricos registrados por los distintos manuales.

La cantidad de veces que se abre una cámara depende más de su volumen, que del número de puertas que tenga.

Las tablas de Renovaciones, indican el número de cambios de aire (renovaciones) en 24 h, para distintos volúmenes de cámaras, basados en experiencias prácticas.

Esta carga térmica se descompone en dos:

✓ **Carga térmica debida a las necesidades por renovaciones técnicas de aire: $Q_{2,1}$.**

Esta carga térmica determina la ganancia de calor en el espacio refrigerado, como resultado de los cambios de aire, necesarios para desplazar el CO_2 desprendido en la respiración de los frutos, aportando O_2 del exterior, y se calculará como:

$$Q_{2,1} = m_a \Delta h = (V \rho n) (h_{ae} - h_{ai})$$

siendo:

m_a : masa de aire

Δh = diferencia de entalpías ($Kcal Kg^{-1}$):

h_{ae} = entalpía del aire exterior : $20 Kcal Kg^{-1}$.

h_{ai} = entalpía del aire interior : $5,50 Kcal Kg^{-1}$.

V = volumen de la cámara: $186,34 m^3$.

ρ : densidad media del aire entre las condiciones exteriores y las interiores:

ae : densidad del aire exterior : $1,14 Kg m^{-3}$.

ai : densidad del aire interior : $1,26 Kg m^{-3}$.

n = número de renovaciones técnicas por día. El movimiento del aire es ligero, por lo que $n = 3$ renovación / día.

Se obtiene:

$$Q_{2,1} = 9970,12 kcal / día$$

✓ **Carga térmica debida a las renovaciones equivalentes de aire: $Q_{2,2}$.**

Esta carga térmica considera el aire que entra en la cámara debido a la apertura de puertas. Se calculará como:

$$Q_{2,2} = m_a \Delta h = (V d \rho) (h_{ae} - h_{ai})$$

siendo:

d : número de renovaciones equivalentes de aire. Es función del volumen de la

cámara, y de acuerdo a la tabla 12, para un volumen $V = 186,34 \text{ m}^3$, se tiene: $d = 6$ renovaciones / día.

Se obtiene:

- $Q_{2,2} = 19940,24 \text{ kcal /día}$
- El valor total de esta carga térmica es:
- $Q_2 = Q_{2,1} + Q_{2,2} = 29910,4 \text{ kcal /día}$

2.24.3. Carga térmica debida a las pérdidas por refrigeración del producto y de su embalaje: Q_3 .

Se trata del calor que es necesario extraer al producto para reducir su temperatura de entrada hasta la de régimen de la cámara.

Esta carga térmica se descompone en dos:

✓ Carga térmica debida a la refrigeración del producto: $Q_{3,1}$.

Para su cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{3,1} = m c_p \Delta t$$

siendo:

m : masa diaria de producto a enfriar. La cámara de recepción se dimensiona para absorber la carga térmica correspondiente a las entradas de materia prima en un día punta.

Por tanto, $m = 36.000 \text{ Kg/día}$.

c_p : calor específico medio de la fruta: $0,92 \text{ kcal kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Δt : diferencia entre la temperatura de entrada a la cámara ($18,5 \text{ }^\circ\text{C}$) y la temperatura de salida, que coincide con la temperatura de conservación ($6 \text{ }^\circ\text{C}$), siendo

$$\Delta t = 12,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Se obtiene:

$$Q_{3,1} = 414000 \text{ Kcal /día}$$

2.24.4. Carga térmica debida a la refrigeración del envase: $Q_{3,2}$.

Para su cálculo, según indicaciones empíricas y recomendaciones de los diversos fabricante, se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{3,2} = 0,15 \text{ m } c_e \Delta t$$

siendo:

c_e : calor específico del envase, su valor es constante: $0,7 \text{ Kcal Kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Se obtiene:

$$Q_{3,2} = 47250 \text{ Kcal/día}$$

El valor total de esta carga térmica es:

$$Q_3 = Q_{3,1} + Q_{3,2} = 461250 \text{ Kcal/día}$$

2.24.5. Carga térmica debida a las necesidades de conservación del producto: Q_4 .

Durante la conservación, algunos productos continúan desprendiendo cierta cantidad de calor que deberá extraerse para garantizar la temperatura idónea de la cámara, función del producto a conservar. En nuestro caso esta cantidad de calor se produce como consecuencia de la respiración de la fruta.

El calor de respiración de la fruta, desprendidos a 6° C , en $\text{Kcal Kg}^{-1} \text{ día}^{-1}$, es:

- Plátano: $30 \text{ ml de CO}_2/\text{kg h}$.

C_r : calor por la respiración, se multiplica por el factor $122/1000$ para convertir la cantidad anterior en kcal/ kg día .

Calculándose la carga térmica de respiración para la cantidad máxima almacenada, que es de 36000 kg/día , y teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$Q_4 = m c_r 122 / 1000$$

se obtiene como resultado:

$$Q_4 = 131760 \text{ Kcal/día}$$

2.24.6. Carga térmica debida al calor desprendido por los ventiladores: Q_5 .

Este cálculo pretende obtener el equivalente calorífico del trabajo realizado por los motores instalados en el evaporador.

El cálculo preciso de este apartado necesita la determinación previa de las características de los ventiladores instalados.

Debido a que tanto la potencia de los motores como el número de horas de funcionamiento de los mismos no son conocidos a priori, en la práctica y de forma bastante aproximada se toma como equivalente calorífico del trabajo de los ventiladores un valor entre el 5% y el 8% de $Q_1+Q_2+Q_3$ (según indicaciones de fabricantes).

Siendo n un valor comprendido entre 0.05 y 0.08

Por tanto:

$$Q_5 = n (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

$$Q_5 = 0,05 (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

Obteniéndose:

$$Q_5 = 25936,9 \text{ Kcal/día}$$

2.24.7. Carga térmica debida al personal y la iluminación: Q_6 + Q_7 .

De acuerdo a indicaciones empíricas y dado que estos datos son variables y no se conocen a priori, se calcula de la siguiente forma:

$$Q_6 + Q_7 = 0,03 (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

Obteniéndose:

$$Q_6 + Q_7 = 15562,1 \text{ Kcal/día}$$

2.24.8. Carga térmica debida a las necesidades por causas diversas: Q_8 .

En este apartado se consideran pérdidas tales como:

- Las debidas a la convección y radiación de los aparatos y tuberías por donde circula el fluido frigorífico. Aunque las tuberías deben estar convenientemente aisladas, las pérdidas son inevitables.
- Carga térmica introducida en el recinto, vía desescarche de los evaporadores.
- Carga térmica debida a la condensación procedente del exterior o del mismo producto.
- Carga térmica debida a los motores de los ventiladores para renovación de aire.

Todas estas pérdidas se calculan mediante la siguiente expresión:

$$Q_8 = \alpha (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

Siendo α un valor comprendido entre 0.1 y 0.15

Obteniéndose:

$$Q_8 = 51873,7 \text{ Kcal/ día}$$

2.24.9. Carga térmica total a evacuar: Q_T .

La cantidad total se obtiene sumando todas las pérdidas que se han expuesto anteriormente, siendo su valor:

$$Q_T = 743869,55 \text{ Kcal/día}$$

Si se supone un tiempo de funcionamiento de la instalación de 20 horas / día, se obtiene una carga térmica a evacuar de:

$$Q_T = 37193,74 \text{ kcal/hora}$$

$$Q_T = 43,24 \text{ kw/h}$$

2.25. CONCLUSIONS.

1.-The project consists of the following major parts :

- ✚ Characteristics of cooling systems in general and particularly applied to bananas.
- ✚ Thermal needs of the refrigerating cabinets.
- ✚ Description and selection of the components that form the installation: compressors, evaporators, condensers, valves, etc
- ✚ Control and security elements of the installation (switches, thermostats, electrical box, etc.) and description of its role in the facility.

2.-The final design will give the cooperative a fully modernized facility with all the safety requirements involving handling of refrigerants and ethylene, which currently lacks.

3.-It is designed with the latest technology and it takes into consideration the parameters of maximum efficiency of the installation.

4.-A decentralized refrigeration system has been done is performed.

5.-The decentralized Installation option is characterized by an independent refrigeration unit for each cabinet, located in the attic of the warehouse. These eight units will operate with the refrigerant R-404A and are based on a simple refrigeration cycle, which means that the compression is performed in one step.

2.26. CONCLUSIONES.

1.- El proyecto consta de las siguientes partes principales:

- ✚ Características de los sistemas de refrigeración en general y aplicados al plátano en particular.
- ✚ Necesidades térmicas de las cámaras frigoríficas.
- ✚ Descripción y selección de los componentes que constituyen la instalación: compresores, evaporadores, condensadores, valvulería, etc.
- ✚ Elementos de control y de seguridad que constituyen la instalación (presostatos, termostatos, cuadro eléctrico, etc.) y descripción de su función en las instalaciones.

2.- El diseño final dotará a la cooperativa de una instalación totalmente modernizada, con todos los requisitos de seguridad que implica el manejo de refrigerantes y de etileno, de las cuales actualmente carece.

3.-Se proyecta con la última tecnología existente y teniendo en cuenta los parámetros de máxima eficiencia de la instalación.

4.-Se realiza una instalación frigorífica descentralizada.

5.-La opción de instalación descentralizada se caracteriza por una central frigorífica para cada cámara por separado, situadas en el altillo de la nave. Estas ocho centrales funcionan con el refrigerante R-404A y se basan en un ciclo de refrigeración sencillo, lo que implica que realizan la compresión en una sola etapa.

ANEXOS

ANEXO I: BAJA TENSIÓN

1. ANEXO I BAJA TENSIÓN.

1.1. INTRODUCCIÓN.

Actualmente, la cooperativa cuenta con una potencia contratada de 300 KW, siendo su consumo mensual estimado aproximadamente de 139 KW según las facturas aportadas por el cliente, la instalación que se va a ejecutar no superará los 100 KW por lo que el computo total está por debajo de lo contratado y legalizado, no haciendo falta pedir un nuevo suministro, de acuerdo a la documentación aportada por el cliente.

El objeto del presente capítulo, es recoger la nueva alimentación desde el cuadro general de la planta, a las cámaras, así como la instalación eléctrica de las mismas para desempeñar la actividad de acuerdo a la normativa vigente.

1.2. PROGRAMA DE NECESIDADES. POTENCIA INSTALADA.

El programa de necesidades de la instalación es el siguiente:

- Potencia eléctrica estimada por cámara: 12 KW
- N° de cámaras 8
- Potencia demandable: $12 * 8 = 96$ kw

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.

La obra eléctrica consistirá en los siguientes puntos:

- 1-Adecuación del cuadro general de planta.
- 2-Línea de alimentación desde cuadro general a subcuadro de cámaras.
- 3-Instalación de subcuadro de cámaras (armario metálico IP40 de 1.600x2.000x360 mm tipo Himel.).
- 4-Lineas de distribución desde subcuadro a equipamiento de cámaras.
- 5-Conexión eléctrico de elementos.
- 6-Instalación de alumbrado.
- 7-Cuadros de alarma.
- 8- Termómetros digitales.
- 9- Ventilación.
- 10- Enchufes.

11- Protección diferencial y magnetotérmica.

12- Instalación del control y protección de todos los equipos de frío.

13- Instalación de módulos de entradas y salidas del sistema Nanopanel.

1.4. SUMINISTRO DE ENERGÍA.

1.4.1. Punto de conexión definido por la empresa distribuidora.

No procede ya que no se ampliará la potencia actualmente disponible y que recoge el boletín.

1.4.2. Tipo y características del suministro.

El suministro de Energía será efectuado por la compañía UNELCO-ENDESA S. A. La tensión de servicio será de 400 V. entre fases y 230 V. entre fase y neutro.

1.4.3. Sistema de conexión del neutro.

El Sistema de distribución utilizado es el TT, con conductores de protección y neutro diferenciados.

1.5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

No procede.

1.6. GRUPO ELECTRÓGENO.

No procede.

1.7. ACOMETIDA.

La acometida que da suministro a la Línea General de Alimentación (LGA) existente en el edificio, desde la cual parte la derivación individual que alimenta el local comercial, ya ha sido ejecutada y legalizada con anterioridad por lo que no se contempla en el presente documento. (No procede).

1.8. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.

La CGP que da suministro a la Línea General de Alimentación (LGA) existente en el edificio, desde la cual parte la derivación individual que alimenta el local comercial, ya ha sido ejecutada y legalizada con anterioridad por lo que no se contempla en el presente documento. (No procede).

1.9. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM).

No procede.

1.10. MEDIDA DE ENERGÍA.

La medida se realizará en baja tensión en el máxímetro ubicado en la centralización de contadores existente en el edificio.

1.11. INTERRUPTOR DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IPI).

No procede.

1.12. LÍNEA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN (LGA).

No procede debido a que el edificio ya dispone de LGA calculada para la potencia prevista para el conjunto del edificio.

1.13. CONTADORES O EQUIPOS DE MEDIDA (EM).

La instalación existente dispone de sistema de control y medida en baja tensión, legalizado en el expediente con el que tramitó la legalización de la instalación eléctrica de la cooperativa y la contratación del suministro actual.

1.14. DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI).

1.14.1. Descripción de la derivación individual.

La derivación individual se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección. Esta instalación fue legalizada en el expediente con el que tramitó la legalización de la instalación eléctrica de la cooperativa y la contratación del suministro actual.

1.14.2. Influencias externas.

No existen influencias externas significativas

1.15. DISPOSITIVO DE CONTROL DE POTENCIA.

La empresa suministradora controlará la potencia demandada por el abonado mediante la instalación de un máxímetro.

1.16. DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN. CUADRO GENERAL Y SUBCUADROS.

1.16.1. Situación del cuadro General y subcuadro.

Los dispositivos generales de mando y protección, se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual.

El cuadro general de la planta se encuentra anexo a las oficinas, en el mismo, dado que posee reservas, se instalará el interruptor de corte y protección de la línea que alimentará al subcuadro de las cámaras de refrigeración.

En la zona de cámaras se instalará un cuarto técnico donde estará el subcuadro totalmente protegido del acceso público.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 1,7 m.

1.16.2. Composición y características de los cuadros.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de un único cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

La envolvente del cuadro se ajustará a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 40 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección dispondrán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la **ITC-BT-24**.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.
- El cuadro dispondrá de un limitador de sobretensiones Familia EN61643-11 tipo I (Clase B) Modo común; Int. imp./máx.:100 kA; Nivel de protección:4 kV

1.17. INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.

1.17.1. Influencias externas.

No existen influencias externas significativas, no se adoptan medidas especiales.

1.17.2. Descripción de la canalización.

Las canalizaciones estarán formadas por tubos de PVC rígido en techos y en zonas vistas o en su defecto canaletas, en el resto se utilizarán tubos de PVC flexibles reforzados que irán empotrados en suelos y paredes en los falsos techos. Se dispondrán cajas de registro en recorridos máximos de 10 metros o cada dos cambios de dirección. En los techos no registrados, las cajas estarán por debajo de este y en los casos de canalización rígida, esta se empotrará en el tramo de pared debajo del techo. En todos los casos los tubos se fijarán mediante abrazaderas zincadas con junta, colocada cada 70 cm en los tubos flexibles y cada 140 cm en los fijos.

Las derivaciones a los puntos de luz se realizarán mediante bornes fijados en el interior de cajas de registro de PVC estancas. Todas las cajas de registro estarán ubicadas próximas y accesibles desde los registros de techo dejados por la albañilería. Todos los tubos que formen las canalizaciones tendrán las dimensiones establecidas en la norma UNE 60.423 para los no enterrados y UNE 50.086-2-4 para los enterrados. Cumpliendo además las resistencias mecánicas establecidas en la UNE 50.086-2-1 para los tubos rígidos y la UNE 50.086-2-2 para los curvables.

Las líneas correspondientes a los circuitos de tomas de corriente irán por tubo desde el que se derivan con salida mediante prensaestopa y caja de derivación, desde ésta se reparte instalándola bajo tubo y derivando en cajas empotradas o de superficie según distribución de registros de techo y paredes.

1.17.3. Prescripciones de paso a través de los elementos de construcción.

El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- Si se utilizan tubos no obturados para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades marcadamente diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos

convenientemente en su extremo hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior, se instalará en el extremo del tubo una pipa de porcelana o vidrio, o de otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.

- En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, éste se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más severas.
- Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 cm y si excede, se dispondrán tubos conforme a la tabla 3 de la Instrucción ITC-BT-21. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior, estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivo equivalente, o bien los bordes de los tubos estarán convenientemente redondeados, siendo suficiente para los tubos metálicos con aislamiento interior que éste último sobresalga ligeramente del mismo. También podrán emplearse para proteger los conductores los tubos de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica. No necesitan protección suplementaria los cables provistos de una armadura metálica ni los cables con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por materiales de los elementos a atravesar.
- Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores, respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.
- Los pasos con cables aislados bajo molduras no excederán de 20 cm; en los demás casos el paso se efectuará por medio de tubos.
- En los pasos de techos por medio de tubo, éste estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura al menos igual a la de los rodapiés, si existen, o a 10 cm en otro caso. Cuando el paso se efectúe por otro sistema, se obturará igualmente mediante material incombustible, de clase y resistencia al fuego, como mínimo, igual a la de los materiales de los elementos que atraviesa.

1.17.4. Prescripciones generales para conductores. Características, sección y aislamiento de los conductores.

Los diferentes circuitos se realizarán con conductores de cobre flexible, aislados de XLPE libre de halógeno y cumpliendo lo recogido en la ITC-BT-28, para tensión nominal de 1 kV y 0,75 kV, colocados en el interior de tubos aislantes flexibles normales empotrados en paredes, techos y pisos o bien mediante tubo rígido visto o canaleta.

Las secciones utilizadas serán como mínimo las siguientes:

- 1,5 mm² para el circuito de alumbrado.
- 2,5 mm² para el circuito de tomas de corriente de otros usos.
- 6-10 mm² para el circuito de tomas trifásicas.

No obstante, la sección de los conductores vendrá impuesta por la caída de tensión, la cual será como máximo del 3% para alumbrado y 5 % para fuerza.

✓ Prescripciones generales.

En la ejecución de las instalaciones interiores deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- El subcuadro general de distribución estará realizado con materiales no inflamables y situado de manera no accesible para el público en general.
- Las canalizaciones admitirán como mínimo dos conductores activos de igual sección, uno de ellos, identificado como conductor neutro y otro de fase.
- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.
- Los conductores de la instalación deberán ser fácilmente identificables, especialmente los conductores del neutro y protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten su aislamiento. El neutro por el azul claro; el de protección por el de doble color amarillo-verde; mientras los de fase por los colores negro, marrón o gris.
- Todo conductor podrá seccionarse en cualquier punto de la instalación en que se derive, utilizando un dispositivo adecuado tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada circuito derivado del resto de la instalación.

- Las tomas de corriente de una misma habitación deberán estar conectados a la misma fase.
- Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobras de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc. instalados en los locales húmedos o mojados, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.
- La instalación empotrada en estos aparatos se realizará utilizando cajas especiales para su empotramiento. Cuando estas cajas sean metálicas estarán aisladas interiormente o puestas a tierra.
- La instalación de estos aparatos en marcos metálicos podrá realizarse siempre que los aparatos utilizados estén concebidos de forma que no permitan la posible puesta bajo tensión del marco metálico, conectándose éste al sistema de tierras.
- La utilización de estos equipos empotrados en bastidores o tabiques de madera u otro material aislante, cumplirá lo indicado en la **ITC-BT 49**.
- En los volúmenes de protección de los cuartos de baño o zonas con agua no se instalarán interruptores, tomas de corriente, ni aparatos de iluminación, salvo que sean de seguridad y siempre cumpliendo con lo establecido en la **ITC-BT 27**
- Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría y caliente, etc.) y todos los elementos accesibles, tales como marcos metálicos de puertas.
- Los conductores de protección y puesta a tierra y de conexión equipotencial, deberán estar conectados entre sí, debiendo ser acorde la sección mínima de éstos con lo dispuesto en la **ITC-BT 19** para los conductores de protección.

✓ **Conductores activos.**

➤ *Descripción del cable elegido*

Cables de 1 KV

Estarán constituidas por conductores de cobre clase 5, con aislamiento de polietileno reticulado para 1 KV y cubierta termoplástico con base de poliolefina de baja emisión de humos, no propagador del fuego y libres de halógenos, con las secciones que se indican en esquemas, referencia RZ1-K (AS)/ UNE 21123-4.

Las líneas de distribución irán por canalización enterrada o bajo tubo rígido visto.

- Designación genéricaRZ1-K 0,6 (AS)/1 kV
- N° de conductores.....Según esquemas
- Secciones..... Según esquemas
- Clase de conductor5 de Cu /UNE 21.022
- Aislamiento Z1 Poliolefina de colores / UNE 21.089
- CubiertaPoliolefina0- halógenos
- Color cubierta.....Negro
- Norma básica UNE 21.123

Normas de ensayo:

- No propagación de llama.....UNE 20.431-1 / IEC 332-1
- No propagación de incendio.....IEEE 383/UNE 20.432-3/IEC 332-3
- Emisión de halógenos.....UNE 21.147-1
- Corrosividad..... pH5 \pm 5,5 / UNE 21.147-2
- Índice de toxicidad..... IT \leq 1,5/UNE 21.174
- Baja emisión de humosUNE 21.172-1/2
- Tensión nominal U_0/U0,6/1 kV
- Tensión de ensayo..... 3,5 kV / UNE 21.123-3
- Temperatura máxima servicio..... 90°C
- Temperatura máxima cortocircuito.....250°C
- Temperatura mínima de extendido.....10°C

Cables de 750 V

Los cables unipolares de 750 V se instalan en tubos protectores de material polimérico autoextinguible y libre de halógenos. Los tubos en instalaciones de superficie se anclarán a paredes, techos, soportes y estructuras mediante abrazaderas con una interdistancia máxima de 80 centímetros.

- Designación genérica H07Z1-K (AS)
- N° de conductores por circuito..... Según esquemas
- Secciones..... Según esquemas
- Clase de conductor 5 de Cu /UNE 21.022
- Aislamiento Z1 Sin halógenos / UNE 20.434

- Colores de la cubierta Negro / Marrón / Azul / Gris / Verde-Amarillo
- Norma básica UNE 21.031-3

Normas de ensayo:

- No propagación de llama..... UNE 20.432-1 / IEC 332
- No propagación de incendio..... UNE 20.427 /UNE 20.432/3IEC 332-3 / IEEE 383 / NF-C 32070
- Emisión de halógenos..... UNE 21.147-1 / IEC 754-1
- Corrosividad..... pH 5 \pm 5,5 / UNE 21.147-2 / IEC 754
- Índice de toxicidad..... IT \leq 1,5/UNE 21.174 / NES 713
- Baja emisión de humos UNE 21.172-1/2 / IEC 1034
- Tensión nominal U_o/U..... 450 / 750 V.
- Tensión de ensayo..... 25000 V / UNE 21.031-2
- Temperatura máxima servicio..... 70°C
- Temperatura máxima cortocircuito.....160°C

➤ *Secciones y cumplimiento de las caídas de tensión exigidas.*

Las secciones de todos los cables de la instalación interior estarán comprendidas en el rango de 1,5 mm²- 240 mm².

Ver anexo de cálculo donde se comprueba el cumplimiento de las caídas de tensión máximas exigidas

➤ *Identificación de conductores.*

Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro.

Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris

➤ *Conductores de protección*

Cada circuito dispondrá de un conductor de protección, conectado a la puesta a tierra del edificio.

Los conductores de protección de cada línea serán del mismo tipo de aislamiento y con secciones iguales al neutro de cada circuito, con un mínimo de 2,5 mm² y según la siguiente tabla

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
S ≤ 16	S _p = S
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

Tabla n° 20.- Sección de conductores de protección.

1.17.5. Criterios de equilibrado de circuitos y cargas.

Los criterios son uso de motores trifásicos y asignación secuencial de circuitos monofásicos a cada fase.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

1.18. INSTALACIÓN DE USO COMÚN.

No procede.

1.19. ALUMBRADO INTERIOR.

El alumbrado interior se resuelve en función de los usos y características de cada zona, procurando utilizar principalmente lámparas de fluorescencia y, en especial, de bajo consumo.

Las características del alumbrado interior se recogen en la siguiente tabla:

DEPENDENCIA	TIPO DE LUMINARIA	Nº
Cámara de maduración 1	Fluorescente 2x58 W	1
Cámara de maduración 2	Fluorescente 2x58 W	1
Cámara de maduración 3	Fluorescente 2x58 W	1
Cámara de maduración 4	Fluorescente 2x58 W	1

Cámara de maduración 5	Fluorescente 2x58 W	1
Cámara de maduración 6	Fluorescente 2x58 W	1
Cámara de maduración 7	Fluorescente 2x58 W	1
Cámara de maduración 8	Fluorescente 2x58 W	1
Cámara de refrigeración 3	Fluorescente 2x58 W	4
Cuarto técnico	Fluorescente 2x58 W	2

Tabla nº 21.- Resumen de luminarias en cada cámara.

La iluminación está diseñada de modo que se eviten las proyecciones de sombras que dificulten las operaciones laborales.

1.20. ALUMBRADO DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN.

Las vías de evacuación estarán dotadas de alumbrado de señalización constituido por aparatos autónomos equipados con baterías de duración superior a 1 hora y más de 150 lúmenes de flujo.

1.20.1. Alumbrado de Emergencia.

Al objeto de dimensionar la instalación eléctrica se ha considerado un sistema de iluminación de emergencia con las características generales que describimos a continuación.

El alumbrado de emergencia, es el alumbrado que en caso de fallo del alumbrado general, sirve para que las personas puedan salir al exterior. Este alumbrado será proporcionado por fuente propia de energía. Dicho alumbrado funcionará durante un mínimo de 1 hora.

Se diseña para que exista $0,5 \text{ W/m}^2$. En el caso de lámparas de incandescencia, este valor supondrá una eficacia mínima de 10 lúmenes/W; pero, en general, los equipos actuales de emergencia emplean lámparas de eficacia luminosa superior como suele ser el caso de equipos dotados con lámparas fluorescentes, eficacias entorno al 70% y consumos eléctricos menores a los citados.

Ambos equipos cumplirán con las Normas UNE EN 60.598.2.22 para equipos dotados con lámparas incandescentes, UNE EN 20.392 para los equipos dotados de lámparas fluorescentes y UNE EN 20.062 la instalación y otros equipos de emergencia.

Este tipo de instalación será fija y proporcionará una iluminancia mínima de 3 lux en zonas ocupadas por personas, 5 lux en los inicios de recorridos de evacuación, de 3 lux en recorridos de evacuación y 5 lux en donde se precise maniobrar instalaciones (lugares de instalación de cuadros y otros). La experiencia práctica nos demuestra, que la altura a la que debe realizarse la instalación de estos equipos debe estar comprendida entre los 2,00 y los 2,30 m como máximo, para obtener los niveles de iluminación adecuados.

Utilizaremos luminarias de tubos fluorescentes con las siguientes características generales: color aparente de luz intermedia, índice de rendimiento de color Ra > 60% y tensión de alimentación de 220 V. Con baterías y elemento necesarios para la carga de baterías, de 1 h de autonomía o más.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve. Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

1.20.2. Alumbrado de seguridad.

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona. El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

1.20.3. Alumbrado de evacuación.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados. En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación entrará en funcionamiento, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

1.20.4. Alumbrado ambiente o anti-pánico.

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

1.20.5. Alumbrado de zonas de alto riesgo .

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

1.20.6. Alumbrado de reemplazamiento.

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales.

Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

1.20.7. Lugares en que deberán instalarse alumbrado de emergencia.

Con alumbrado de seguridad se colocará en los siguientes lugares:

- a) en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- b) en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- c) en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- d) en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- e) en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida
- f) cerca (1) de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- g) cerca (1) de cada cambio de nivel.
- h) cerca (1) de cada puesto de primeros auxilios.
- i) cerca (1) de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- j) en los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente

(1) Cerca significa a una distancia inferior a 2 metros, medida horizontalmente

En las zonas incluidas en los apartados i) y j), el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación. Solo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo requieran.

1.20.8. Prescripciones de los aparatos para alumbrado de emergencia.

Se utilizarán aparatos para alumbrado de emergencia de tipo autónomo. Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las normas UNE-EN 60.598 -2-22 y la norma UNE 20.392 o UNE 20.062, según sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente.

El diseño de la instalación se efectúa según lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La instalación se realiza mediante equipos autónomos automáticos. Éstos tendrán una

autonomía mínima de 1 hora a partir del instante en que se produzca el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal, proporcionando como mínimo las siguientes iluminancias:

Iluminancia de 1 lux en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje en pasillos y en todo punto cuando dichos recorridos discurran por espacios distintos de los citados.

Iluminancia de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución de alumbrado.

Su instalación se realiza con línea de alimentación exclusiva conectada al cuadro de distribución por interruptor independiente con una indicación de «No desconectar, Alumbrado de Emergencia». La línea que alimenta el circuito individual de las lámparas de alumbrado de emergencia estará protegida por interruptor automático con intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz.

Para el caso que nos ocupa, se instalarán las lámparas que pueden apreciarse en el plano de Instalación de Baja Tensión y Detalles, distribuidas en el área del local en un circuito independiente y conectado al cuadro de distribución por un interruptor automático de intensidad nominal de 10 A. En su instalación se velará por instalarlas próximas a los medios de extinción y al cuadro eléctrico

1.21. INSTALACIÓN EN SALA DE MÁQUINAS.

No procede.

1.22. ALUMBRADO EXTERIOR.

No procede.

1.23. INSTALACIONES EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA.

En este caso, el ITC-BT-28 sobre Instalaciones en Locales de Pública Concurrencia es de aplicación a esta actividad.

El subcuadro de distribución se colocará en el punto más próximo posible a la entrada de la alimentación eléctrica y se colocará junto o sobre él, los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción ITC-BT-17. El cuadro de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios si los hubiere, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el

público. En su defecto, el cuadro tendrá un sistema de apertura especial no identificable fácilmente por el público.

En el subcuadro de distribución, se colocarán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

Los aparatos receptores que consumen más de 16 amperios se han alimentado con líneas específicas.

Las canalizaciones se realizarán según lo dispuesto en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20 y estarán constituidas por:

- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.
- Conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción totalmente contruidos en materiales incombustibles de resistencia al fuego R-120, como mínimo.
- En casos puntuales se permitirá conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 0'6/1Kv sin tubería en zonas no accesibles sobre falso techo, procurando no utilizar esta posibilidad más que en casos muy concretos, siendo preferible el uso de cables bajo tubería flexible sobre falso techo y bajo tubería rígida curvable en caliente en zonas vistas.

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 21.1002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50.085-1 y UNE-EN 50.086-1, cumplen con esta prescripción. Las luminarias serán cerradas, protegiendo a los fluorescentes.

A partir del cuadro de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares.

1.24. SUMINISTROS COMPLEMENTARIOS.

No procede.

1.25. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Según apartado anterior de esta memoria.

1.26. INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES. MÁQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE.

No procede.

1.27. LOCALES A EFECTO DE SERVICIO ELÉCTRICO.

No procede.

1.28. APARATOS DE CALDEO.

No procede.

1.29. CABLES Y FOLIOS RADIANTES EN VIVIENDAS.

No procede.

1.30. AGUA CALIENTE SANITARIA.

El suministro de agua caliente sanitaria se realizará con un calentador eléctrico.

1.31. LEY PARA LA PROTECCIÓN DEL CIELO DE CANARIAS.

No procede debido a que no existe instalación de iluminación en el exterior del local.

1.32. RED DE TIERRAS.

En este caso, se trata de la ejecución de la instalación interior de un local ubicado en un edificio ya existente, por lo que la puesta a tierra corresponde a la ejecutada en la obra inicial.

Las conexiones de puesta a tierra de las nuevas instalaciones del local se harán en las del edificio, comprobándose que cumpla con el valor reglamentario (resistencia menor de 24 ohm) y, en caso de no cumplirse, realizándose las reparaciones e instalaciones necesarias para alcanzar dicho valor.

1.33. SISTEMAS DE PROTECCIÓN FRENTE AL RAYO.

No procede.

ANEXO II: CONTRAINCENDIOS

2. ANEXO II CONTRA INCENDIOS.

2.1. LEGISLACIÓN APLICABLE.

Este local al tener como objeto la actividad de cooperativa de plátanos y otras frutas, su instalación de contraincendios ya ha sido legalizada con anterioridad, por lo que en este capítulo sólo se hablará de la instalación contraincendios concerniente a las cámaras de maduración, a efectos de determinar las instalaciones de protección contra incendios se considera que le será de aplicación el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales (R. D. 2267/2004 de 3 de diciembre) .

2.2. CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL.

2.2.1. Configuración.

Por su configuración y ubicación con relación a su entorno, según establece el APÉNDICE 1 del reglamento de referencia, el local objeto de este proyecto es del Tipo C.

Dado que la obra consistirá en demoler las cámaras actuales y en el mismo lugar poner las nuevas, la configuración inicial con la que fue catalogado el edificio no cambia.

2.3. EVACUACIÓN DE OCUPANTES.

Las cámaras son espacios donde no se prevé personal, por lo que la evacuación comienza en la puerta de las mismas y se rige por la evacuación establecida para la nave.

2.3.1. Señalización de los medios de evacuación.

Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 3034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”.
- b) La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas.
- d) En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta.

e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

f) El tamaño de las señales será:

i) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;

ii) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;

iii) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

2.4. DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DEL INCENDIO.

2.4.1. Extintores portátiles.

El local estará dotado de extintores polivalentes ABC de eficacia 21A-113B, de 6 kg situados de modo que el recorrido real desde cualquier origen de evacuación hasta el extintor no supere los 15 m. Existirán otros extintores de CO₂ de 5kg y eficacia mínima 34B junto al cuadro de mando y protección de la instalación eléctrica.

En cuanto a su emplazamiento, se tiende a situar los extintores en las proximidades a los accesos a recintos y salidas principales al exterior. Estarán colocados de forma tal, que puedan ser utilizados de manera rápida y fácil, dispuestos en el paramento vertical de modo que su extremo superior se encuentre a una altura respecto del suelo inferior a 1.7 m.

Las características, criterios de calidad y ensayo de los extintores móviles se ajustarán a lo especificado en el Reglamento de aparatos a presión.

2.4.2. Instalación de bocas de incendio equipadas.

Para el caso que nos ocupa, serán las legalizadas en el expediente original de la nave, se dispondrá de una en las inmediaciones de las cámaras.

2.4.3. Instalación de detección y alarma.

Para el caso que nos ocupa, serán las legalizadas en el expediente original de la nave.

2.5. SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto luminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

2.6. INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS.

2.6.1. Aproximación a los edificios.

La calle que pasa por delante del local, tiene una anchura libre superior a 3,5 m, sin restricción de altura y una capacidad portante del vial $> 20 \text{ kN/ m}^2$

2.6.2. Entorno de los edificios.

La edificación en la que se encuentra ubicado el local dispone de un espacio de maniobra para los bomberos que cumple las siguientes condiciones a lo largo de la fachada en las que estén situados los accesos:

- a) anchura mínima libre: 5 m;
- b) altura libre: la del edificio
- c) separación máxima del vehículo de bomberos a la fachada del edificio.
 - edificios de hasta 15 m de altura de evacuación: 23 m
 - edificios de más de 15 m y hasta 20 m de altura de evacuación: 18 m
 - edificios de más de 20 m de altura de evacuación: 10 m
- d) distancia máxima hasta los accesos al edificio necesarios para poder llegar hasta todas sus zonas: 30 m;
- e) pendiente máxima: 10%;

f) resistencia al punzonamiento del suelo: 100 kN (10 t) sobre 20 cm ϕ .

El espacio de maniobra se mantiene libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos.

2.7. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Según anexo de BT de esta memoria.

2.8. SEÑALIZACIÓN Y MEDIDAS COMPLEMENTARIAS.

Se colocará señalización de tal forma que se garantice en todo momento el cumplimiento del Real Decreto 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, BOE número 97 de 23 de abril, así como los criterios establecidos en la directiva 92/58 /CEE relativa a las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Las señales relativas a los equipos de lucha contra incendios serán de forma rectangular o cuadrada con pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo debe cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal).

Las señales de salvamento o socorro serán de forma rectangular o cuadrada con pictograma blanco sobre fondo verde (el verde debe cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal).

Las puertas situadas en las vías de evacuación que conduzcan a fondos de saco o puedan inducir a error en el recorrido de evacuación, se dotarán de la señal normalizada “SIN SALIDA”.

3. ANEXO III SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

3.1. EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD EN LAS CÁMARAS.

1-Todas las puertas isotermales llevarán dispositivos que permitan su apertura manual desde dentro sin necesidad de llave, aunque desde el exterior se puedan cerrar con llave.

2-En el interior de toda cámara frigorífica, que puedan funcionar a temperatura bajo cero o con atmósfera controlada se dispondrá, junto a cada una de las puertas, un hacha tipo bombero con mango de tipo sanitario y longitud mínima de 800 mm.

3-En todas las cámaras se dispondrá un rótulo en la puerta de las mismas, con la indicación "Peligro, atmósfera artificial", prohibiéndose la entrada en ella hasta la previa ventilación y recuperación de las condiciones normales. En caso necesario se entrará provisto de equipo autónomo de aire comprimido.

4-Se prohíbe el empleo de etileno no mezclado con nitrógeno, acetileno, carburo de calcio, petróleo y combustibles derivados del mismo, como medios para conseguir la aceleración de la maduración y de la desverdización.

5-Antes de entrar en las cámaras se comprobará mediante analizadores adecuados que la atmósfera es respirable y que se han eliminado los gases estimulantes (bioactivos), interrumpiéndose su alimentación. Mientras haya personal trabajando en las mismas la puerta deberá permanecer abierta mediante dispositivos de fijación.

6-El suministro de alimentación eléctrica al sistema de refrigeración, deberá estar dispuesto de forma que pueda ser desconectado de manera independiente del suministro del resto de receptores eléctricos, en general, y, en particular, de todo el sistema de alumbrado, ventilación, alarma y otros equipos de seguridad.

7-Los ventiladores, para la ventilación de salas de máquinas donde se encuentren componentes frigoríficos, se colocarán de tal forma que puedan ser controlados mediante interruptores tanto desde el interior como desde el exterior de las salas.

8-En el interior de las cámaras acondicionadas para funcionar a temperatura bajo cero o con atmósfera artificial, se dispondrán junto a la puerta, y a una altura no superior a 1,25 metros, dos dispositivos de llamada (timbre, sirena o teléfono), uno de ellos conectado a una fuente autónoma de energía (batería de acumuladores, etc.), convenientemente alumbrados

con una lámpara piloto y de forma que se impida la formación de hielo sobre aquella. Esta lámpara piloto estará encendida siempre y se conectará automáticamente a la red de alumbrado de emergencia, caso de faltar el fluido de la red general.

9-El sistema de alarma destinado a la puesta en servicio del sistema de ventilación cuando se produzcan fugas de refrigerante, deberá ser alimentado eléctricamente por un circuito de emergencia independiente, por ejemplo, mediante una batería de seguridad.

10-En las cámaras que trabajen a temperaturas de 0° C o superiores y hasta +5°C bastará montar un único dispositivo de llamada (timbre, sirena o teléfono).

11- Cuando exista una salida de emergencia estará debidamente señalizada, disponiendo, junto a ella, una luz piloto que permanecerá encendida, alimentada de la red de emergencia por si faltara el suministro de fluido eléctrico en la red general.

12-Para casos de emergencia se deberán prever los medios siguientes:

- a) Dispositivo de protección respiratoria.
- b) Equipos de primeros auxilios.
- c) Ducha de emergencia. (Si el refrigerante es irritante)

13-En las cámaras frigoríficas y locales de atmósfera controlada para procesos en los que en caso de fugas de refrigerantes pueda sobrepasarse los límites prácticos admisibles de concentración de refrigerante, se instalará un sistema de detección de fugas que active una alarma y aisle parte del sistema de refrigeración.

3.2. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

3.2.1. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares trabajo.

En cuando a las disposiciones necesarias para garantizar la seguridad y salud en el trabajo, se considerarán las tres disposiciones aplicables en el caso de la actividad propia del establecimiento:

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril (BOE nº 97 de 23/4/97), por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril (BOE nº 97 de 23/4/97), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo (BOE nº 140 de 12/6/97), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

3.3. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

La señalización necesaria para la actividad de este establecimiento, contemplada en el R.D. 486/1997 es la que se cita:

- Señal de riesgos eléctricos: Situar señales en el cuadro eléctrico general, en la puerta de acceso al mismo.
- Señales de salvamento: Equipo de primeros auxilios junto al botiquín.
- Señales de parada de motores: Botón rojo.
- Señales de arranque de motores: Botón verde.
- Extintores de incendios: En rojo.
- Señal de prohibición de paso a zonas de trabajo: Para personas no autorizadas.

3.4. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS.

3.4.1. Resbalacidad de los suelos.

El piso de este local está constituido por un pavimento de granito artificial, gres o productos similares; es continuo en toda su extensión, liso, no resbaladizo, resistente al desgaste y a la abrasión y susceptibles de ser lavado. Se desarrolla a la misma cota.

Dadas las características de la actividad el suelo será de clase 2 por lo que su resistencia al deslizamiento será $35 \leq R_d \leq 45$.

3.4.2. Discontinuidad del pavimento.

Excepto en zonas de uso restringido y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de trapiés o de tropiezos, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:

- a) no presentará imperfecciones o irregularidades que supongan una diferencia de nivel de más de 6 mm;
- b) los desniveles que no excedan de 50 mm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;
- c) en zonas interiores para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.

Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, tendrán una altura de 800 mm como mínimo.

3.4.3. Desniveles

No existen desniveles en el local que nos ocupa.

3.4.4. Escaleras

No hay

3.4.5. Limpieza de los acristalamientos.

No hay ventanas

3.5. SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN ADECUADA.

3.5.1. Alumbrado normal en zonas de circulación.

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla 1.1, medido a nivel del suelo,

Tabla 1.1 Niveles mínimos de iluminación

Zona		Iluminancia mínima lux
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras 10
		Resto de zonas 5
	Para vehículos o mixtas	10
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras 75
		Resto de zonas 50
	Para vehículos o mixtas	50

Tabla n° 22.- Resumen de intensidad lumínica.

El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

3.5.2. Alumbrado de emergencia.

Véase anexo de baja tensión.

4. ANEXO IV INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

4.1. LEGISLACIÓN APLICABLE.

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- ORDEN de 25 de mayo de 2007, sobre instalaciones interiores de suministro de agua y de evacuación de aguas en los edificios.
- Reglamento de Aparatos a Presión, e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo, Real Decreto 1627/1.997 del 24 de Octubre.
- Serán de obligado cumplimiento todas las Normas UNE relacionadas con las instalaciones a ejecutar. Y con carácter complementario pero vinculante las normas internacionales: CEI y DIN.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

El presente anexo da solución a la humectación de las cámaras para garantizar el grado de humedad necesario, con objeto de que las condiciones sean óptimas.

El sistema de humectación y tratamiento del agua para las cámaras estará ubicado anexo a las mismas El material empleado en las tuberías para el suministro de agua sanitaria será plástico, **Polipropileno** con una presión máxima de trabajo a 95°C de **10 bar**.



4.3. PROPIEDADES DE LA INSTALACIÓN.

4.3.1. Calidad del agua.

1.- El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano. (REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano).

2.- La compañía suministradora facilitará los datos de caudal y presión que servirán de base para el dimensionado de la instalación.

3.- El material utilizado en la instalación, polipropileno, en relación con su afectación al agua que suministra, se ajusta a los siguientes requisitos:

a) para las tuberías y accesorios se emplean materiales que no producen concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero;

b) no modifica las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada;

c) es resistente a la corrosión interior;

d) es capaz de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas;

e) no presenta incompatibilidad electroquímica entre sí;

f) es resistente a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato;

g) es compatible con el agua suministrada y no favorecen la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;

h) su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no disminuye la vida útil prevista de la instalación. (Uso continuado de 50 años).

4.4. CRITERIOS DE DISEÑO.

La instalación de fontanería se ha diseñado de acuerdo a los siguientes criterios:

- La presión máxima en el punto más desfavorable (salida más baja y cercana) será de 35 m.c.a. Se colocará una válvula reductora de presión, que se instalará en un lugar fácilmente accesible, ya que requiere un cierto mantenimiento.
- La presión mínima en el punto más desfavorable (salida más alta y alejada) será de 10 m.c.a. En caso de fallo de suministro público entrará en funcionamiento el sistema de bombeo.

- La velocidad del agua en los circuitos interiores deberá mantenerse entre 0,5 y 1,5 m/s, ya que por debajo de este intervalo se producen incrustaciones, y por encima resulta muy ruidosa.
- El trazado de las conducciones se realizará preferiblemente por zonas de fácil acceso, para así simplificar las labores de reparación en caso de avería.

En la instalación se seguirán las siguientes directrices:

- El tendido de las tuberías de agua fría circulará en los paramentos verticales por debajo de las conducciones de agua caliente, y de forma paralela, con una separación mínima de 4 cm.
- La separación de protección entre canalizaciones paralelas de fontanería y cualquier conducción o cuadro eléctrico será como mínimo de 30 cm.
- Las conducciones de agua caliente se dispondrán con una pendiente mínima del 0,3%.
- La alimentación a cualquier aparato sanitario se realizará al mismo nivel, siendo el recorrido de la derivación al aparato vertical y continuo.

4.5. PROTECCIÓN CONTRA RETORNOS.

1.- Se dispone de sistemas antiretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran a continuación, así como en cualquier otro que resulte necesario:

- a) después de los contadores;
- b) en la base de las derivaciones a cada cámara;
- c) antes del equipo de tratamiento de agua;
- d) en los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos;
- e) antes de los aparatos de refrigeración o climatización.

2.- Las instalaciones de suministro de agua no podrán conectarse directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro de agua proveniente de otro origen que la red pública.

3.- En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realiza de tal modo que no se produzcan retornos.

4.- Los antireornos se disponen combinados con grifos de vaciado de tal forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

4.6. CONDICIONES GENERALES DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO.

1.- La constitución de los aparatos y dispositivos instalados y su modo de instalación

son tales que se impide la introducción de cualquier fluido en la instalación y el retorno del agua.

2.- La instalación no se empalma directamente a una conducción de evacuación de aguas residuales.

3.- No se establecen uniones entre las conducciones interiores empalmadas a las redes de distribución pública y otras instalaciones, tales como las de aprovechamiento de agua que no sea procedente de la red de distribución pública.

4.7. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO.

4.7.1. Presión mínima.

En los puntos de consumo la presión mínima será:

- 100 KPa para puntos de agua.

4.7.2. Presión máxima.

Así mismo no se ha de sobrepasar los 500 KPa.

4.8. MANTENIMIENTO.

Los elementos y equipos de la instalación que lo requieran, tales como el grupo de presión, los sistemas de tratamiento de agua o los contadores, se instalarán en locales cuyas dimensiones sean suficientes para que pueda llevarse a cabo su mantenimiento adecuadamente.

Las redes de tuberías, incluso en las instalaciones interiores particulares, se han diseñado de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual están a la vista, alojadas en huecos o patinillos registrables o disponen de arquetas o registros.

4.9. MATERIALES.

Los materiales empleados en tubería, y accesorios de las instalaciones interiores soportarán, de forma general y como mínimo una presión de trabajo de 10 kg/ cm², en previsión de la resistencia necesaria para soportar la de servicio y los golpes de ariete provocados por el cierre de los grifos.

Se prohíbe la instalación de hierro después de una instalación de cobre, en el sentido de circulación del agua. No se podrán instalar materiales oxidables, directamente enterrados, para evitar su corrosión. Las llaves empleadas en las instalaciones deben ser de buena calidad y no se producirán pérdidas de presión excesiva cuando se encuentren totalmente abiertas.

Los sistemas de canalizaciones en materiales plásticos, termoplásticos y multicapa, dispondrán de las correspondientes certificaciones de conformidad a normas, tanto el sistema como los elementos que lo componga, tubos y accesorios.

No se acoplarán tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor.

Las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, para evitar la aparición de fenómenos de corrosión por la formación de pares galvánicos y arrastre de iones Cu^+ hacia las conducciones de acero galvanizado, que aceleren el proceso de perforación.

Se autoriza sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías.

Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable.

En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

4.10. TIPO DE TUBERÍA.

El tipo de tubería usado será polipropileno reforzado tipo fusiotherm, clasificándose a efectos de dimensionamiento como tubería de paredes lisa. Al equipo de tratamiento de agua se conducirá una tubería de 32 mm. Con el diámetro establecido la velocidad de paso del agua por las canalizaciones no supera el valor límite de 1.5 m/s.

4.10.1. Ejecución de las Redes de Distribución de Agua Sanitaria.

Desde el la sala donde se encuentra el equipo de tratamiento de agua partirán las redes de distribución, a cada una de las cámaras.

Cada ramal principal de distribución pasará por zonas de uso común, en el caso de ir empotrado se dispondrán registros para su inspección y control de fugas, en sus extremos y en los cambios de dirección.

Se colocarán llaves de corte en todas las derivaciones.

Los montantes discurrirán por zonas de uso común quedando alojados en recintos construidos a tal fin, y que exclusivamente albergarán instalaciones de agua del edificio. Serán registrables y de dimensiones adecuadas para realizar el adecuado mantenimiento.

Todas las redes estarán formadas por tubos de polipropileno PP-R según norma UNE 53-380-1:2002/ UNE 53-380-2:2002, para una presión de funcionamiento mínima de 7 bar, será probada por estanqueidad a una presión de 12 bar. La unión será por termofusión, y se instalará soportada en techos o paredes, mediante estructura y cuna o abrazadera tipo Hilti con junta de goma, la distancia entre abrazaderas serán suficientes para garantizar flechas inferiores a 5 mm, según la siguiente

Se dispondrán liras de dilatación considerando una dilatación lineal de 3 mm por metro lineal de tubo según la siguiente fórmula:

$$\text{Lira} = 20 \times \text{SQR} (\text{DN} \times 3 \text{ mm}) .$$

Se podrán aprovechar los cambios de dirección para formar las liras, pero en cualquier caso dispondrán de puntos deslizantes y fijos que permitan el funcionamiento de la lira.

Todas las uniones y derivaciones de las redes se realizarán con accesorios propios del mismo fabricante, instalándose llaves de corte de bola en las derivaciones principales

4.10.2. Instalación Interior.

Toda la instalación interior, se realizará con tubo de polipropileno de termofusión en el agua sanitaria, con las mismas especificaciones que las redes generales.

La instalación interior arrancará siempre desde una llave de corte y constará de tramos generales con derivaciones a puntos de consumo. En cada aparato o punto de consumo se dispondrá una llave de corte.

La ejecución de las llaves será roscada con accesorios para la tubería, y los tramos que por su especial situación tengan que ser empotrados estarán protegidos mediante fundas plásticas corrugadas que protegerá los tubos de las acciones de la construcción.

Se garantizará que ningún punto esté sometido a una presión superior a los 35 mca, ni disponga de una presión inferior a 15 mca.

Se prohíbe la instalación de cualquier clase de aparatos o dispositivos que, por su constitución o modalidad de instalación, hagan posible la introducción de cualquier fluido en las instalaciones interiores o el retorno, voluntario o fortuito, del agua salida de dichas instalaciones.

Se prohíbe el empalme directo de la instalación de agua a una conducción de evacuación de aguas utilizadas (albañal).

Se prohíbe establecer uniones entre las conducciones interiores empalmadas a las redes de distribución pública y otras instalaciones.

En una canalización unida directamente a la red de distribución pública, se prohíbe la circulación alternativa de agua de dicha distribución y de agua de otro origen.

4.11. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE TOBERAS DE PULVERIZACIÓN EN AMBIENTE JETSPRAY™

El sistema de humidificación JetSpray™ de JS se diseñará para humidificar directamente en ambiente con una pulverización de agua atomizada con aire comprimido.

El sistema contará con un panel de control JetSpray™ y el número apropiado de toberas de pulverización en ambiente de JS

4.11.1. Características del equipo:

Los siguientes elementos son obligatorios para cumplir los requisitos de Seguridad e higiene:

✓ Panel de control.

- Rendimiento máximo del sistema de 300 l/h.
- Los humidificadores portarán la marca CE que indique que cumplen con las normas obligatorias.
- Ciclo automático de lavado por descarga de agua cada 24 horas.
- Esterilizador de agua ultravioleta a prueba de fallos entreclavado.
- Toberas autolimpiables automáticas.
- Pasada de aire por tobera automática con temporizador para purgar las toberas de cualquier agua restante.
- Presostato de agua totalmente regulable para cierre de presión por caudal bajo a prueba de fallos.
- Filtro de aire de taza de vidrio con drenaje automático de la condensación.
- Filtro de sedimentos de 5 micrones de entrada de agua para evitar el “ensombrecimiento UV” y que penetren desechos en el sistema.
- Tuberías de agua y aire niqueladas resistentes a la corrosión.
- Luz de servicio automática.
- Base del regulador de agua chapada.
- Agua: Entrada de ½ pulgada BSP macho o 15mm a compresión; Salida de ½ pulgada BSP hembra.
- Aire: Entrada y Salida de ¾ pulgada BSP hembra.
- Drenaje de ½ pulgada mínimo con accesorio de ½ pulgada hembra.

- Panel en acero suave pintado con resina epóxica.
- Compartimentos separados operados hidráulica y eléctricamente con suministro primario de 230 V con fusible de 5 amperios.
- Tuberías de agua y aire niqueladas para resistir la corrosión.
- Apto para calidades de agua de resistividad de hasta 2 megaohmios.
- Regulador de agua niquelado para asegurar un control óptimo.
- Regulador de aire.
- Presostato de aire para asegurar una operación a prueba de fallos.
- Válvulas de solenoide de aire y agua niqueladas.
- Manómetros antes y después de las válvulas de regulación.
- Capacidad para aceptar señales de control de 0-10 V DC, 0-20 V DC o 4-20 mA.
- Dimensiones: 600mmA x 720mmAl x 175mmP.
- Aire comprimido limpio y seco a 4,5-10 bars.
- Presión del agua estable a 4,0–7,0 bars.
- El consumo de aire no excederá 0,56 m³/h por litro de agua atomizada a una presión efectiva de 2,2 bars.

✓ **Cada tobera deberá incluir:**

- Pulverización carente de goteo .
 - Toberas autolimpiables automáticas.
 - Caja niquelada resistente a la corrosión.
 - Cabeza de la boquilla de fácil limpieza y baja fricción chapadas.
 - Punzón de limpieza de acero inoxidable.
 - Sello del punzón de limpieza de neopreno.
 - Resorte de ajuste de acero inoxidable.
 - Diafragma de nitrilo de nilón doblemente reforzado.
 - Manguera de agua de nilón negro.
 - El tamaño medio de partícula será de 7,5–10,0 micrones.
 - Salidas de tobera de hasta 2,5, 3,5, 4,5, 5,5, 6,5 l/h. A.
- Cada tobera se suministrará con un equipo de instalación con válvulas individuales y una instalación sencilla sobre las tuberías de cobre, acero inoxidable o plástico. La conexión se hace mediante simples abrazaderas en

un agujero de 5 mm taladrado en la tubería, cada instalación incorporando válvulas de aislamiento tanto en los tubos de aire como en los de agua.

✓ **Sensor de humedad de JS montado en la pared**

- Sensor de HR del elemento capacitativo de serie industrial con electrónica apta para proporcionar salida de 0-1 V, 4-20 mA para un campo de 10-98 % de HR. La salida se seleccionará mediante conexión de puente simple.
- Precisión del sensor de $\pm 2\%$ a 50% de HR .
- Tiempo de respuesta de 60 segundos (aire en movimiento lento).
- Alojamiento IP 20: plástico blanco marfil con tapa de cierre de pinza desmontable.
- Tamaño: 84 mm x 84 mm x 36 mm de profundidad.
- Montaje mediante dos tornillos accesibles retirando la tapa de cierre con presilla.
- Conexiones: tres terminales enchufables de 3 vías.
- Alimentación: 12 V CC nominal

4.12. SEPARACIONES RESPECTO DE OTRAS INSTALACIONES

Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

4.13. EJECUCIÓN DE LAS REDES DE TUBERÍAS

4.13.1. Condiciones generales.

La ejecución de las redes de tuberías se realizará sin dañar o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.

4.13.2. Uniones y juntas.

Las uniones de los tubos serán estancas.

Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.

Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

4.13.3. Protecciones.

✓ **Protección contra las condensaciones.**

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero si con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.

Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

✓ **Protecciones térmicas**

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

✓ **Protección contra esfuerzos mecánicos**

Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 centímetros por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo.

Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 centímetro.

Cuando la red de tuberías atraviere, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico.

La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de estos, no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

✓ **Protección contra ruidos**

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

- a) los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones estarán situados en zonas comunes;
- b) a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del

ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación;

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

4.14. ACCESORIOS.

✓ Grapas y abrazaderas

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

✓ Soportes

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones.

No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos.

De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

5. ANEXO V SANEAMIENTO.

5.1. LEGISLACION APLICABLE.

El presente anexo recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normas del municipio de Arona para conexión a la red de alcantarillado y condiciones de vertido.
- Leyes de Protección del Ambiente Atmosférico.
- Norma UNE de aplicación.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

5.2. DESCRIPCIÓN GENERAL

5.2.1. Instalación Interior.

La instalación está formada por los bajantes de los evaporadores así como por los sumideros para la limpieza de cada cámara

5.2.2. Acometida.

Se ha dispuesto que el vertido de aguas de saneamiento se realicen hacia la red de saneamiento existente en la zona.

5.2.3. Presión interior.

Como principio general la red de saneamiento se ha proyectado de modo que en régimen normal, las tuberías que la constituyen no tengan que soportar presión interior.

Sin embargo, dado que la red de saneamiento puede entrar parcialmente en carga debido a caudales excepcionales o por obstrucción de una tubería deberá resistir una presión interior de 1 kp/cm^2 (0,098 Mp).

Los tubos serán de PVC siempre de sección circular con sus extremos cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal. Estarán exentos de rebabas, fisuras, granos y presentarán una distribución uniforme de color.

El material empleado en las tuberías para la instalación de saneamiento será plástico PVC tipo **Terrain**.

5.3. CRITERIOS DE DISEÑO.

La instalación de saneamiento se ha diseñado de acuerdo a los siguientes criterios:

- Los colectores del edificio desaguarán siempre que sea posible por gravedad en arqueta general que constituya el punto de conexión entre la instalación de evacuación y la red que conduce el agua a la red de saneamiento público.
- Se utilizará un sistema de recogida y evacuación de agua separativo.
- El trazado de las conducciones se realizará preferiblemente por zonas de fácil acceso, para así simplificar las labores de reparación en caso de avería.

En la instalación se seguirán las siguientes directrices:

- La instalación dispondrá de cierres hidráulicos para impedir el paso de aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos .
- Las tuberías de la red de evacuación tendrán un trazado sencillo, con distancias y pendientes adecuadas para facilitar el tránsito de los residuos y ser autolimpiables. Se evitará la retención de agua en su interior.
- Las redes de tuberías serán accesibles para su mantenimiento y reparación, se dispondrán a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables. En caso contrario contarán con arquetas o registros.
- Se colocarán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.
- La instalación se utilizará para evacuar exclusivamente aguas pluviales o residuales.

5.4. DISPOSICIONES GENERALES RELATIVAS A LAS INSTALACIONES DE SANEAMIENTO.

Existe la obligatoriedad de la evacuación de aguas residuales de los edificios, considerándose como requisito indispensable para la actividad.

Todas las líneas de conducción se realizarán con una pendiente mínima de 3 %. Se preverán cierres hidráulicos bien sean sifones individuales o botes sifónicos colectivos antes de la acometida a las bajantes.

Al atravesar un muro se emplearán pasamuros de plástico dentro de los cuales las tuberías puedan deslizarse, no quedando nunca una junta dentro de estos pasamuros.

El desagüe de los inodoros a los bajantes se realizará directamente o mediante un manguetón de acometida de longitud máxima de 1 m. Si se le da pendiente, esta longitud se puede incrementar.

Las uniones de los desagües de los diferentes servicios y aparatos con las bajantes tendrán la mayor inclinación posible, y será mayor que 45°. Se preverá rejilla desmontable y cierre hidráulico en los sumideros.

La red de saneamiento descargará en la red de saneamiento de la urbanización .

Los desagües de los aparatos serán de P.V.C. de 110 mm de diámetro de 40 mm y 50 mm de diámetro según los planos.

5.5. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE SANEAMIENTO.

Entre los cierres hidráulicos empleados en la instalación tendremos de 2 tipos;

- Sifones individuales, propios de cada aparato.
- Botes sifónicos

Serán autolimpiables, de superficies interiores antiadherente para que no retengan sólidos, con registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable, se instalarán lo más cerca posible de la válvula de desagüe del aparato.

La altura mínima de cierre hidráulico debe ser de 50 mm para usos continuos y 70 mm para usos discontinuos. La altura máxima de cierre será de 100 mm. La corona estará a una distancia de 60 cm por debajo de la válvula de desagüe del aparato. El diámetro del sifón será igual o superior al diámetro de la válvula de desagüe e igual o menor que el del ramal de desagüe.

Se instalarán lo más cerca posible de la válvula de desagüe del aparato, para limitar la longitud de tubo sucio sin protección hacia el ambiente. No se instalarán en serie, por lo que cuando se instale bote sifónico para un grupo de aparatos sanitarios, estos no estarán dotados de sifón individual.

En los lugares en los que se disponga de un único cierre hidráulico para servicio de varios aparatos, se reducirá al máximo la distancia de estos al cierre.

La distancia del bote sifónico a la bajante será inferior a 2 metros. Las derivaciones que acometan al bote sifónico tendrán una longitud menor a 2,5 m, con una pendiente establecida entre el 2 y 4 %.

Las bajantes se realizarán sin desviaciones ni retranqueos y con un diámetro uniforme en toda su altura (véase planos de saneamiento).

El diámetro nunca disminuirá en el sentido de la corriente. Se podrá disponer de un aumento de diámetro cuando acometan a la bajante caudales de magnitud mucho mayor que los de los tramos situados aguas arriba.

En la obra debido a la naturaleza de la misma dispondremos de colectores colgados y enterrados (véase plano de saneamiento).

✓ **Colectores Colgados.**

Las bajantes se conectarán a los colectores colgados mediante piezas especiales según las especificaciones del material.

Tendrán una pendiente mínima del 1 %. Nunca acometerá en un mismo punto más de dos colectores.

En los tramos rectos, en cada encuentro o acoplamiento tanto en horizontal como en vertical, así como en las derivaciones, se dispondrán registros constituidos por piezas especiales, de tal manera que los tramos entre ellos no superen los 15 m.

✓ **Colectores enterrados.**

Los tubos se dispondrán en zanjas de acuerdo al diseño, situados por debajo de la red de distribución de agua potable. Tendrán una pendiente mínima del 2%

La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta a pie de bajante, que en ningún caso será sifónica.

Se dispondrán registros como máximo cada 15 m.

En redes enterradas la unión entre las redes verticales y horizontales, entre sus encuentros y derivaciones, se realizará con arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón con tapa practicable. Sólo podrá acometer un colector por cada cara de la arqueta. El ángulo entre el colector y la salida debe ser superior a 90 °.

La arqueta a pie de bajante se utilizará para registro al pie de las bajantes cuando la conducción a partir de dicho punto vaya a quedar enterrada, no será de tipo sifónico.

A las arquetas de paso sólo podrán acometer como máximo 3 colectores.

Las arquetas de registro dispondrán de tapa accesible y practicable.

Los registros para limpieza de colectores deben situarse en cada encuentro y cambio de dirección e intercalados en tramos rectos.

✓ **Válvulas antirretorno de seguridad.**

Se instalarán válvulas antirretorno de seguridad para prevenir posibles inundaciones, dispuestas en lugares de fácil acceso para su registro y mantenimiento.

5.6. CONSTRUCCIÓN.

La instalación de evacuación de aguas residuales se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de ejecución de la obra.

5.6.1. Ejecución de los puntos de captación.

✓ **Válvulas de desagüe.**

1-. Su ensamblaje e interconexión se efectuará mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica.

2-. Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable.

3-. En el montaje de válvulas no se permitirá la manipulación de las mismas, quedando prohibida la unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador.

✓ **Sifones individuales y botes sifónicos.**

1-. Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos y siempre desde el propio local en que se hallen instalados. Los *cierres hidráulicos* no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Los botes sifónicos empotrados en forjados sólo se podrán utilizar en condiciones ineludibles y justificadas de diseño.

2-. La distancia máxima, en sentido vertical, entre la válvula de desagüe y la corona del sifón debe ser igual o inferior a 60 cm, para evitar la pérdida del sello hidráulico.

4-. Cuando se instalen sifones individuales, se dispondrán en orden de menor a mayor altura de los respectivos *cierres hidráulicos* a partir de la embocadura a la *bajante* o al manguetón del inodoro, si es el caso, donde desembocarán los restantes aparatos aprovechando el máximo desnivel posible en el desagüe de cada uno de ellos. Así, el más próximo a la *bajante* será la bañera, después el bidé y finalmente el o los lavabos.

5-. No se permitirá la instalación de sifones antisucción, ni cualquier otro que por su diseño pueda permitir el vaciado del sello hidráulico por sifonamiento.

6-. Los botes sifónicos quedarán enrasados con el pavimento y serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua.

7-. La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 20 mm y el tubo de salida como mínimo a 50 mm, formando así un *cierre hidráulico*. La conexión del tubo de salida a la *bajante* no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para evitar la pérdida del sello hidráulico.

8-. El diámetro de los botes sifónicos será como mínimo de 110 mm.

9-. Los botes sifónicos llevarán incorporada una válvula de retención contra inundaciones con boya flotador y desmontable para acceder al interior. Así mismo, contarán con un tapón de registro de acceso directo al tubo de evacuación para eventuales atascos y obstrucciones.

5.7. EJECUCIÓN DE LAS REDES DE PEQUEÑA EVACUACIÓN.

1-. Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones.

2-. Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva.

3-. Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 700 mm para tubos de diámetro no superior a 50 mm y cada 500 mm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, estos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada.

4-. En el caso de tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas.

Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros.

5-. Los pasos a través de forjados, o de cualquier elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 10 mm, que se retocará con masilla asfáltica o material elástico.

5.7.1. Ejecución de bajantes.

✓ Ejecución de las bajantes.

1-. Las *bajantes* se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no será menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas debe ser de 15 veces el diámetro, y podrá tomarse la tabla siguiente como referencia, para tubos de 3 m:

Diámetro del tubo en mm	40	50	63	75	110	125	160
Distancia en m	0,4	0,8	1,0	1,1	1,5	1,5	1,5

2-. Las uniones de los tubos y piezas especiales de las *bajantes* de PVC se sellarán con colas sintéticas impermeables de gran adherencia dejando una holgura en la copa de 5 mm, aunque también se podrá realizar la unión mediante junta elástica.

3-. En las *bajantes* de polipropileno, la unión entre tubería y accesorios, se realizará por soldadura en uno de sus extremos y junta deslizante (anillo adaptador) por el otro; montándose la tubería a media carrera de la copa, a fin de poder absorber las dilataciones o contracciones que se produzcan.

4-. Las *bajantes*, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos, para, por un lado poder efectuar futuras reparaciones o acabados, y por otro lado no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas.

5-. A las *bajantes* que discurriendo vistas, sea cual sea su material de constitución, se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible.

5.7.2. Ejecución de albañales y colectores.

✓ Ejecución de la red horizontal colgada

1-. El entronque con la *bajante* se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia igual o mayor que 1 m a ambos lados.

2-. Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería.

3-. En los cambios de dirección se situarán codos de 45°, con registro roscado.

4-. La separación entre abrazaderas será función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:

a) en tubos de PVC y para todos los diámetros, 0,3 cm;

b) en tubos de fundición, y para todos los diámetros, 0,3 cm.

5-. Aunque se debe comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,50 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de ésta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red.

6-. En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m.

7-. La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones.

8-. Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contra-tubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las *bajantes*.

✓ Ejecución de la red horizontal enterrada

1-. La unión de la *bajante* a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca.

2-. Si la distancia de la *bajante* a la arqueta de pie de bajante es larga, se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de este, para impedir que funcione como ménsula.

3-. Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

a) para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa;

b) para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivos.

4-. Nunca se hormigonará sobre el tubo, previamente se ha de disponer sobre el mismo una capa de arena de al menos 10 cm , después de la cual se hormigonará

6. **BIBLIOGRAFÍA**

1-ASHRAE 2005. Handbook Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, 2005.

2- Guía Básica del Frigorista CATAINFRI S.L

3-W. POHLMANN, Manual de técnica frigorífica, Editorial OMEGA.

4-UNIVERSIDAD DE CORDOBA, Ingeniería del frío: Teoría y Practica, AMV Ediciones.

5-AENOR, Recopilación de normas UNE. Calefacción y climatización. Instalación, Diseño y cálculo. Ingeniería mecánica. Tomo 8.

6-Catálogos de TEFRINCA. Condensadores evaporativos. Evaporadores inundados.

7- Tecnología del Manejo de Postcosecha de Frutas y Hortalizas. Julio E. Amaya Robles.

8-Conservación de alimentos por frío. Eduardo Umaña Cerros.

9- Tecnología Frigorífica. Libro de Santiago Aroca Lastra; Alicia Mayoral Esteban.

10- Las Instalaciones Frigoríficas en las Industrias Agroalimentarias (Manual de Diseño). Antonio López Gómez.

11- Procesado de Alimentos. Julieta Mérida García.

12- Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos. A. Madrid, J. M. Gómez-Pastrana

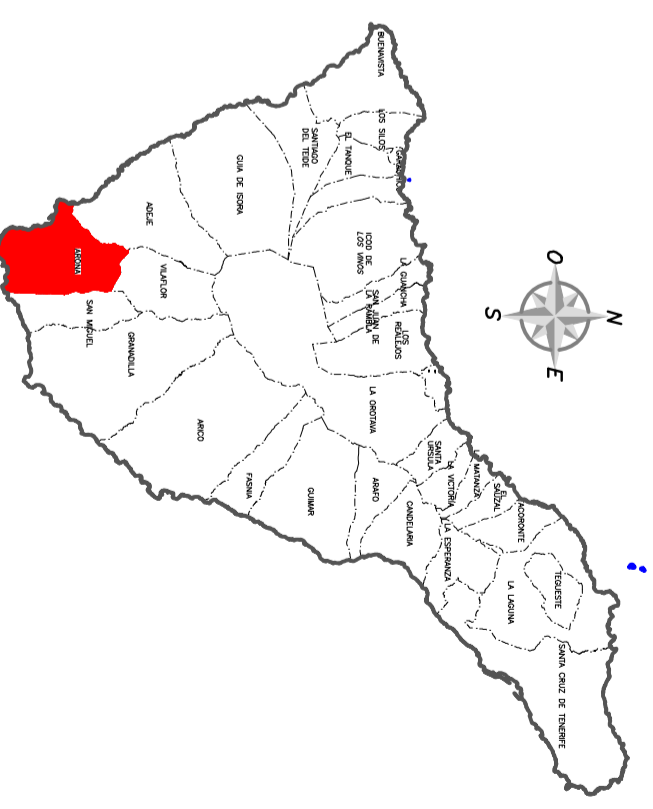
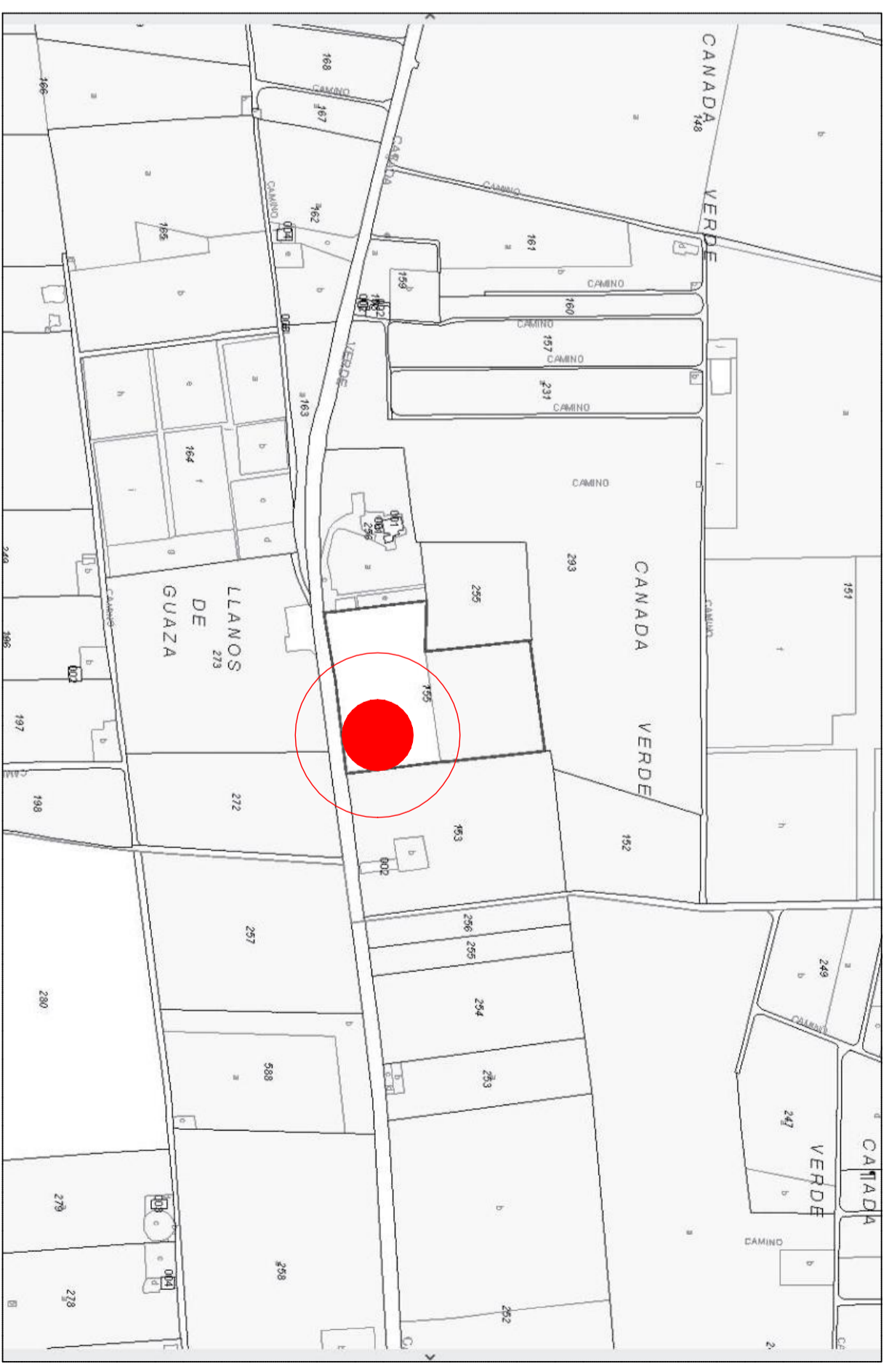
13-Manuales de diseño de los siguientes fabricantes:

- Pecomark: <http://www.pecomark.com>
- Danfoss: <http://www.danfoss.es>
- Emerson Climate Technologies: <http://www.emersonclimate.com>
- Evaporadores y condensadores: <http://www.frimetal.es>
- Copeland: <http://www.copeland.com>
- Salvador Escoda: <http://www.salvadorescoda.com>
- Aire acondicionado Clivet: www.Clivet.es
- Carrier España: www.carrier.es
- Ako: <http://www.ako.es>

- Praxair: <http://www.praxair.es>
- Kimikal: <http://www.kimikal.es>
- Extinfrisa: <http://www.extinfrisa.es>
- Otros manuales

14-Programas de cálculo utilizados:

- Programa de Selección BITZER. Selección de compresores.
- Programa Solkane, para propiedades de refrigerantes, y selección de tuberías para el R404A.
- Güntner Product Calculator . Condensador y evaporador.

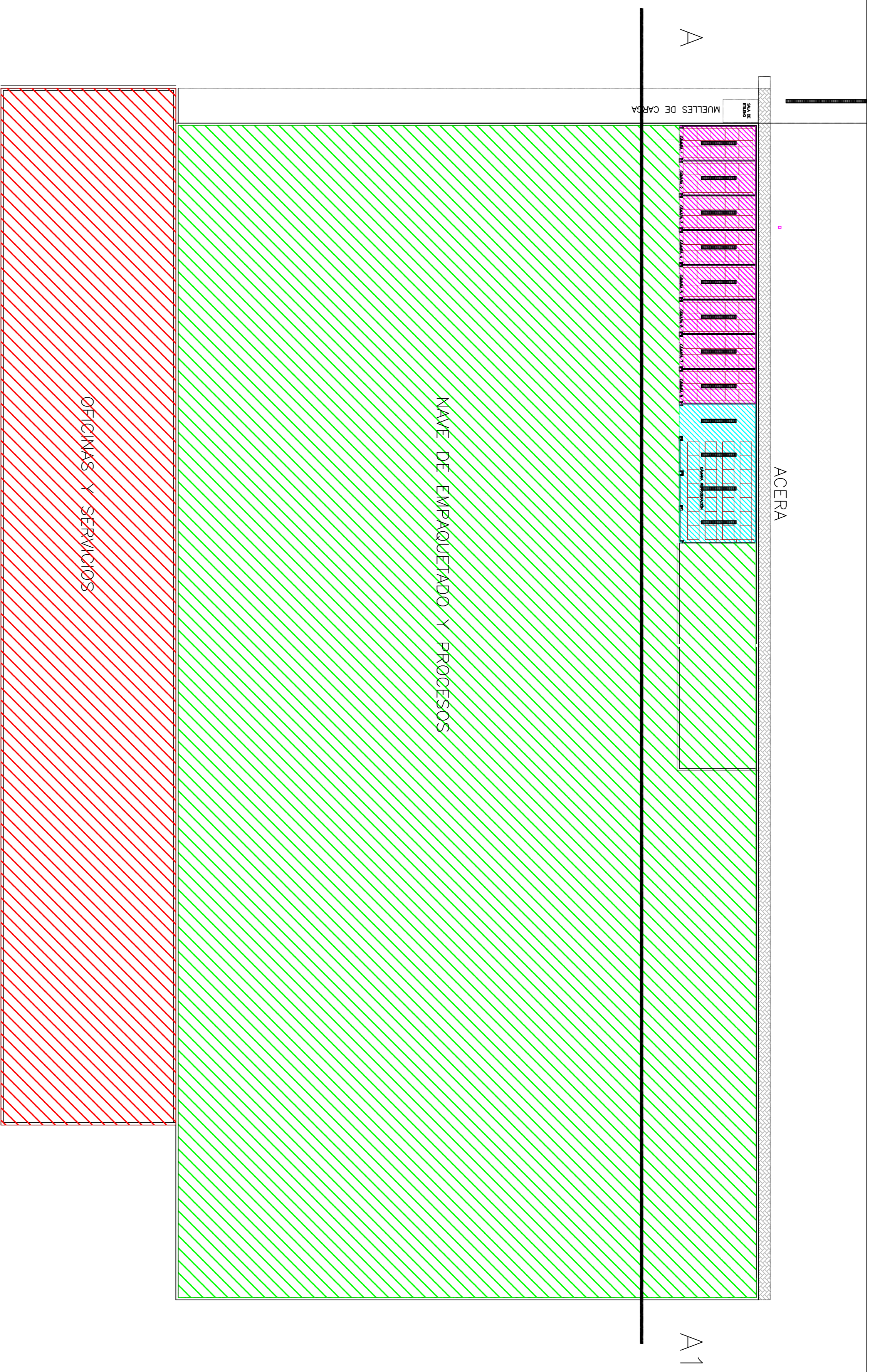


TERMINO MUNICIPAL AROÑA

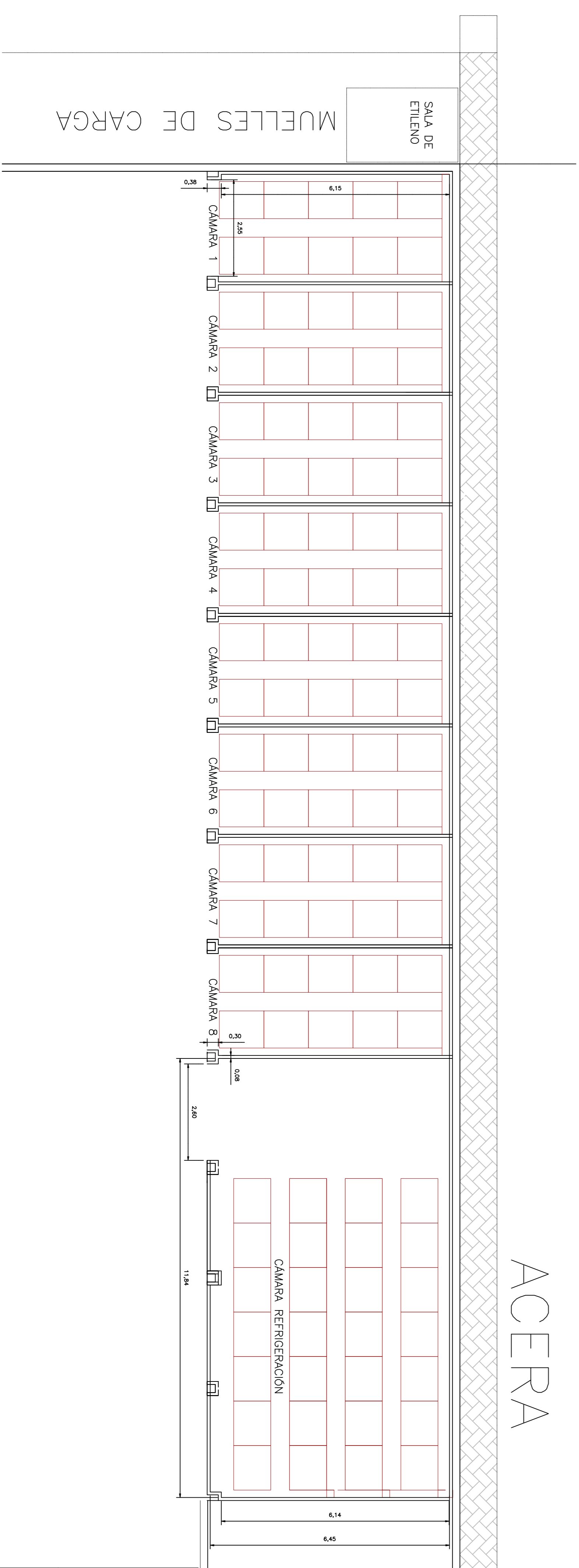
Proyecto de Instalaciones para Cámaras de Refrigeración/Maduración de Plátanos

Fecha	Autor	 ULL Universidad de La Laguna
09/2015	Patricia Bello	
Comprobado	09/2015	Castañeda
Id. normas	UNE-EN-DIN	

ESCALA: S/E	SITUACION	NºPlano: 01
-------------	-----------	-------------



SECCION A-A E 1:75



ACERA



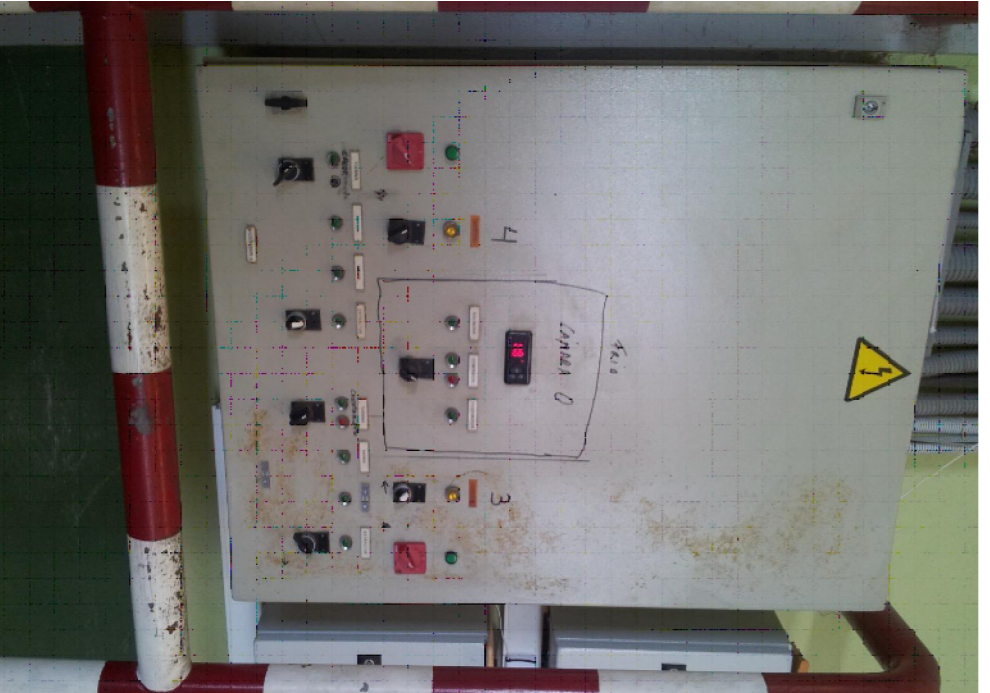
Zona de la nave donde se efectuarán las instalaciones nuevas y la adecuación de las existentes


CLASIFICACION ZONAS	
	Zona de oficinas y varios
	Nave de empaquetado y procesos
	Cámara de refrigeración
	Nuevas cámaras de maduración

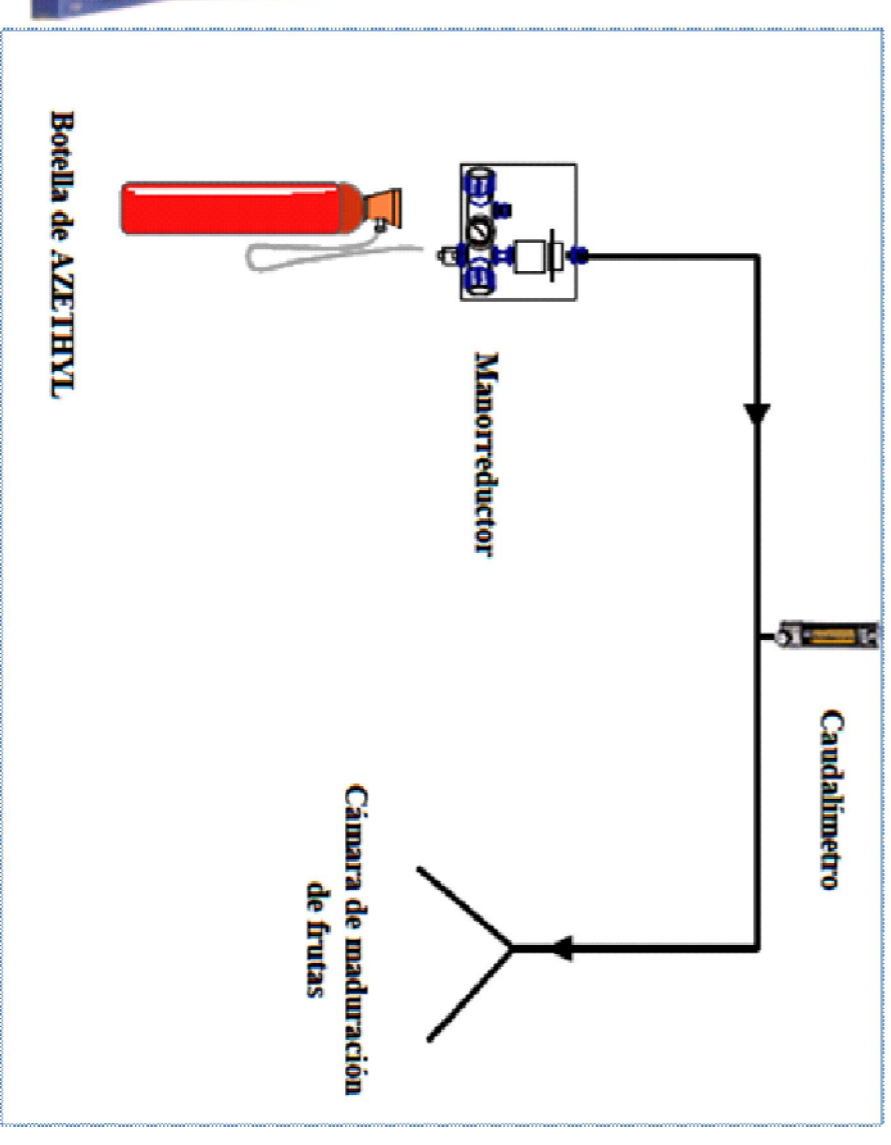
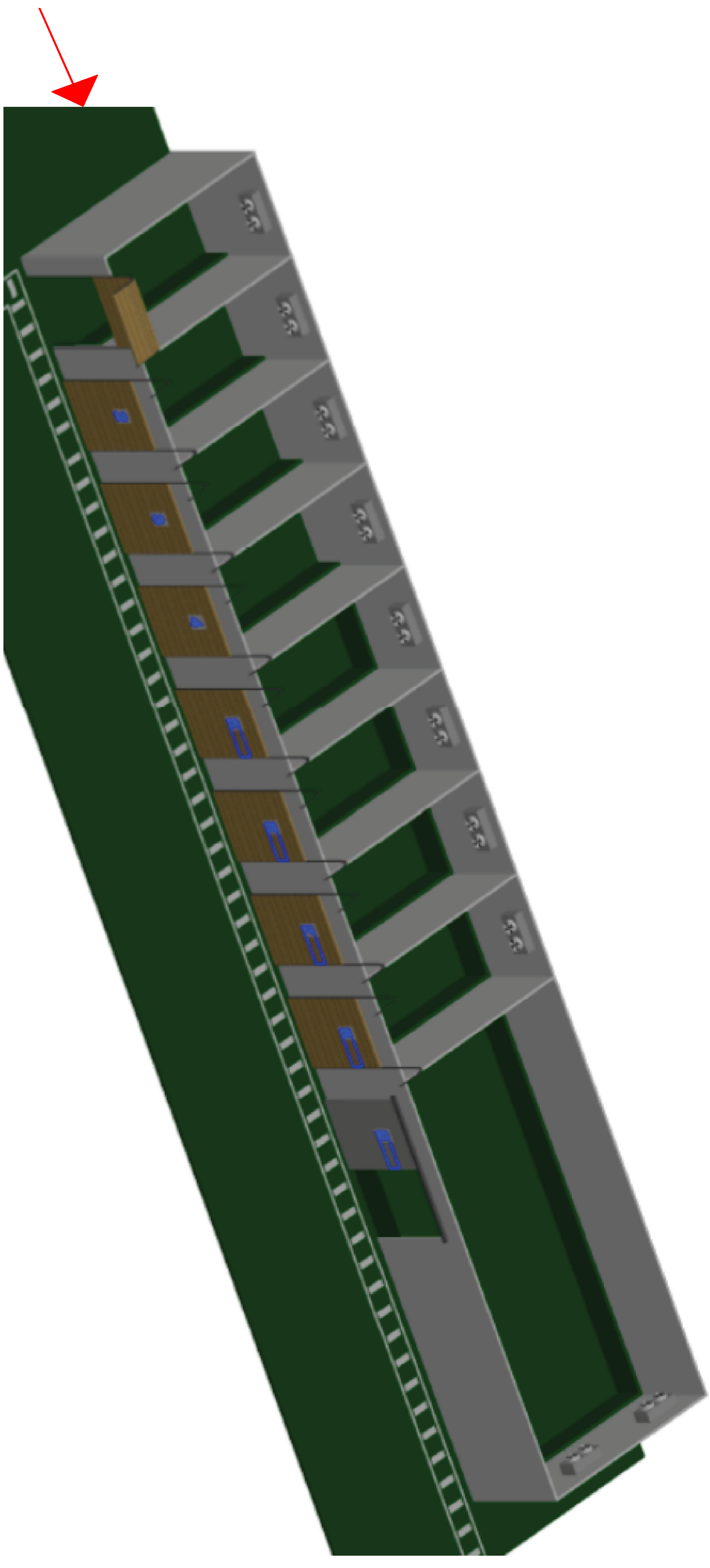
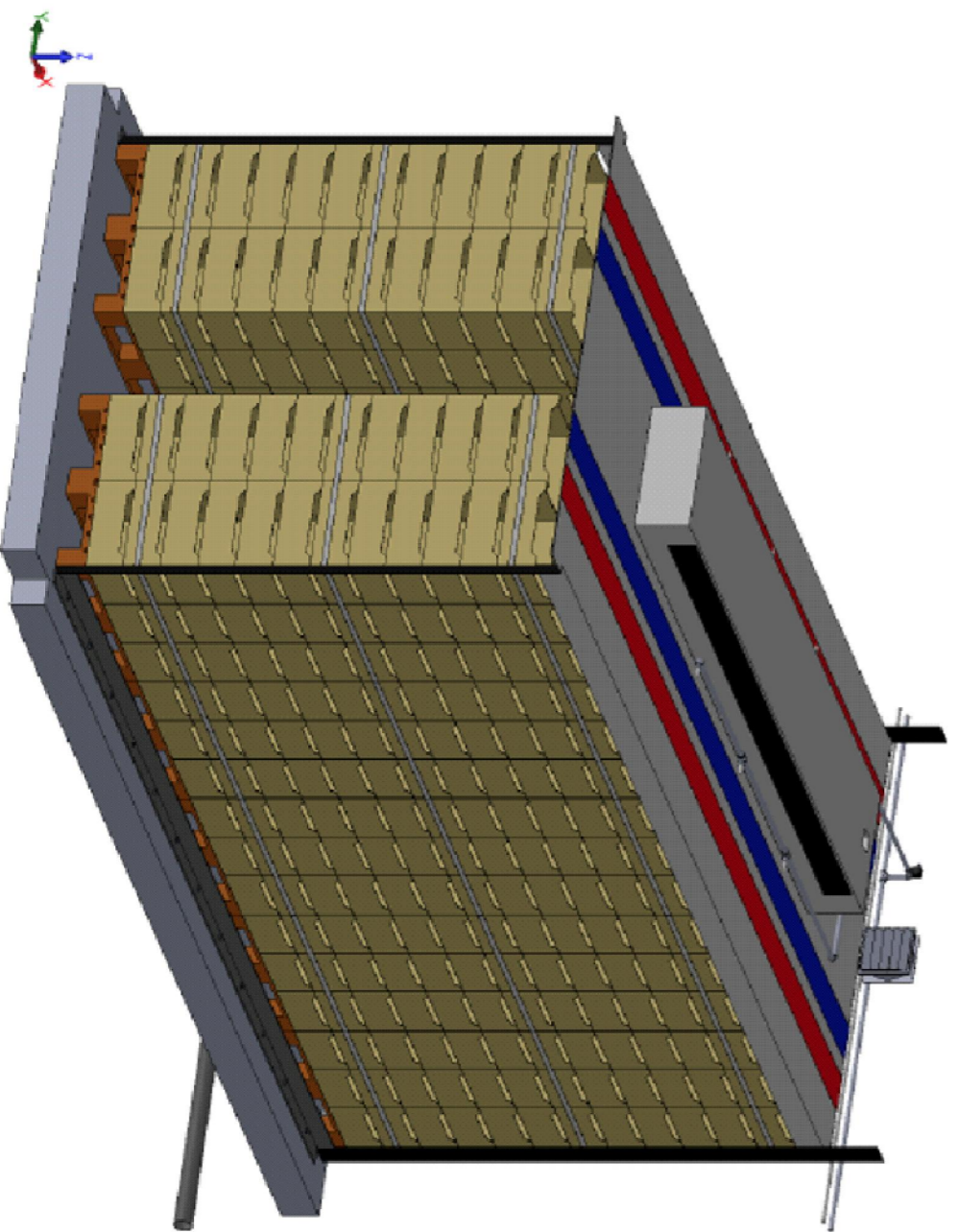
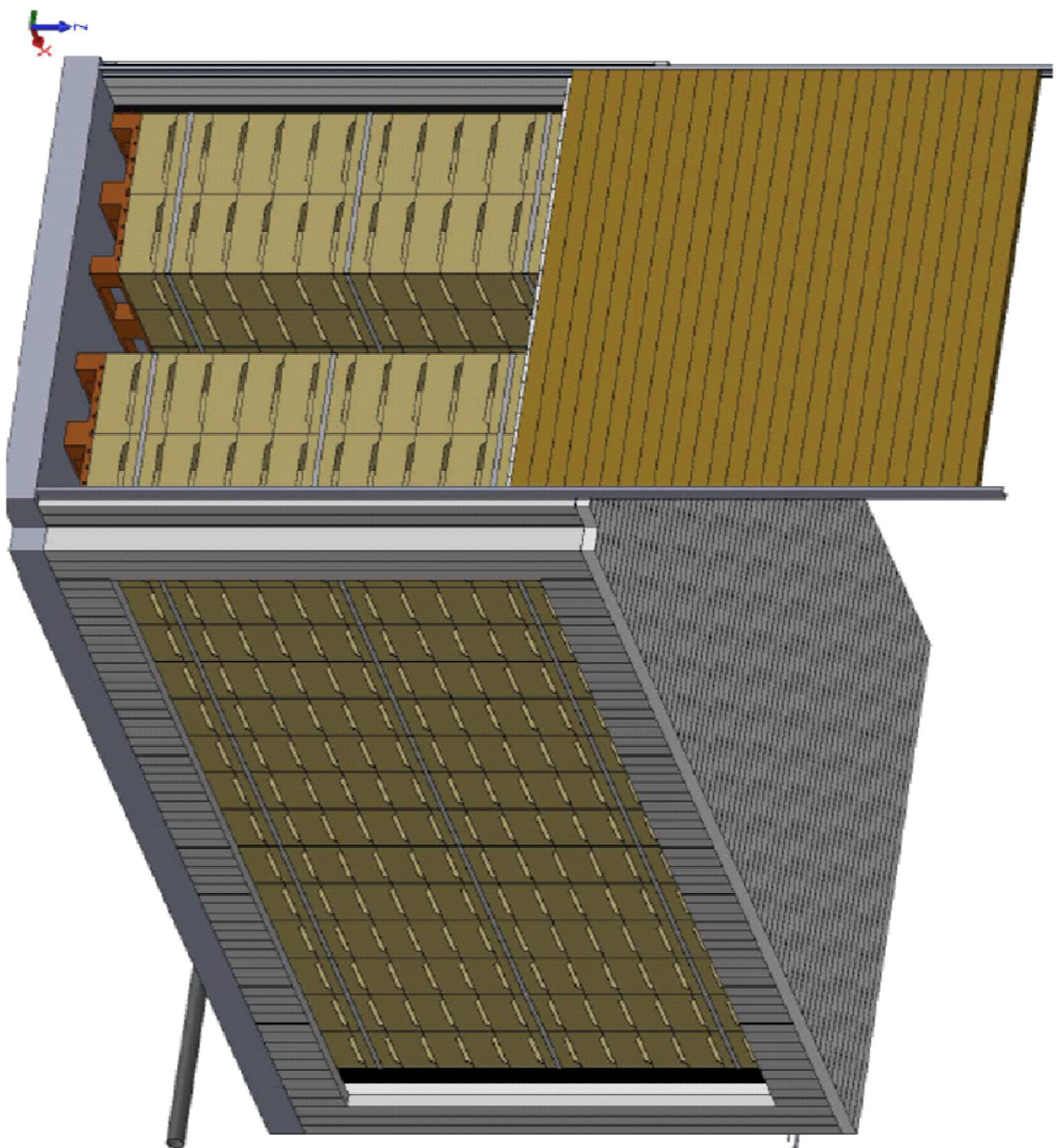
Proyecto de Instalaciones para Cámaras de Refrigeración/Maduración de Plátanos			
Fecha	Autor		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Sección de Ingeniería Industrial Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna
Dibujado	09/2015		
Comprobado	09/2015	Bello	
Id. normas	UNE-EN-DIN	Casimiro	
ESCALA: 1/250 y 1/75		ACOTADO- USOS	
		Nº Plano: 02	



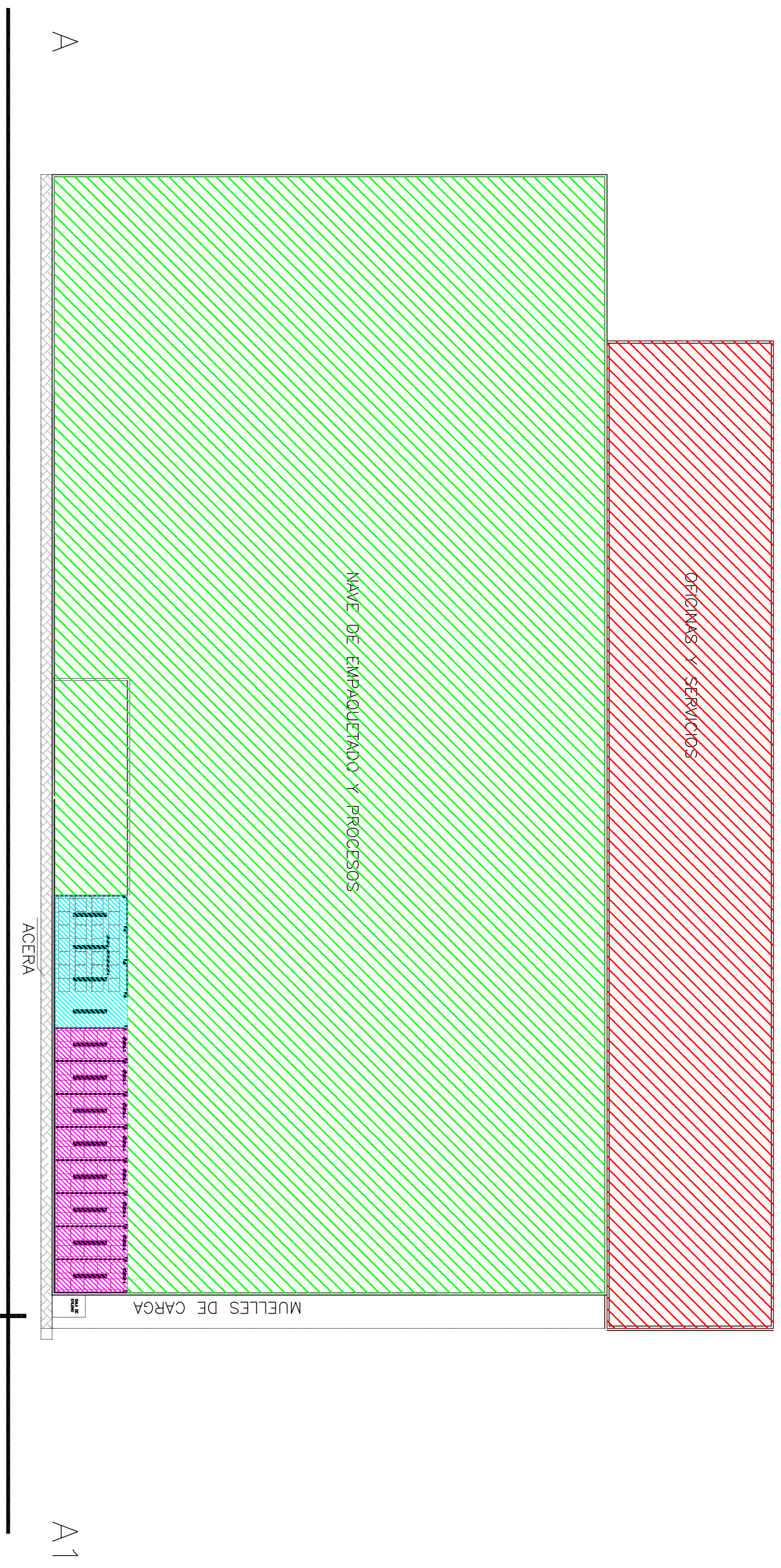
Zona de la nave donde se efectuarán las instalaciones nuevas y la adecuación de las existentes



Proyecto de Instalaciones para Cámaras de Refrigeración/Maduración de Plátanos					
Fecha	Autor	 Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Sección de Ingeniería Industrial Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna			
09/2015	Pedro Bello				
09/2015	Casimiro				
Completado	UNE-EN-DIN				
Id. normas					
ESQAUK S/E		ESTADO ACTUAL		NºFolios: 03	

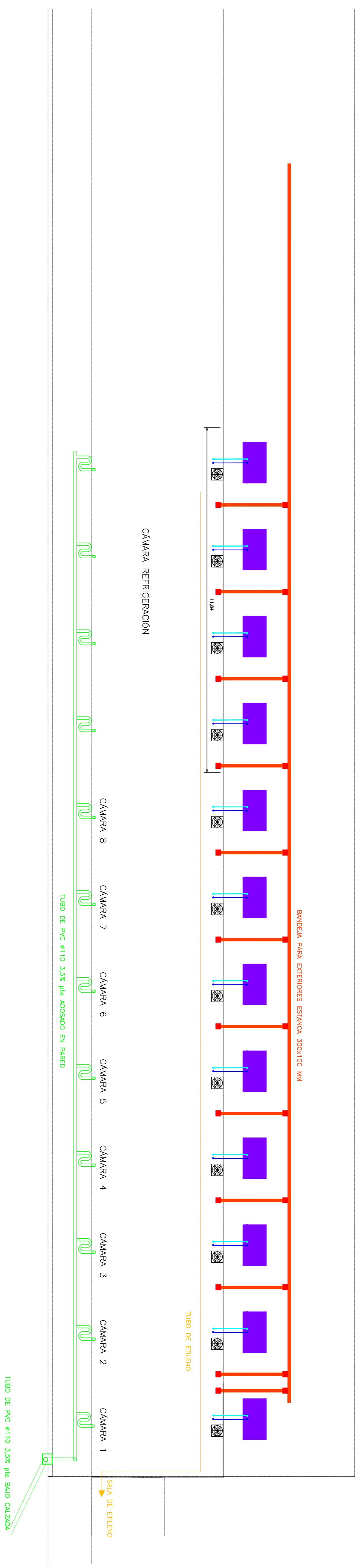


Proyecto de Instalaciones para Cámaras de Refrigeración/Maduración de Plátanos			
Fecha	Autor	U11	
09/2015	patricia bello	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Sección de Ingeniería Industrial Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de la Laguna	
Completado	09/2015	Castiella y Castellón	
Id. normas	JUNE-EN-DIN		
ESCALA: S/E	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	NºPlano: 04	

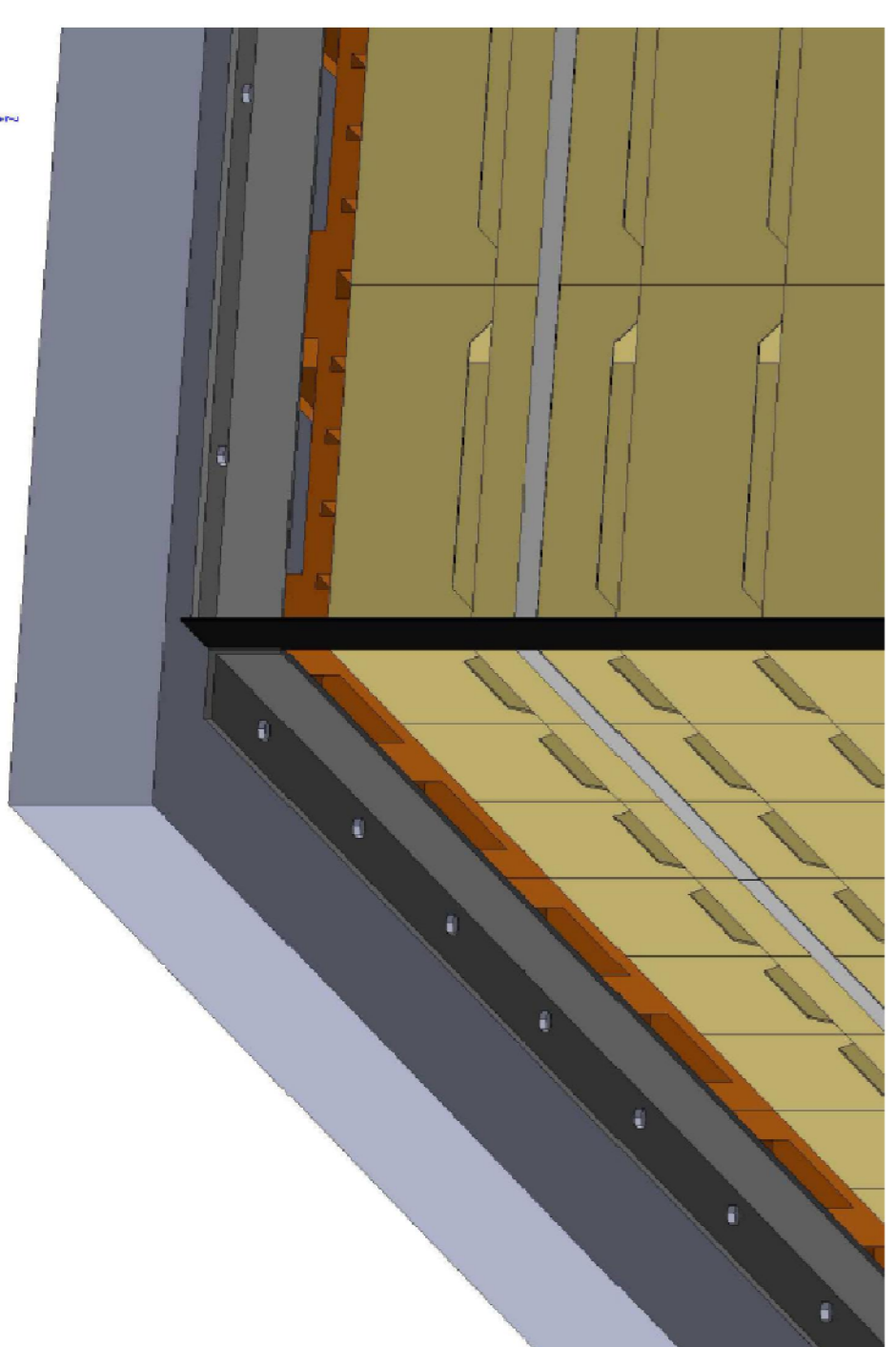
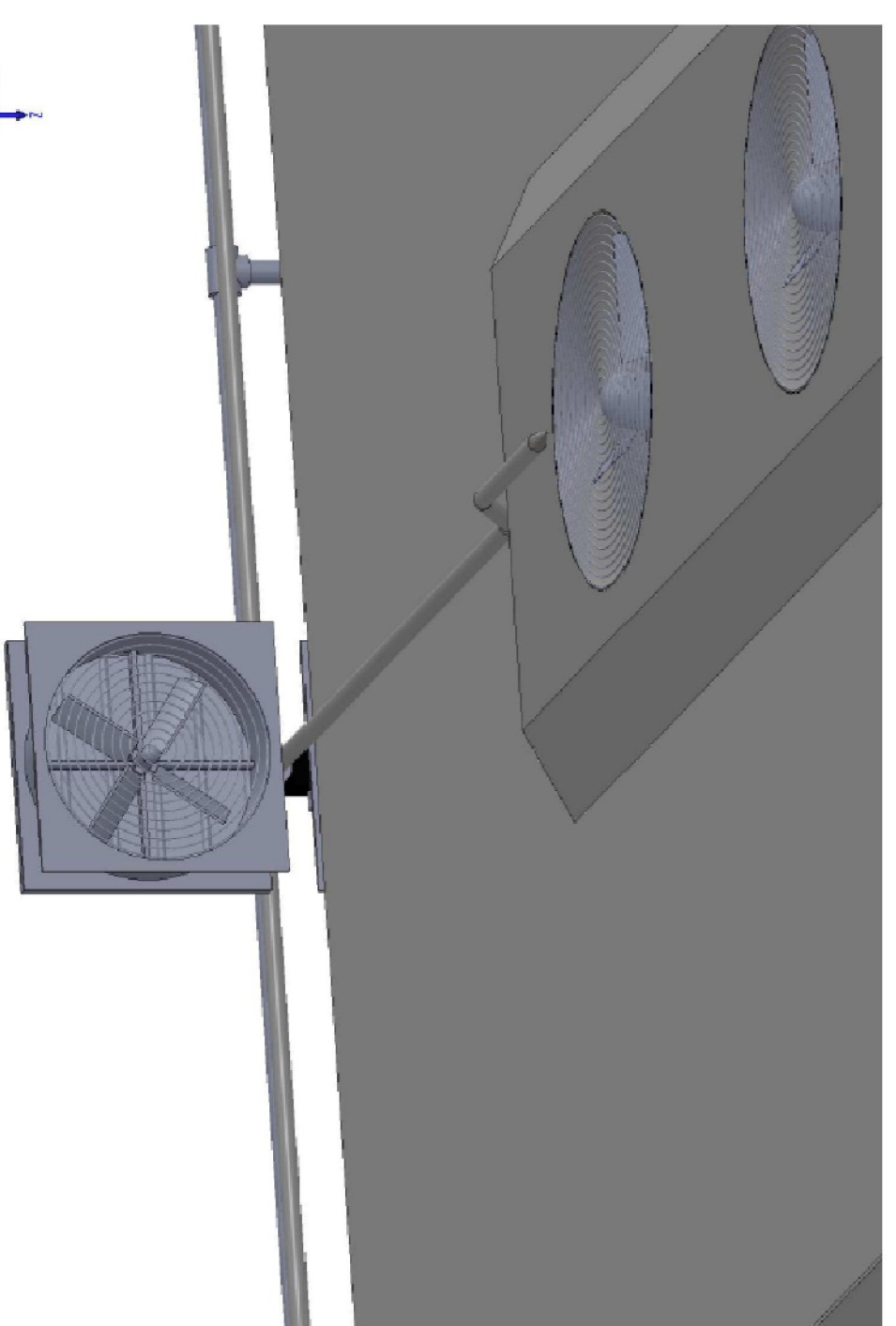
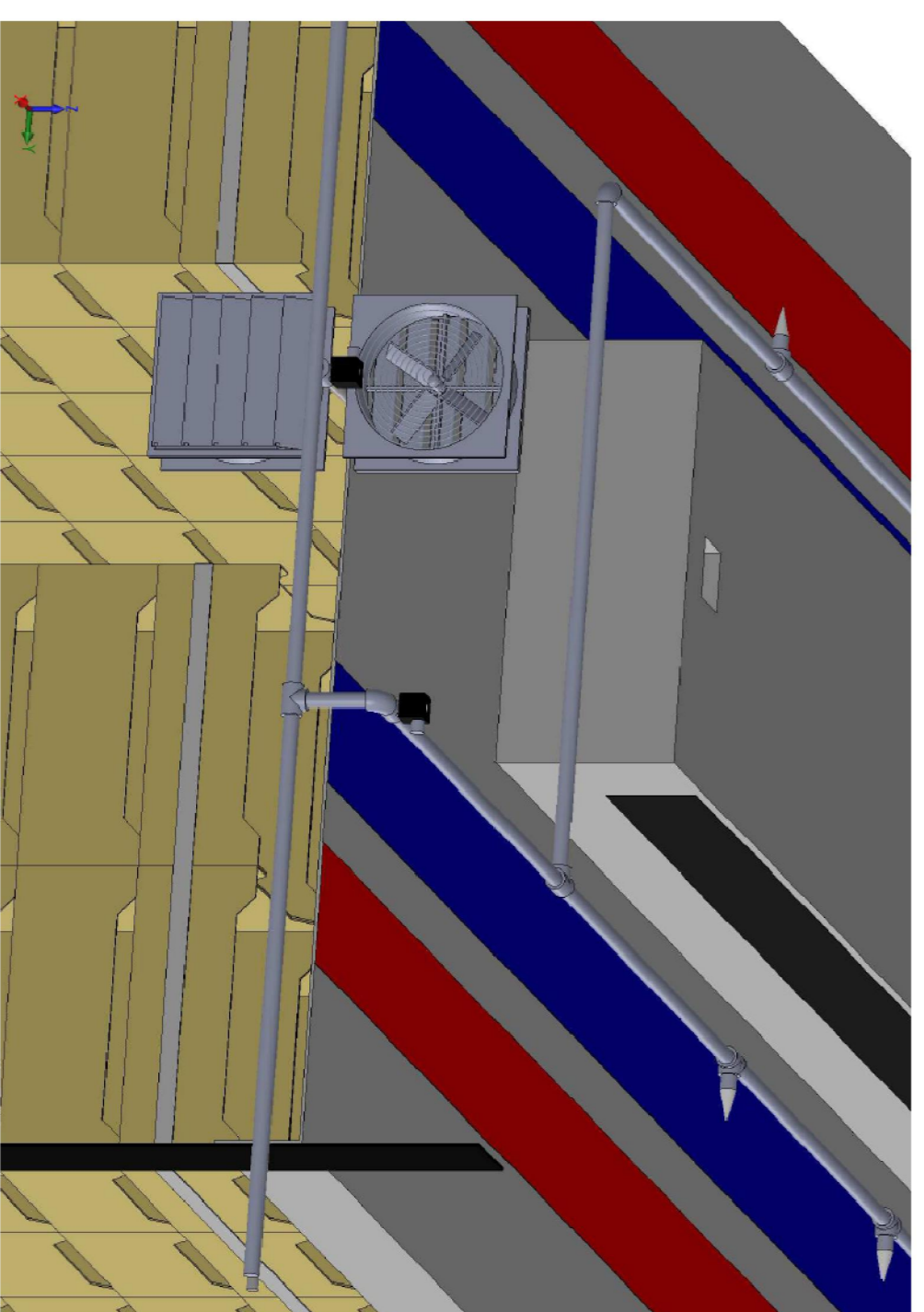
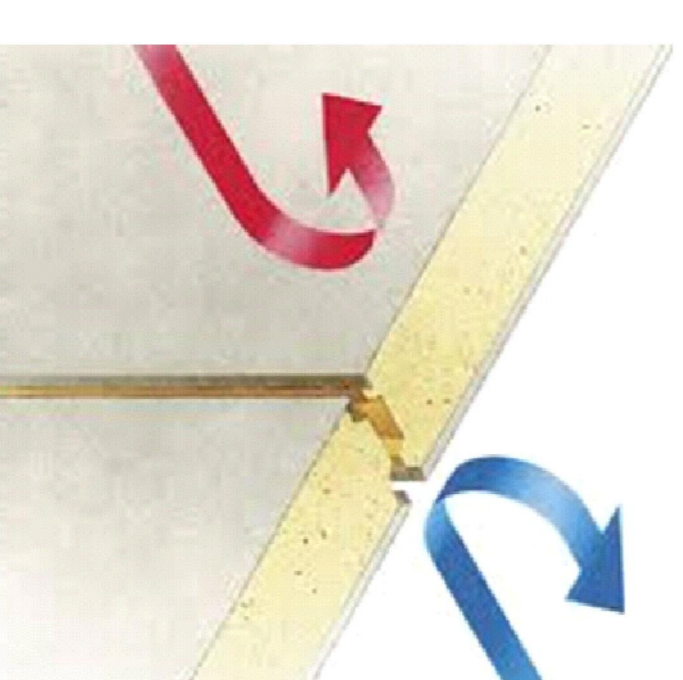
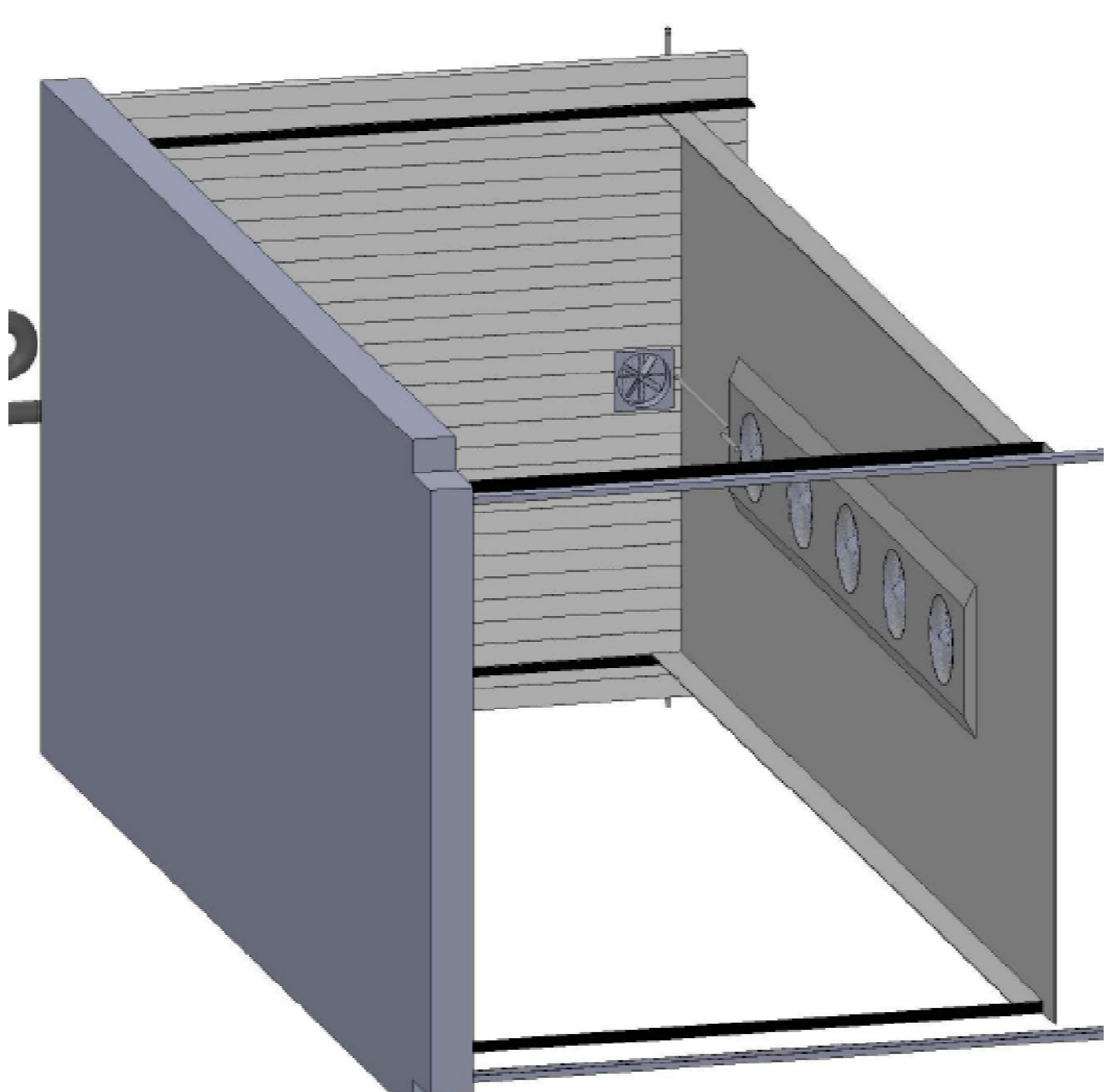
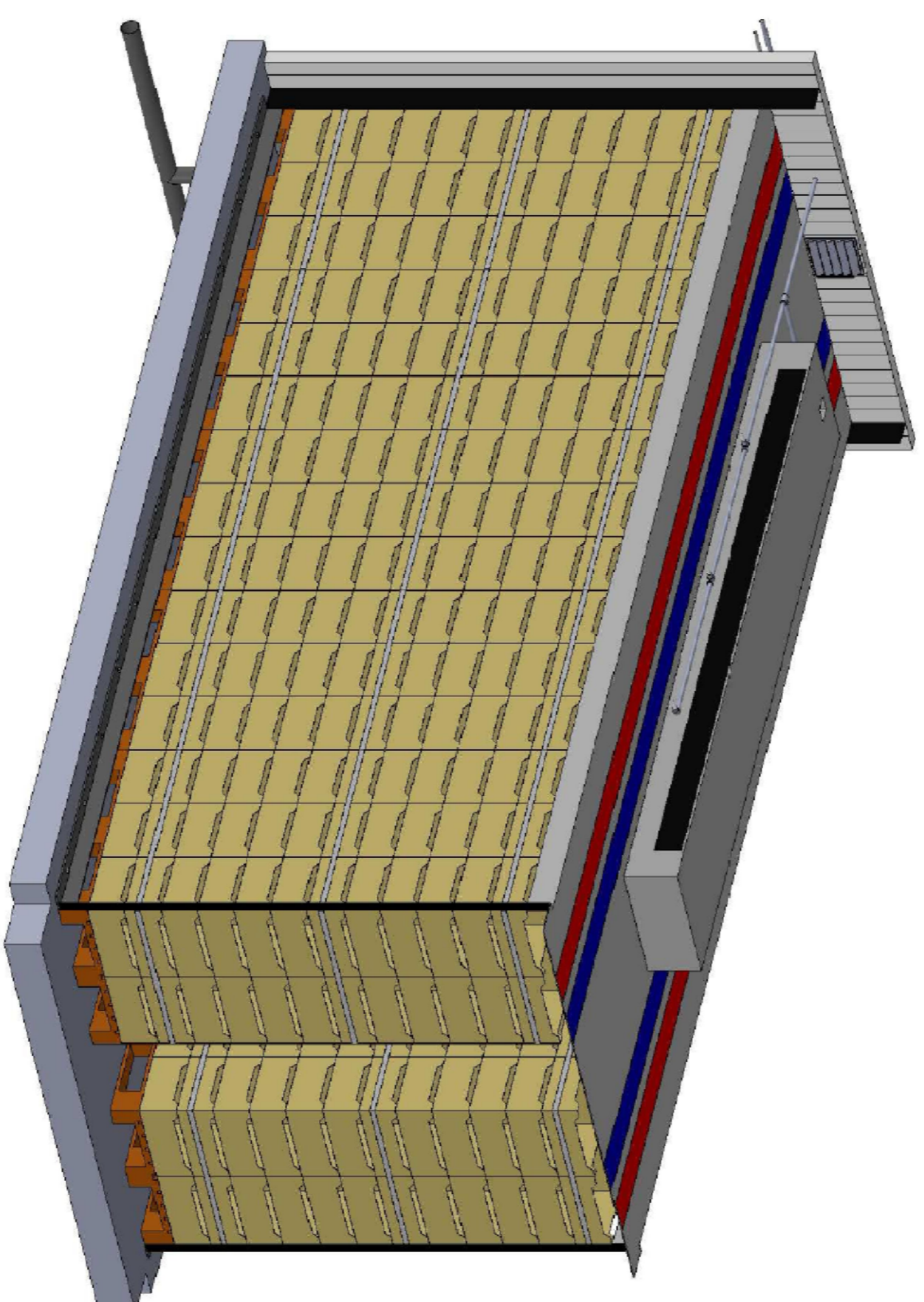
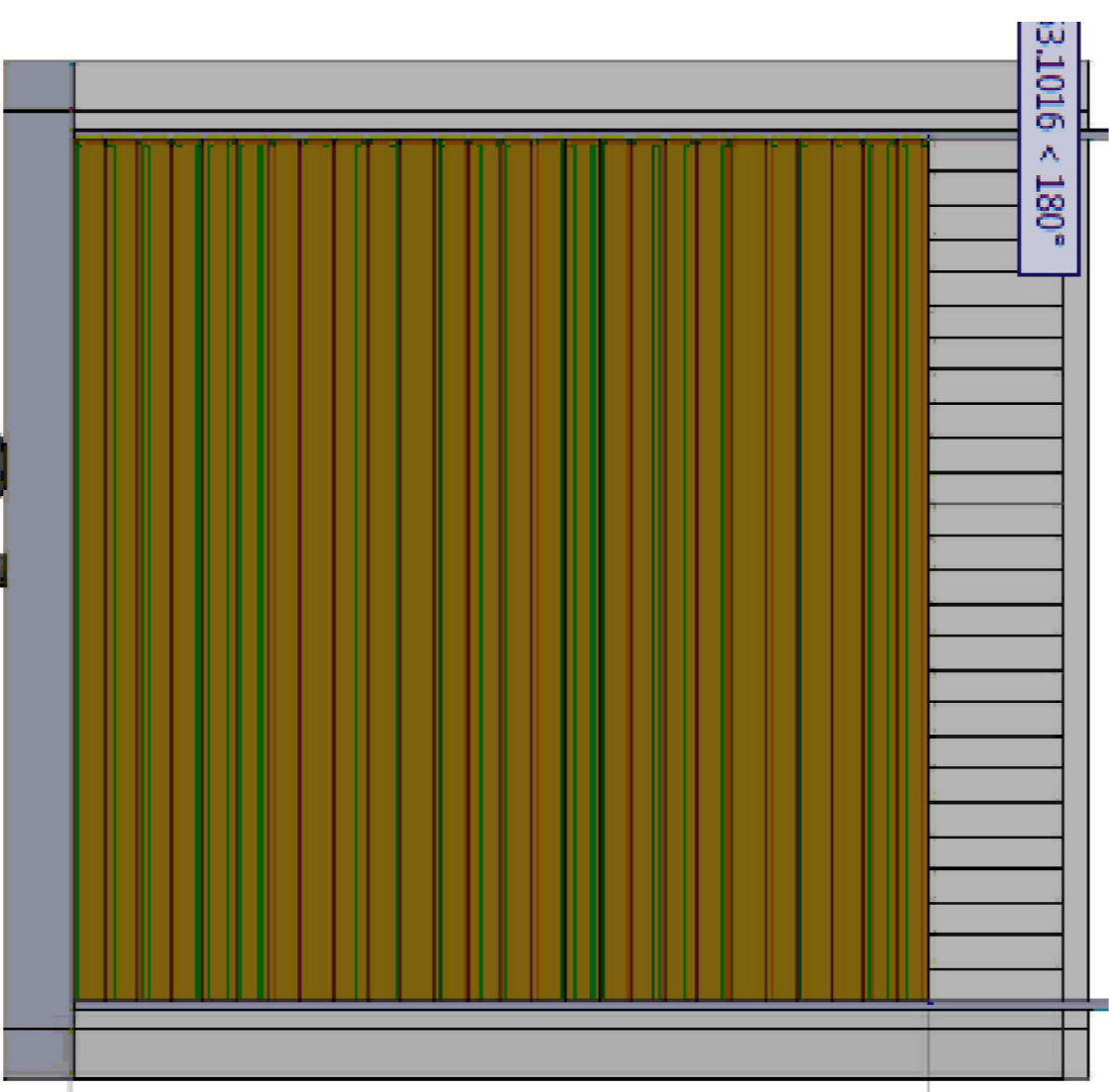
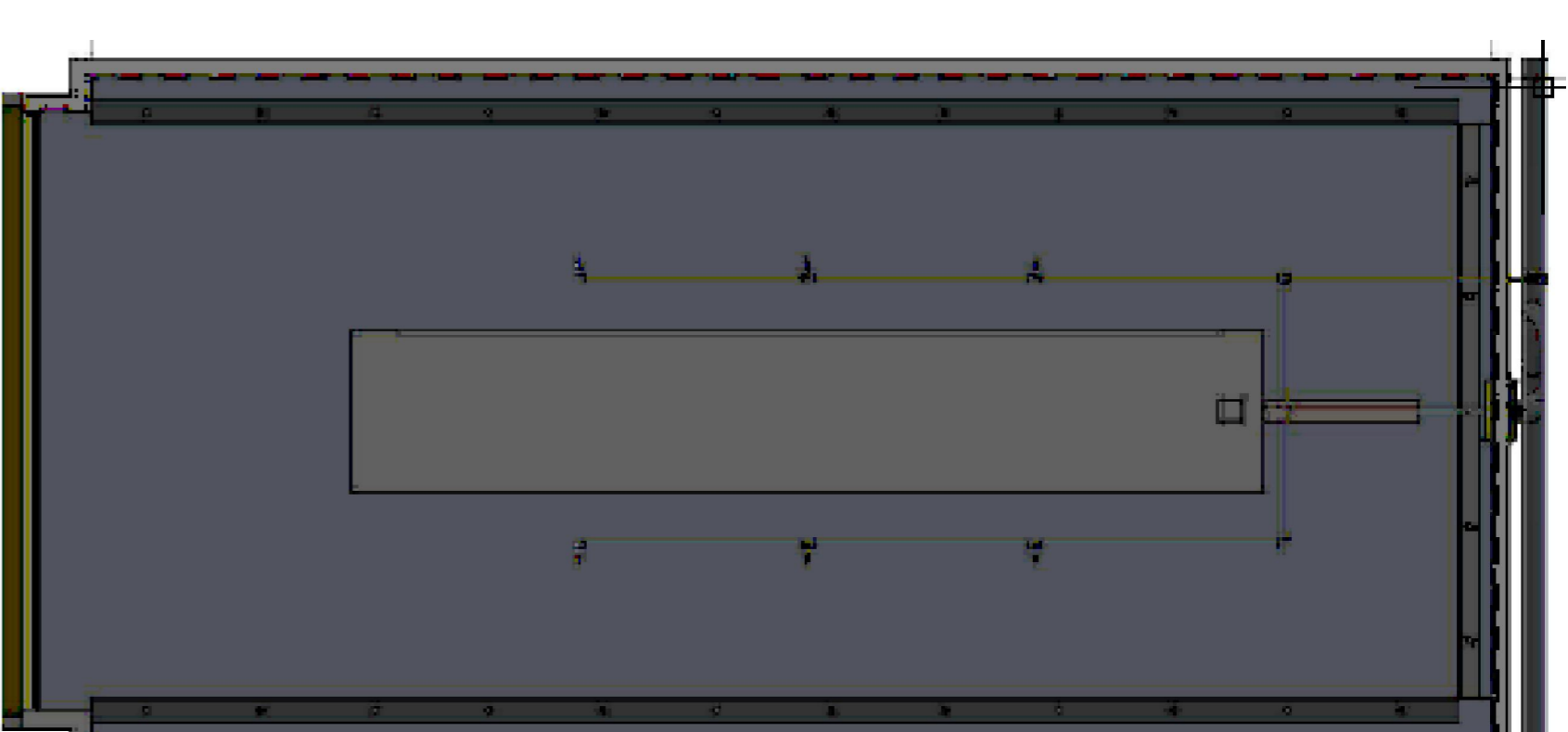
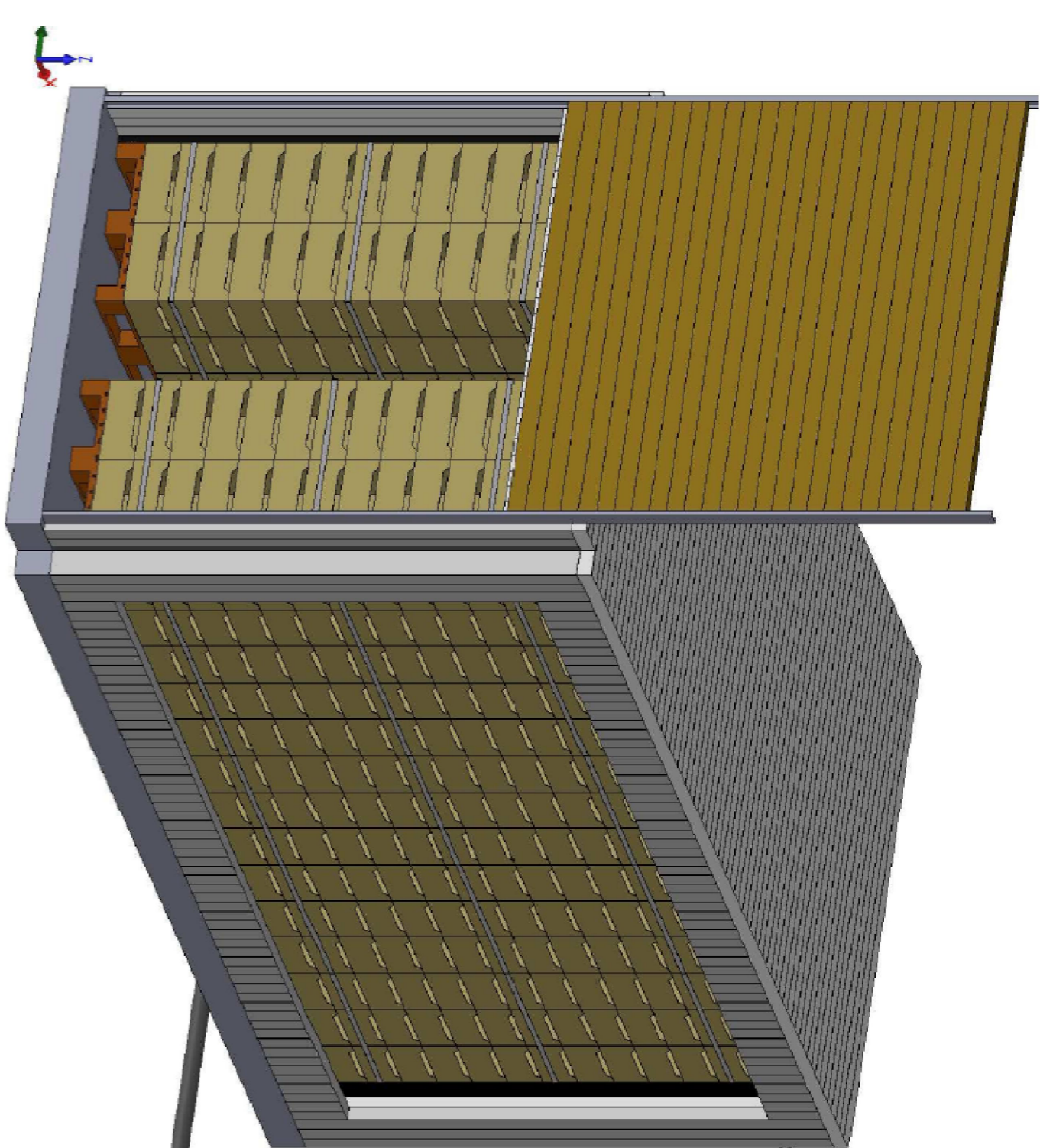
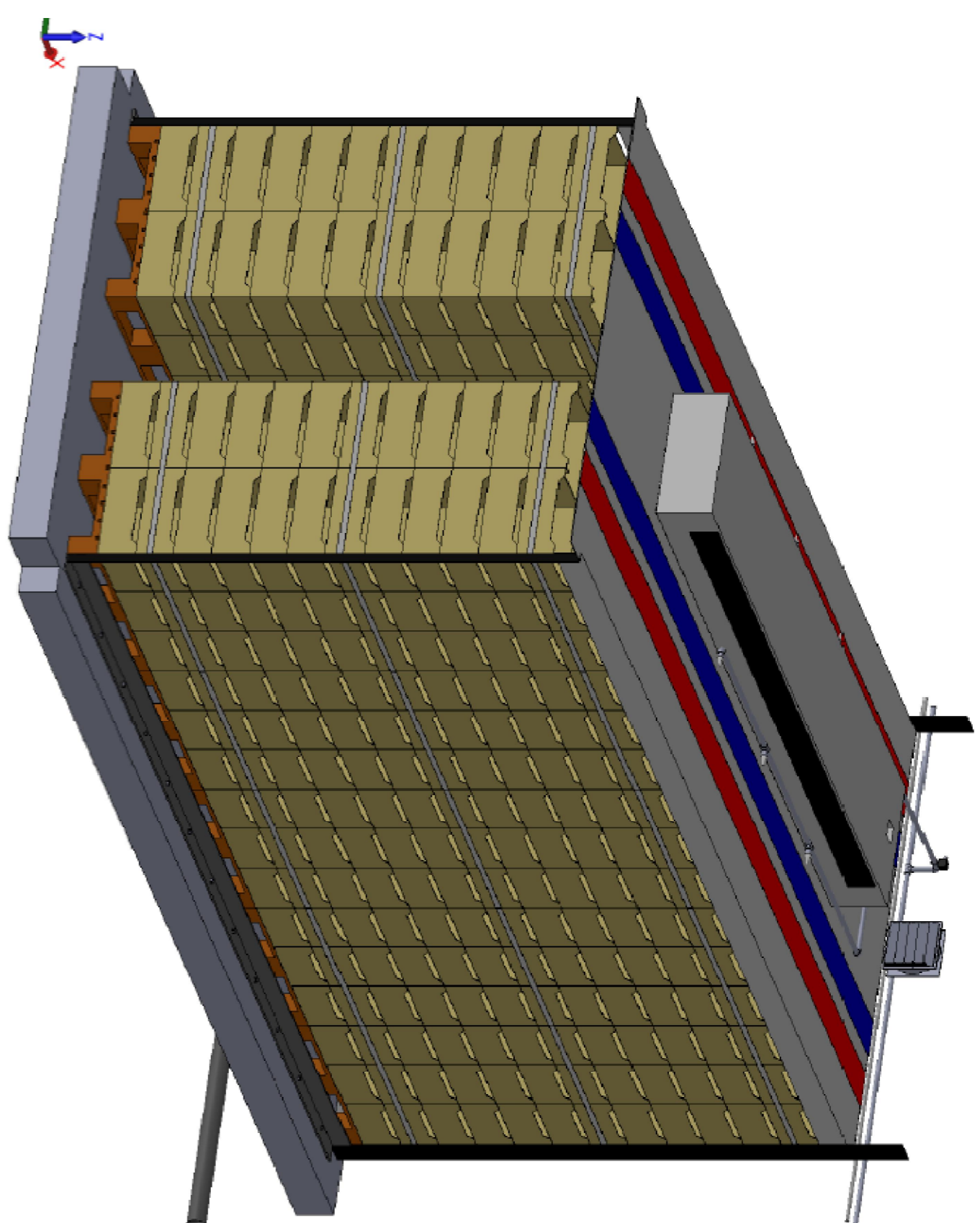


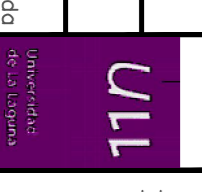
CLASIFICACIÓN ZONAS	
	Zona de oficinas y varios
	Nave de empaquetado y procesos
	Cámara de refrigeración
	Nuevas cámaras de maduración
LEYENDA	
	Compresor-condensadora carrozado
	Tubos de refrigerante
	Caja de registro para exteriores
	Bandeja eléctrica para exteriores estancia
	Tubería de saneamiento
	Ventilador
	Tubería Etileno

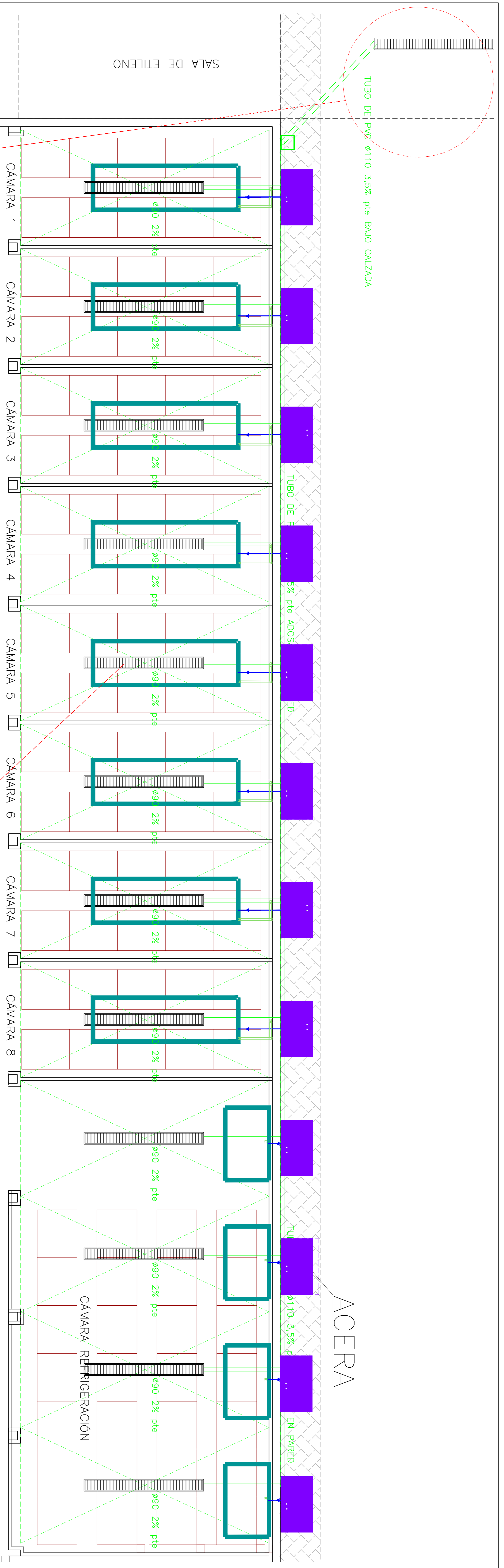
SECCION A-A E 1:75



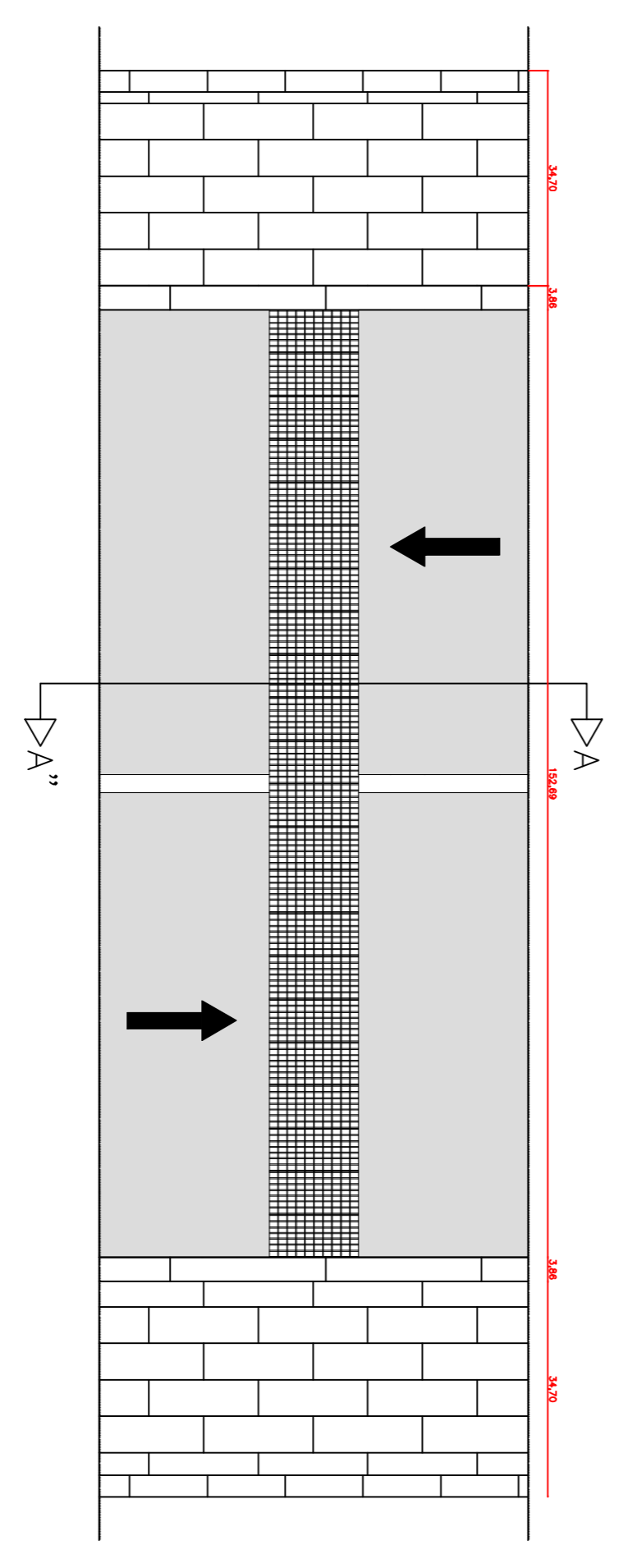
Proyecto de Instalaciones para Cámaras de Refrigeración/Maduración de Plátanos			
Fecha	Autor	 Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Sección de Ingeniería Industrial Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna	NºFolios: 05
09/2015	Patricia Bello		
Completado	09/2015	Cadafreide	
Id. normas	JNE-EN-DIN		
ESCALA: 1/300 Y 1/75	ALZADOS DE INSTALACIONES EN FAHADA		



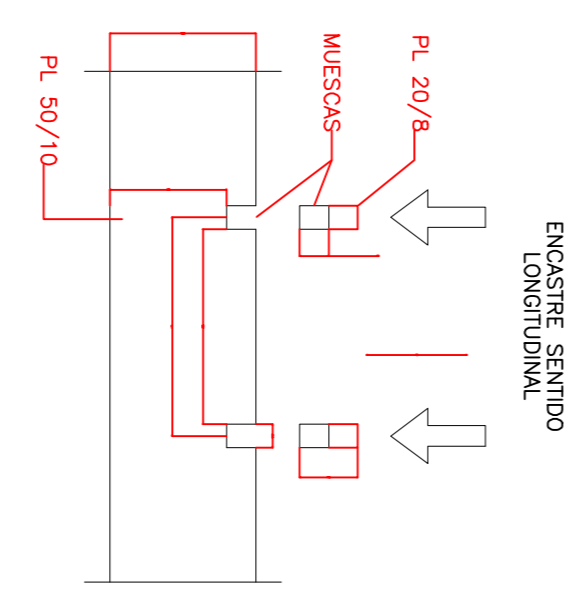
Proyecto de Instalaciones para Cámaras de Refrigeración/Maduración de Plátanos			
Fecha	Autor	 Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Sección de Ingeniería Industrial Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna	Nº Plano: 06
09/2015	Pellicia		
Completado	Bello Castañeda		
id. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: s/e	DETALLES DE LAS CÁMARAS		



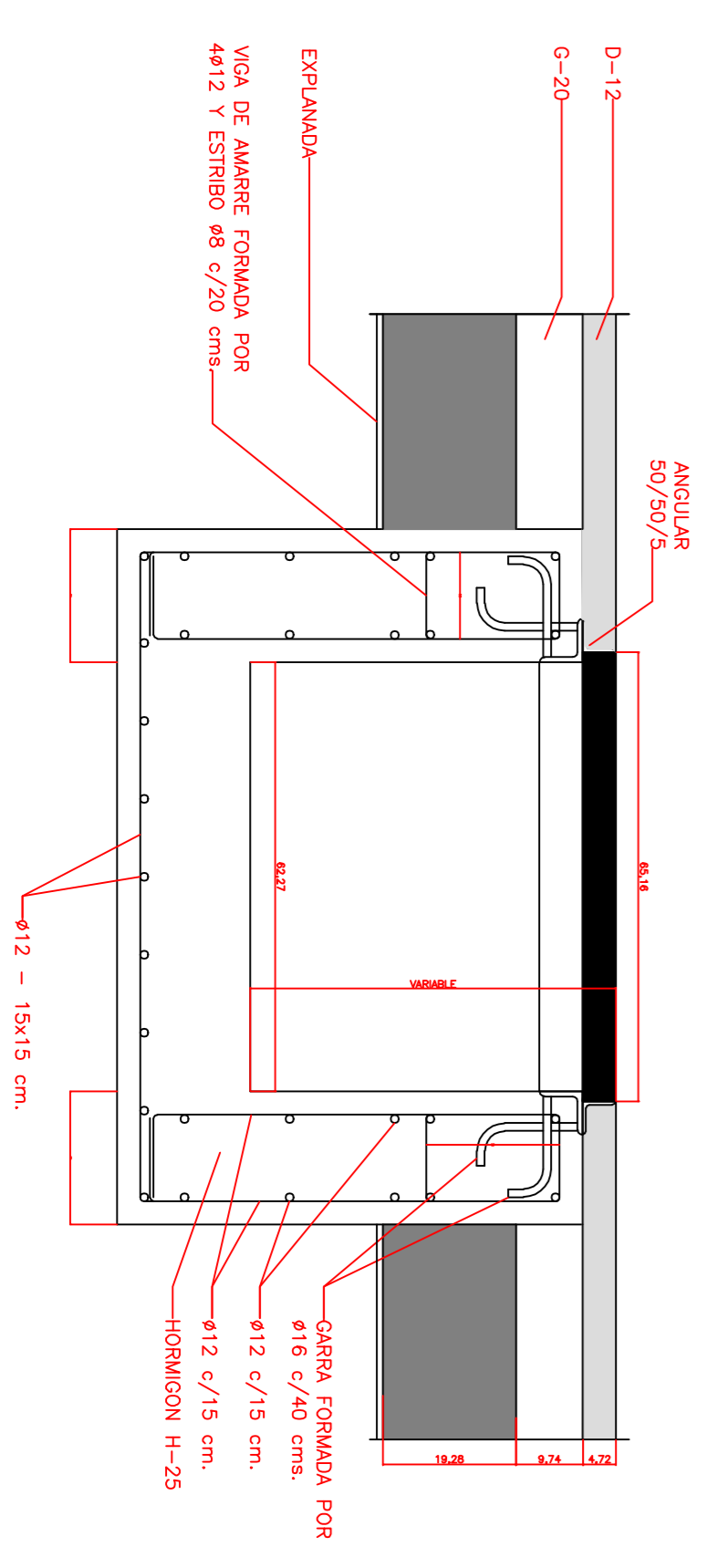
REJILLA CELULAR SIMPLE PARA TRAFICO RODADO DETALLE CALZADA



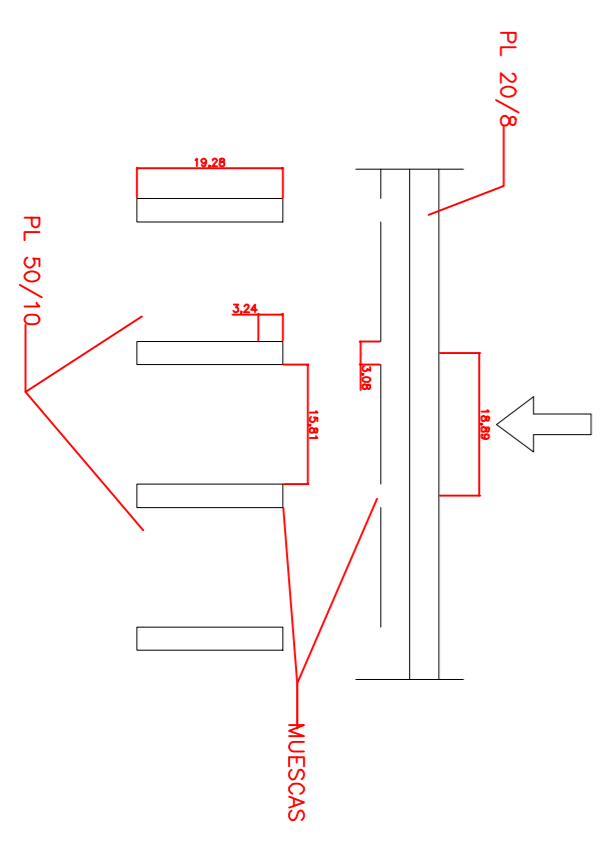
DETALLE ENCASTRE



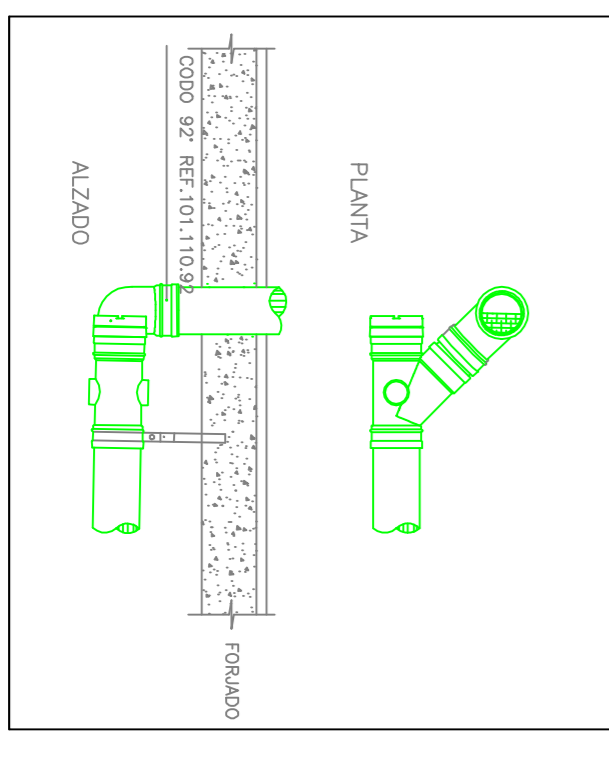
SECCION A-A"



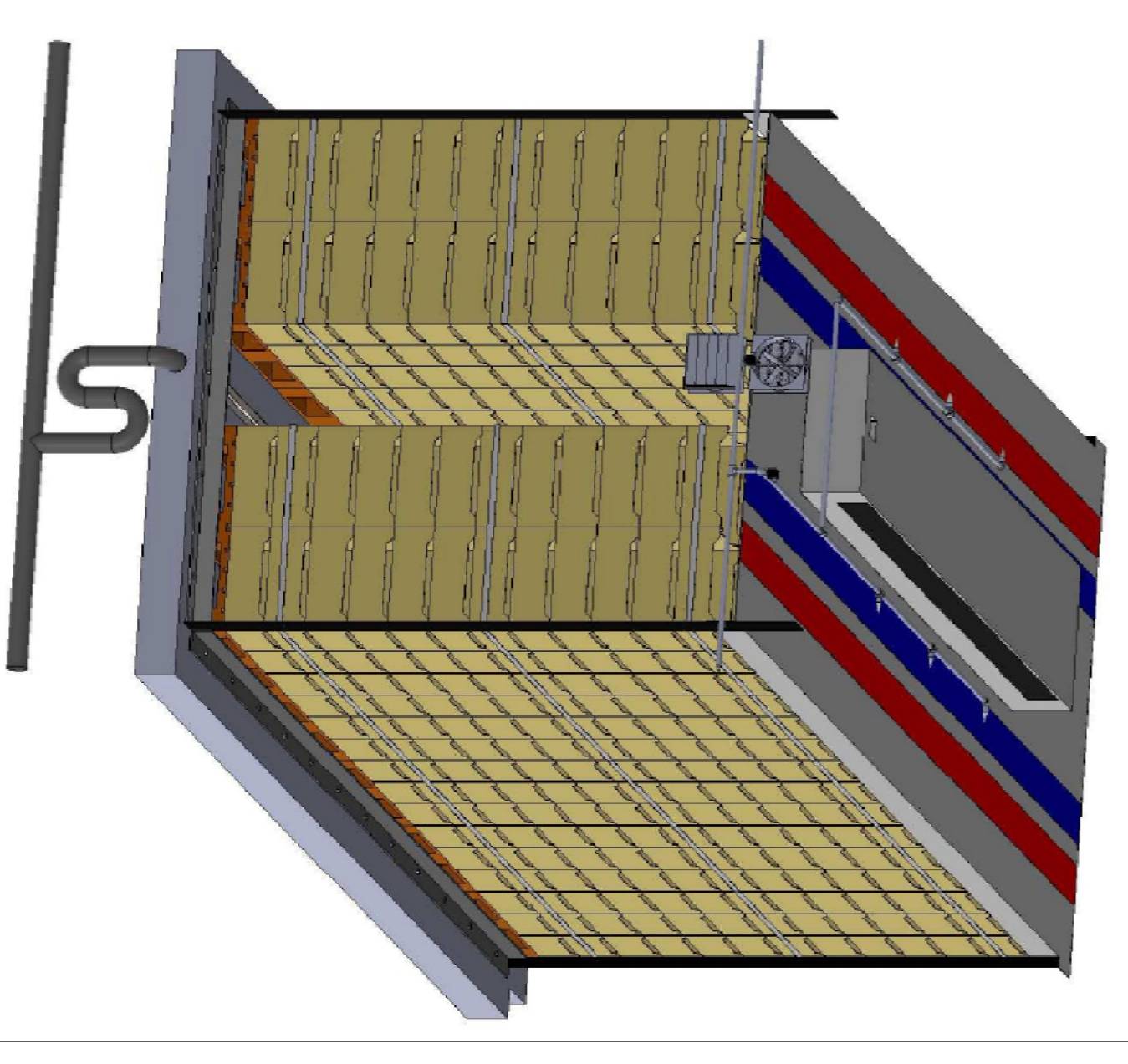
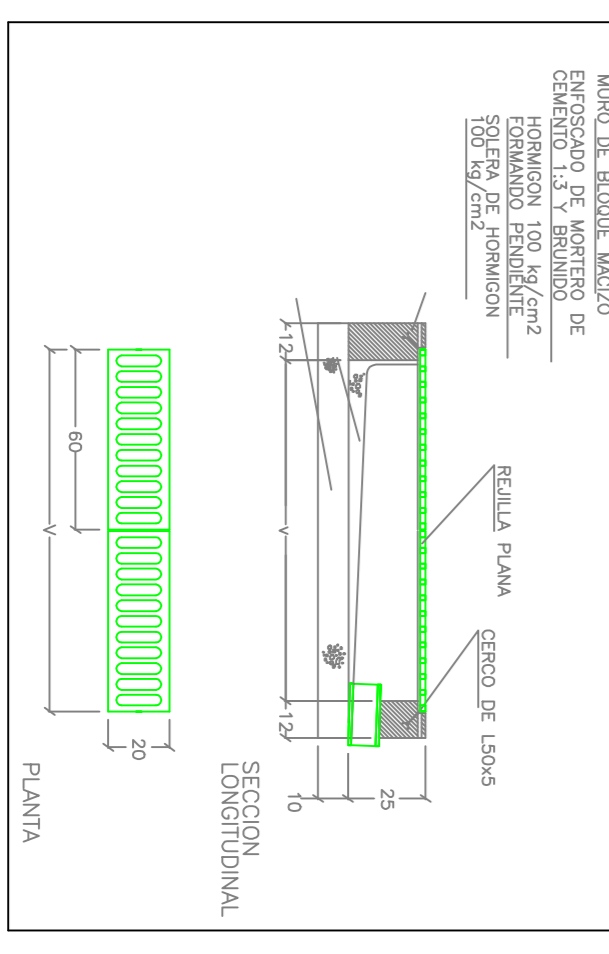
ENCASTRE SENTIDO TRANSVERSAL



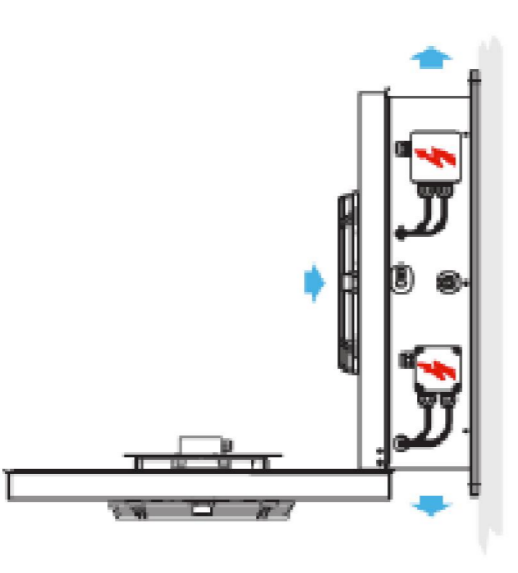
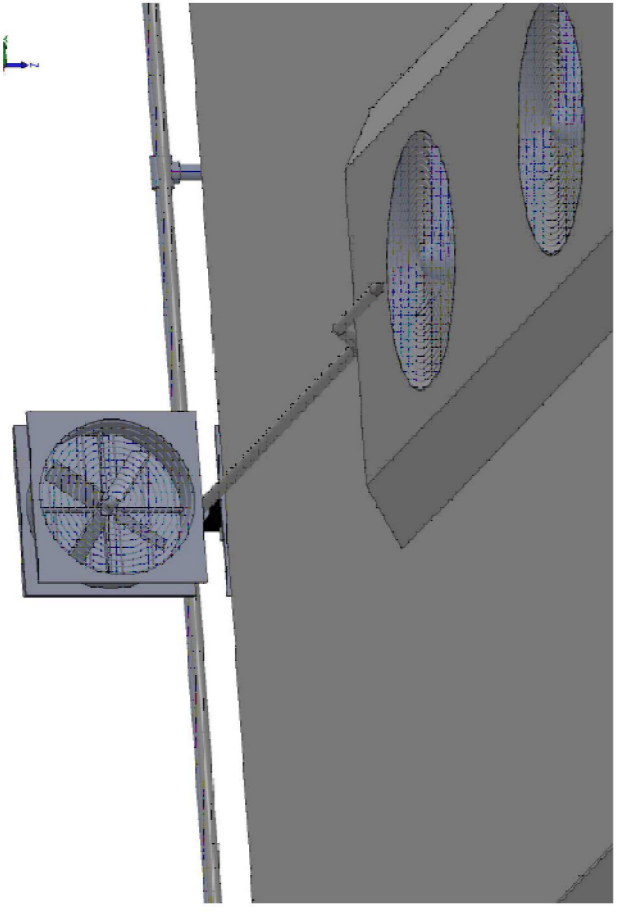
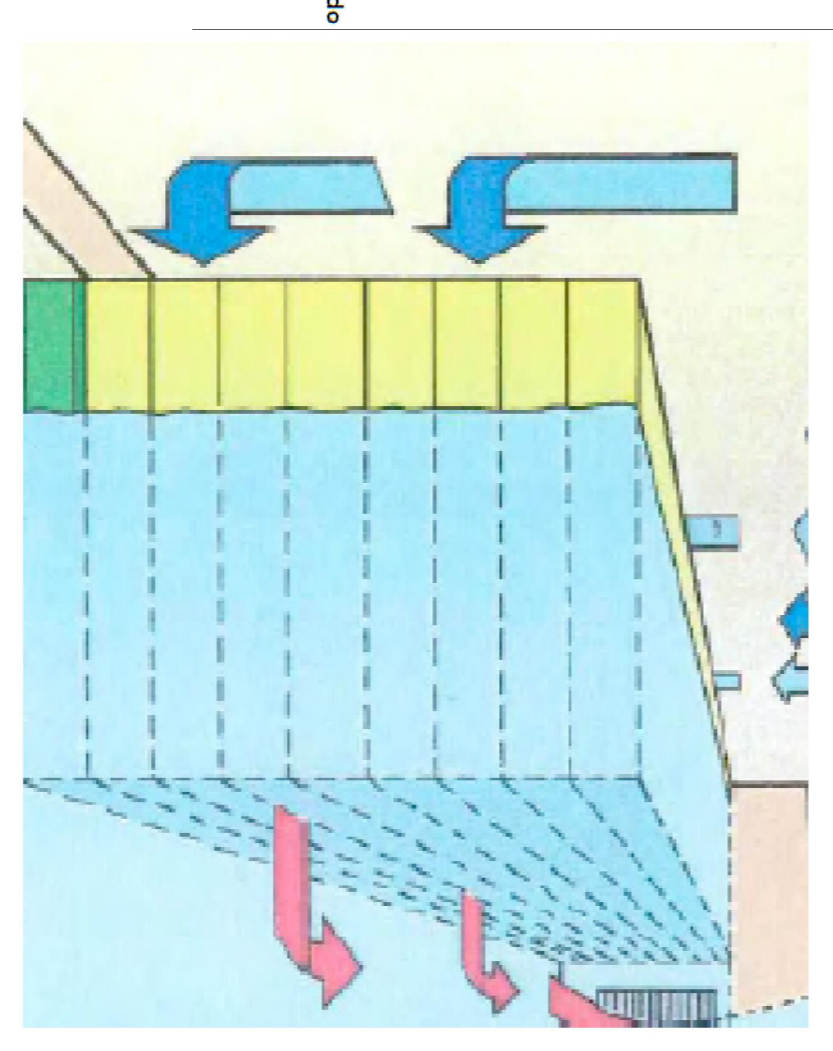
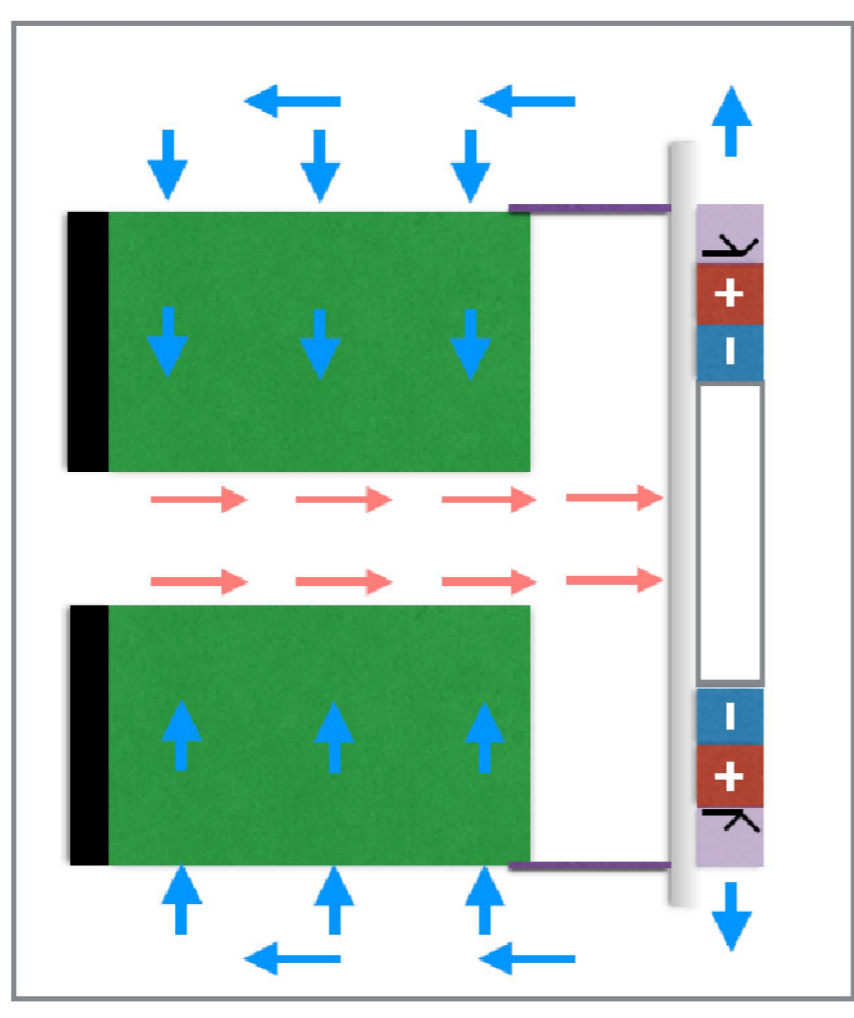
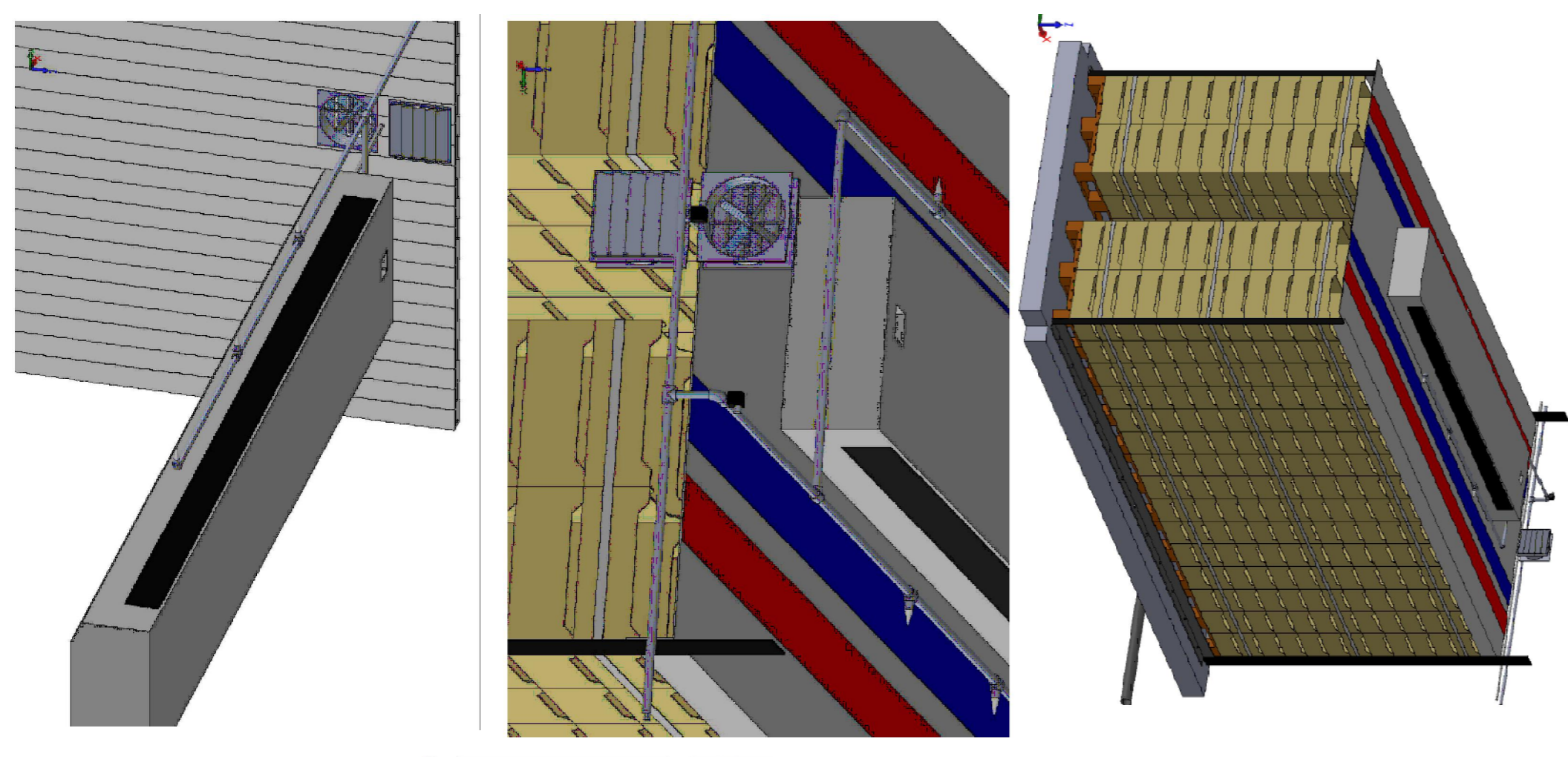
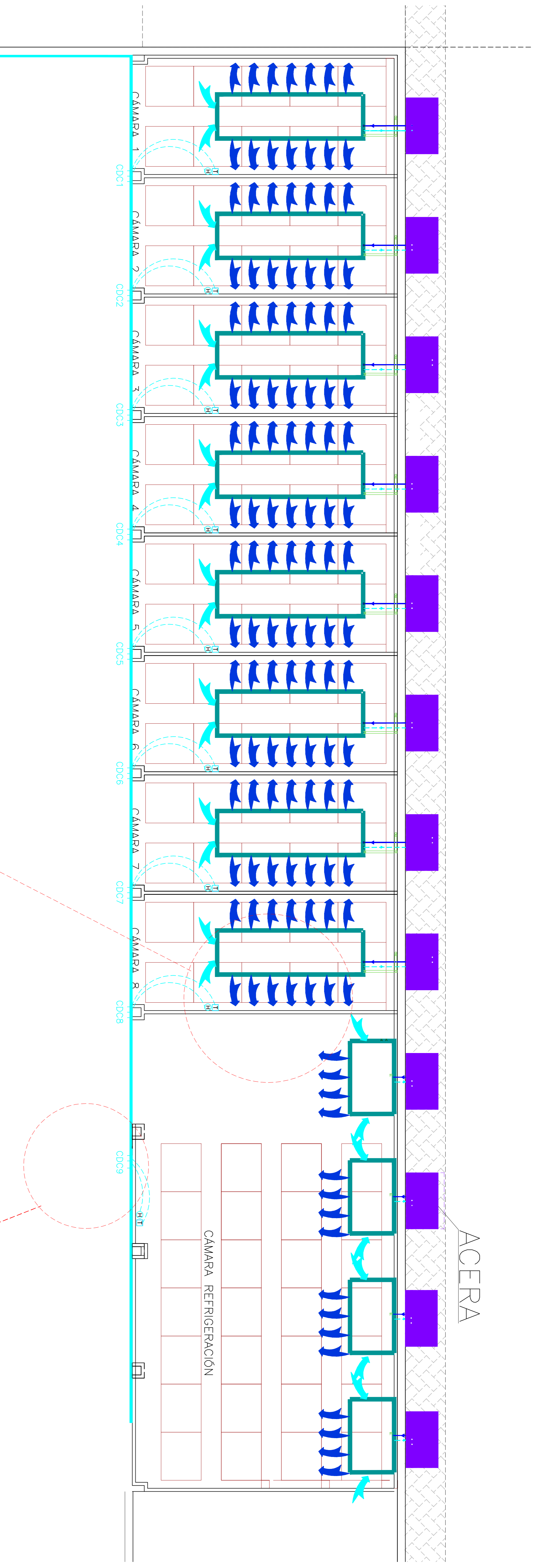
DETALLE REGISTRO A PIE DE BALANITE EN RED COLGADA SISTEMA TERRAIN SDP



ARQUETA SUMIDERO



Proyecto de instalaciones para Cámaras de Refrigeración/Maduración de Plátanos		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Sección de Ingeniería Industrial Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de La Laguna	
Fecha	Autor		
09/2015	Ballejo Costafreida		
Comprobado	09/2015		
Id. Normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1/50	INSTALACIÓN DE SANIAMIENTO		
		Nº Plano: 07	

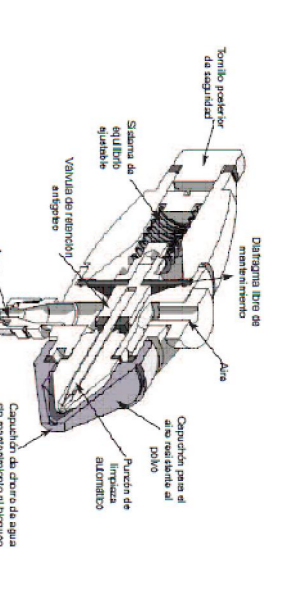
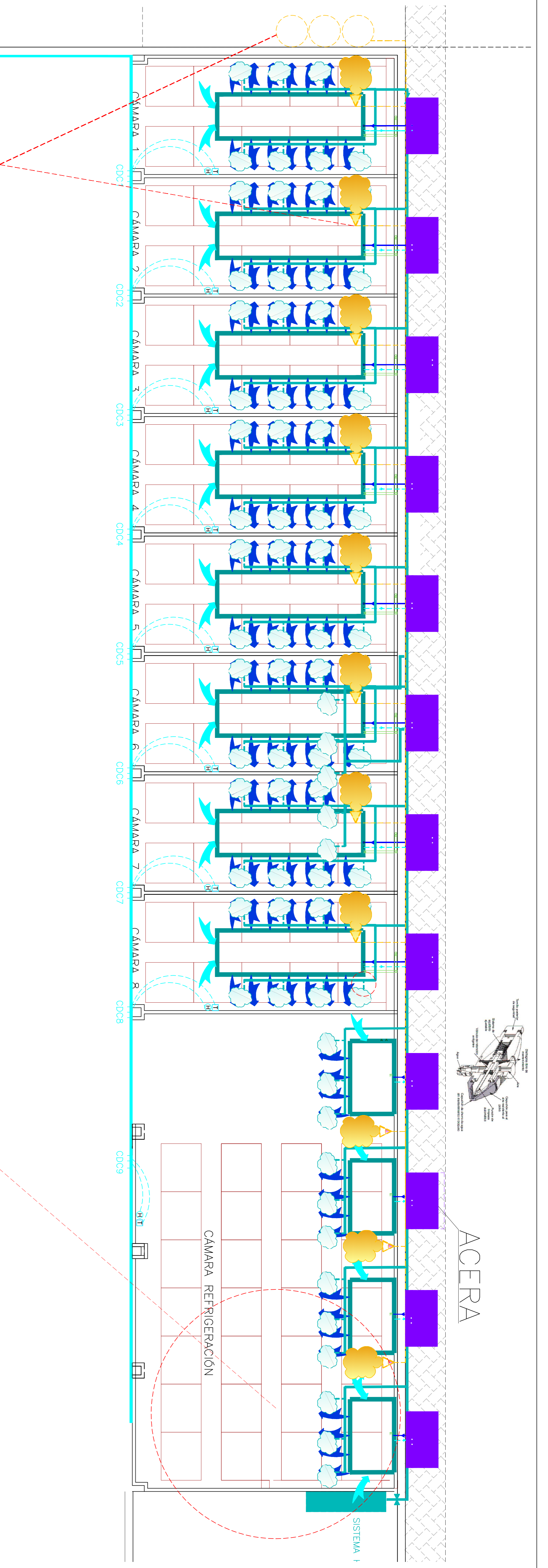


LEYENDA

	Compresor-condensadora carrozado
	Tubos de refrigerante
	Evaporador
	Sistema de control
	Tubería de saneamiento

Proyecto de instalaciones para Cámaras de Refrigeración/Modulación de Plátanos	
Fecha	Autor
09/2015	Borche
09/2015	Bello
Castibiedra	
id. normas	UNE-EN-DIN
ESCALA: 1/50	INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN
	Nº plano: 08

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología
 Sección de Ingeniería Industrial
 Grado en Ingeniería Química Industrial
 Universidad de La Laguna

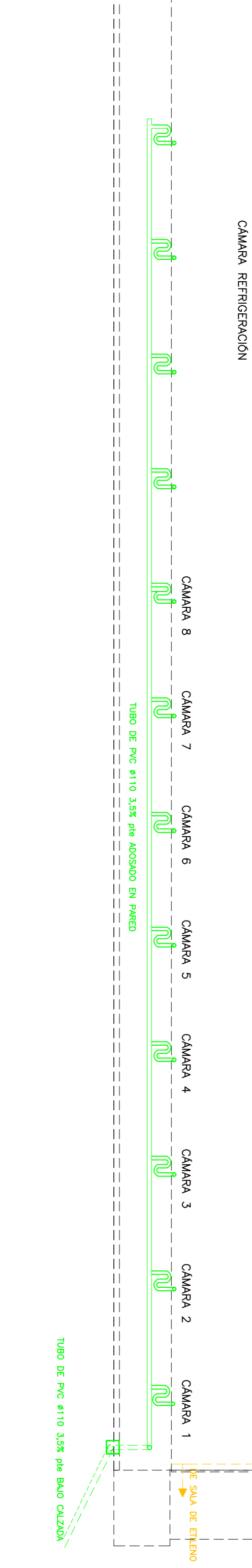
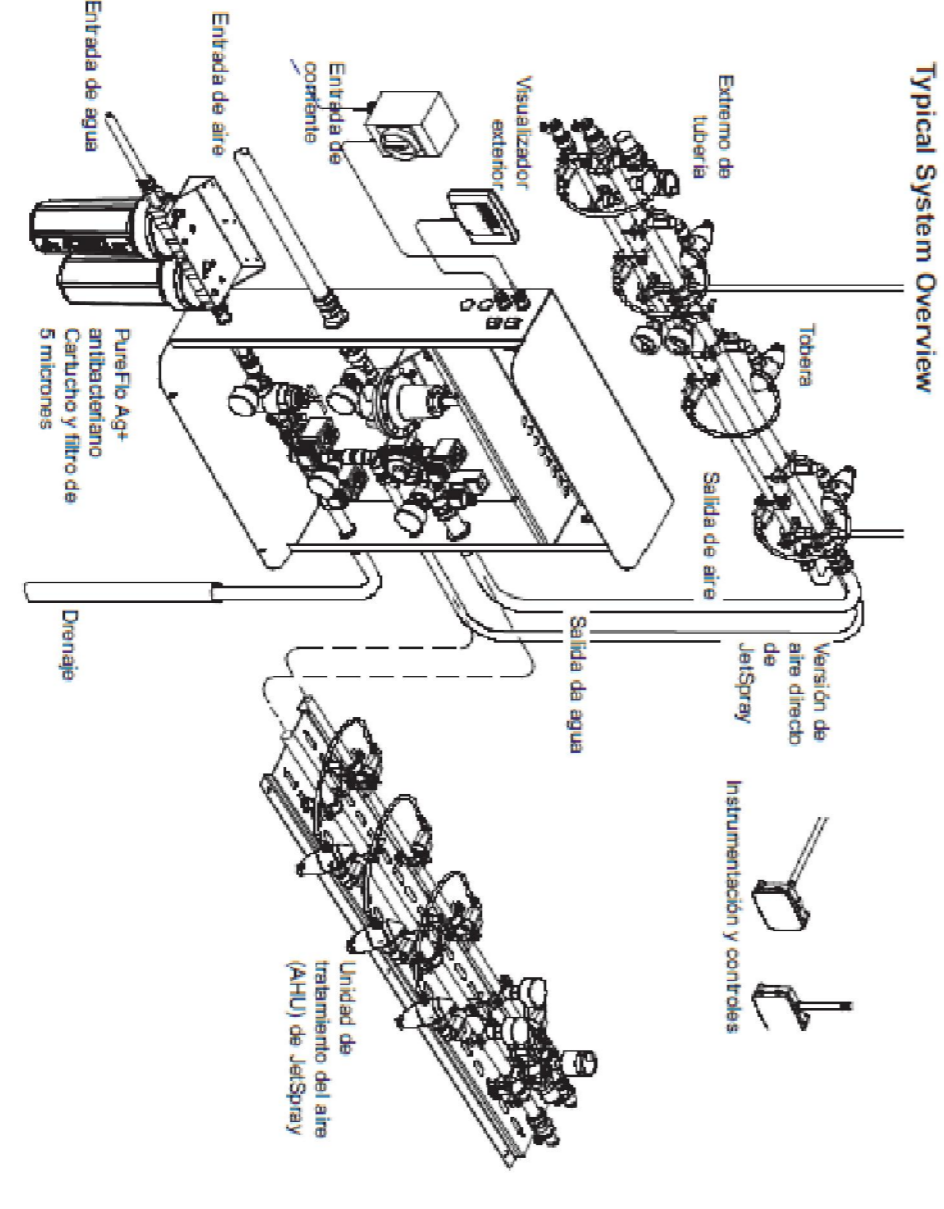
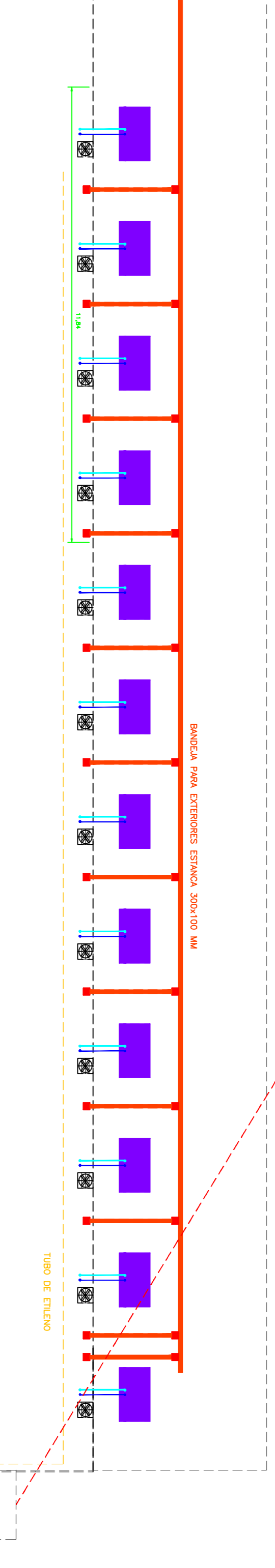
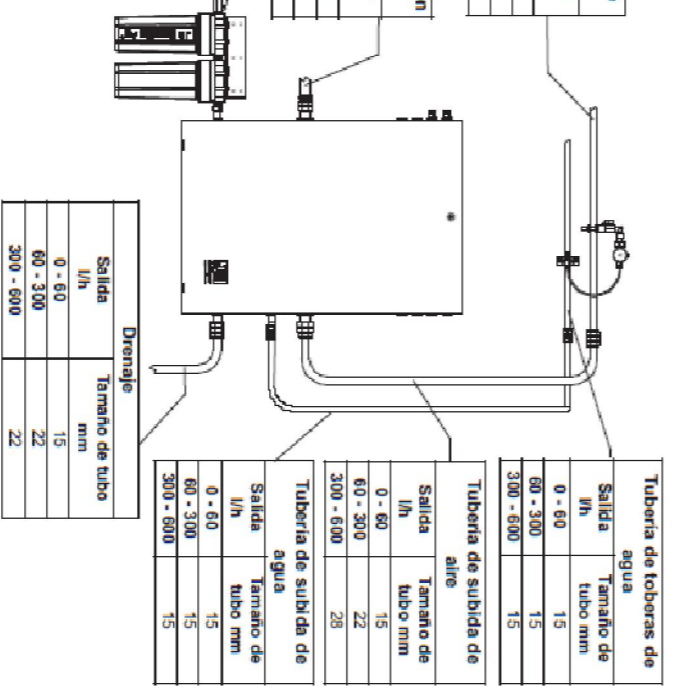


LEYENDA

- Compresor-condensadora carrozado
- Tubos de refrigerante
- Evaporador
- Sistema de control
- Instalación de etileno
- Instalación de humectación

Primarios de tubo

Tubo	Material	Diámetro	Longitud
1	Al	1/2"	22'
2	Al	3/4"	22'
3	Al	1"	22'
4	Al	1 1/4"	22'
5	Al	1 1/2"	22'
6	Al	2"	22'
7	Al	2 1/2"	22'
8	Al	3"	22'
9	Al	3 1/2"	22'
10	Al	4"	22'
11	Al	4 1/2"	22'
12	Al	5"	22'
13	Al	5 1/2"	22'
14	Al	6"	22'
15	Al	6 1/2"	22'
16	Al	7"	22'
17	Al	7 1/2"	22'
18	Al	8"	22'
19	Al	8 1/2"	22'
20	Al	9"	22'
21	Al	9 1/2"	22'
22	Al	10"	22'
23	Al	10 1/2"	22'
24	Al	11"	22'
25	Al	11 1/2"	22'
26	Al	12"	22'
27	Al	12 1/2"	22'
28	Al	13"	22'
29	Al	13 1/2"	22'
30	Al	14"	22'
31	Al	14 1/2"	22'
32	Al	15"	22'
33	Al	15 1/2"	22'
34	Al	16"	22'
35	Al	16 1/2"	22'
36	Al	17"	22'
37	Al	17 1/2"	22'
38	Al	18"	22'
39	Al	18 1/2"	22'
40	Al	19"	22'
41	Al	19 1/2"	22'
42	Al	20"	22'
43	Al	20 1/2"	22'
44	Al	21"	22'
45	Al	21 1/2"	22'
46	Al	22"	22'
47	Al	22 1/2"	22'
48	Al	23"	22'
49	Al	23 1/2"	22'
50	Al	24"	22'
51	Al	24 1/2"	22'
52	Al	25"	22'
53	Al	25 1/2"	22'
54	Al	26"	22'
55	Al	26 1/2"	22'
56	Al	27"	22'
57	Al	27 1/2"	22'
58	Al	28"	22'
59	Al	28 1/2"	22'
60	Al	29"	22'
61	Al	29 1/2"	22'
62	Al	30"	22'
63	Al	30 1/2"	22'
64	Al	31"	22'
65	Al	31 1/2"	22'
66	Al	32"	22'
67	Al	32 1/2"	22'
68	Al	33"	22'
69	Al	33 1/2"	22'
70	Al	34"	22'
71	Al	34 1/2"	22'
72	Al	35"	22'
73	Al	35 1/2"	22'
74	Al	36"	22'
75	Al	36 1/2"	22'
76	Al	37"	22'
77	Al	37 1/2"	22'
78	Al	38"	22'
79	Al	38 1/2"	22'
80	Al	39"	22'
81	Al	39 1/2"	22'
82	Al	40"	22'
83	Al	40 1/2"	22'
84	Al	41"	22'
85	Al	41 1/2"	22'
86	Al	42"	22'
87	Al	42 1/2"	22'
88	Al	43"	22'
89	Al	43 1/2"	22'
90	Al	44"	22'
91	Al	44 1/2"	22'
92	Al	45"	22'
93	Al	45 1/2"	22'
94	Al	46"	22'
95	Al	46 1/2"	22'
96	Al	47"	22'
97	Al	47 1/2"	22'
98	Al	48"	22'
99	Al	48 1/2"	22'
100	Al	49"	22'
101	Al	49 1/2"	22'
102	Al	50"	22'
103	Al	50 1/2"	22'
104	Al	51"	22'
105	Al	51 1/2"	22'
106	Al	52"	22'
107	Al	52 1/2"	22'
108	Al	53"	22'
109	Al	53 1/2"	22'
110	Al	54"	22'
111	Al	54 1/2"	22'
112	Al	55"	22'
113	Al	55 1/2"	22'
114	Al	56"	22'
115	Al	56 1/2"	22'
116	Al	57"	22'
117	Al	57 1/2"	22'
118	Al	58"	22'
119	Al	58 1/2"	22'
120	Al	59"	22'
121	Al	59 1/2"	22'
122	Al	60"	22'
123	Al	60 1/2"	22'
124	Al	61"	22'
125	Al	61 1/2"	22'
126	Al	62"	22'
127	Al	62 1/2"	22'
128	Al	63"	22'
129	Al	63 1/2"	22'
130	Al	64"	22'
131	Al	64 1/2"	22'
132	Al	65"	22'
133	Al	65 1/2"	22'
134	Al	66"	22'
135	Al	66 1/2"	22'
136	Al	67"	22'
137	Al	67 1/2"	22'
138	Al	68"	22'
139	Al	68 1/2"	22'
140	Al	69"	22'
141	Al	69 1/2"	22'
142	Al	70"	22'
143	Al	70 1/2"	22'
144	Al	71"	22'
145	Al	71 1/2"	22'
146	Al	72"	22'
147	Al	72 1/2"	22'
148	Al	73"	22'
149	Al	73 1/2"	22'
150	Al	74"	22'
151	Al	74 1/2"	22'
152	Al	75"	22'
153	Al	75 1/2"	22'
154	Al	76"	22'
155	Al	76 1/2"	22'
156	Al	77"	22'
157	Al	77 1/2"	22'
158	Al	78"	22'
159	Al	78 1/2"	22'
160	Al	79"	22'
161	Al	79 1/2"	22'
162	Al	80"	22'
163	Al	80 1/2"	22'
164	Al	81"	22'
165	Al	81 1/2"	22'
166	Al	82"	22'
167	Al	82 1/2"	22'
168	Al	83"	22'
169	Al	83 1/2"	22'
170	Al	84"	22'
171	Al	84 1/2"	22'
172	Al	85"	22'
173	Al	85 1/2"	22'
174	Al	86"	22'
175	Al	86 1/2"	22'
176	Al	87"	22'
177	Al	87 1/2"	22'
178	Al	88"	22'
179	Al	88 1/2"	22'
180	Al	89"	22'
181	Al	89 1/2"	22'
182	Al	90"	22'
183	Al	90 1/2"	22'
184	Al	91"	22'
185	Al	91 1/2"	22'
186	Al	92"	22'
187	Al	92 1/2"	22'
188	Al	93"	22'
189	Al	93 1/2"	22'
190	Al	94"	22'
191	Al	94 1/2"	22'
192	Al	95"	22'
193	Al	95 1/2"	22'
194	Al	96"	22'
195	Al	96 1/2"	22'
196	Al	97"	22'
197	Al	97 1/2"	22'
198	Al	98"	22'
199	Al	98 1/2"	22'
200	Al	99"	22'
201	Al	99 1/2"	22'
202	Al	100"	22'



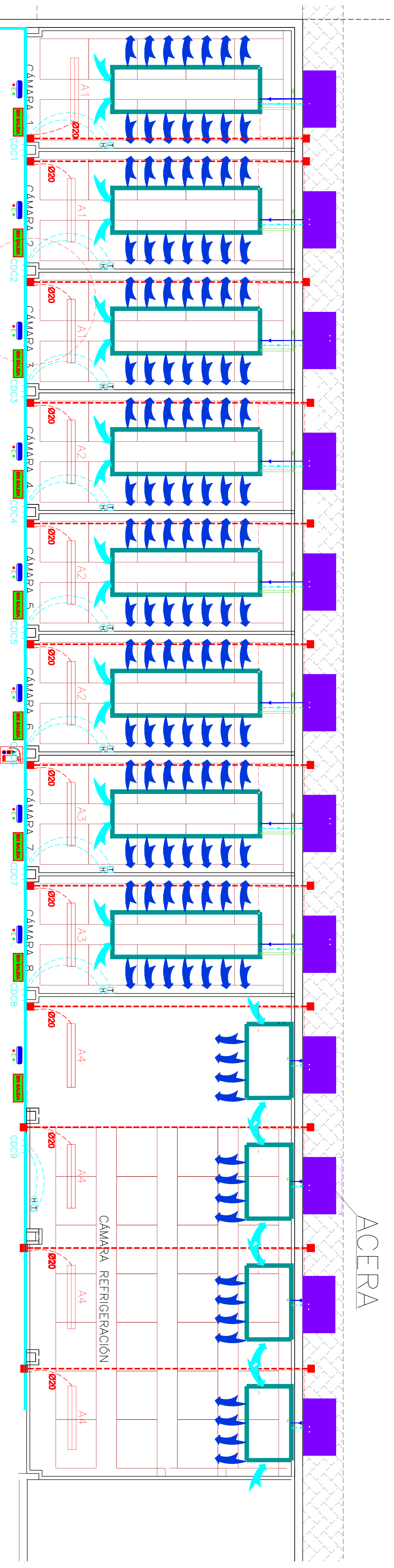
Especificaciones

Parte	Modelo	Material	Diámetro	Longitud	Unidad
Compresor	J580	Al	1/2"	22'	1
Condensador	J5800	Al	1/2"	22'	1
Evaporador	J5800M	Al	1/2"	22'	1
Válvula de expansión	J5800M	Al	1/2"	22'	1
Sistema de control	J5800M	Al	1/2"	22'	1
Instalación de etileno	J5800M	Al	1/2"	22'	1
Instalación de humectación	J5800M	Al	1/2"	22'	1

Proyecto de instalaciones para Cámaras de Refrigeración/Modulación de Plátanos

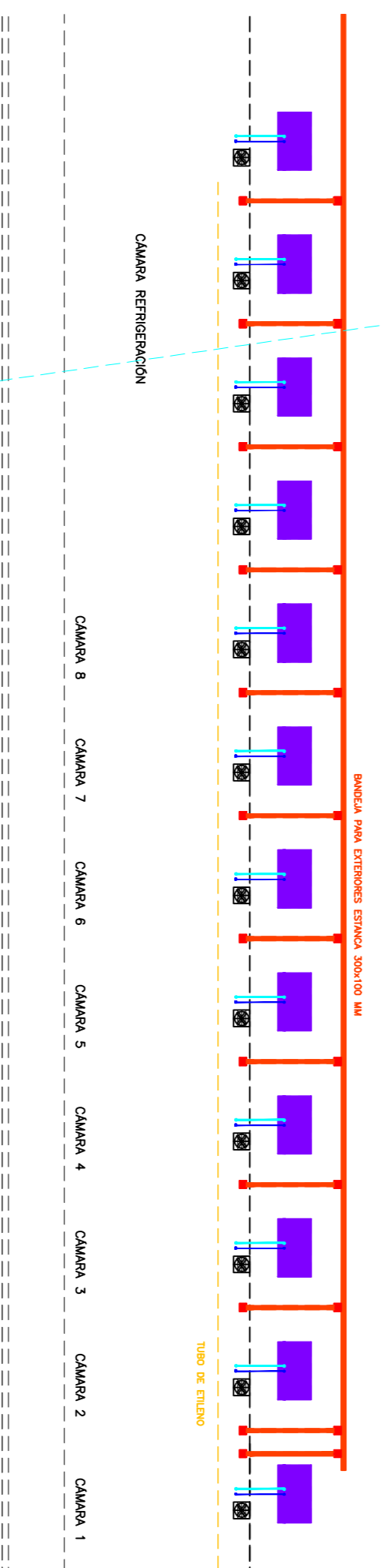
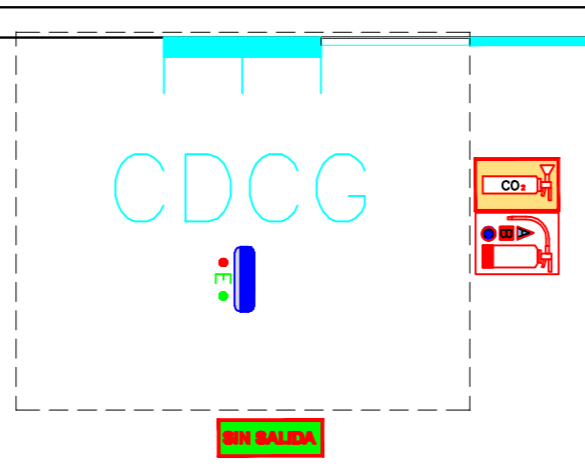
Fecha	Autor	Unidad
09/2015	Patricio	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología
09/2015	Bello	Sección de Ingeniería Industrial
09/2015	Castroledo	Universidad de la Laguna

Escuela s/e INST. HUMECTACIÓN-ETILENO N°Proy: 09

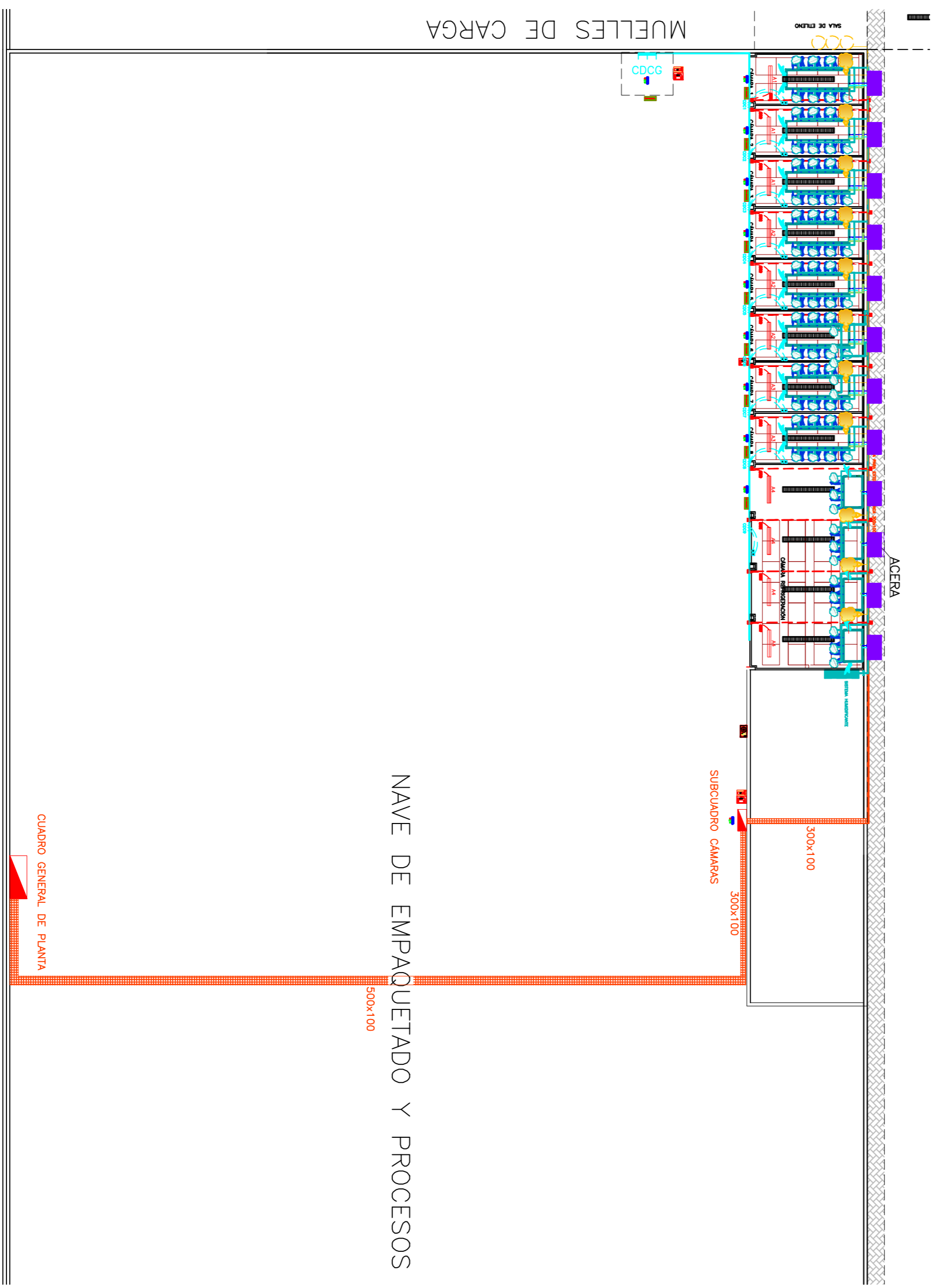
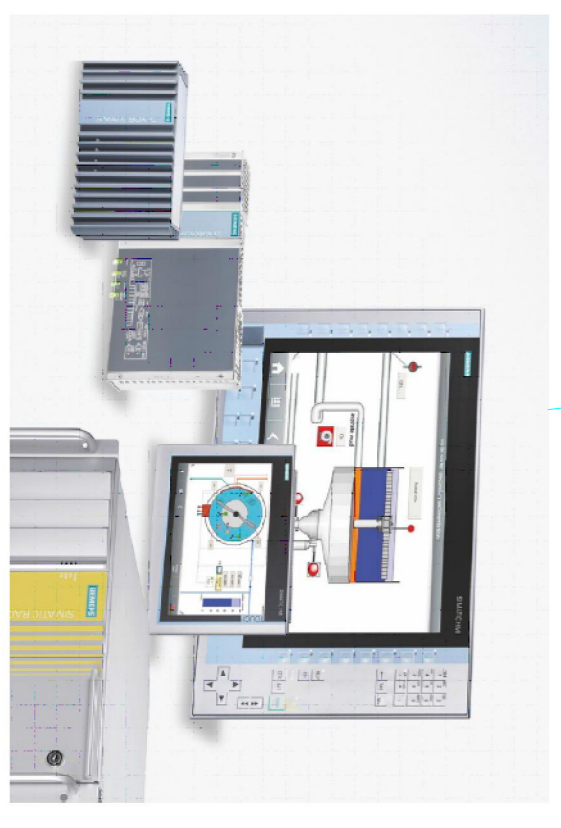


ACERA

Bandeja de 100 x 100 para circuitos de control.
Caja de registro de conexiones electricas



Sección exterior de canalizaciones eléctricas



LEYENDA	
	Compresor-condensadora carrozado
	Tubos de refrigerante
	Caja de registro para exteriores estancia
	Bandeja eléctrica para cableado de control
	Ventilador
	Subcuadro
	Luz de emergencia. Equipo autónomo duración > 1 h. Iluminancia mínima 5 lux
	Cableado eléctrico
	Luminaria estancia IP > 65 2 x58 w

LEYENDA CONTRAINCENDIOS	
	EXTINTOR MANUAL DE POLVO POLIVALENTE ABC EFICACIA 21A-113B 6kg + CARTEL DE SEÑALIZACIÓN
	EXTINTOR MANUAL DE CO2 CON TROMPA DISYUNTOR EFICACIA 3AB 5kg + CARTEL DE SEÑALIZACIÓN
	CARTEL LUMINISCENTE
	CARTEL LUMINISCENTE SIN SALIDA Y DE VÍA DE SALIDA LUMINANCIA > 2cd/m2 - RELACION LUMINANCIA MÁXIMA A LA MÍNIMA <10:1
	LUZ DE EMERGENCIA DURACIÓN > 1 HORA EQUIPO AUTÓNOMO LUMINANCIA MÍNIMA 5 LUX - Ra >40
	BOCA DE INCENDIO (BIE) TIPO 25 MM

Proyecto de instalaciones para Cámaras de Refrigeración/Maduración de Plátanos	
Fecha	Autor
09/2015	Peláez
Dibujado	Bello
09/2015	Casañeda
Comprobado	Casañeda
Id. normas	UNE-EN-DIN
Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Sección de Ingeniería Industrial Grado en Ingeniería Química Industrial Universidad de Jaén	
ESCALA: 1/50	INST. ELECTRICIDAD-PCI
	NºPáginas: 10