



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

PROYECTO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA PARA EL COLEGIO “PLATERO Y YO”

TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

FRANCISCO JOSÉ ANDRÉS SERRANO
TUTOR: EMILIO NAVARRO PERIS

CURSO ACADÉMICO: 2021-2022

AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar la oportunidad de dar las gracias, a todos los profesores que en mayor o en menor medida han influido en mí durante estos 4 años y que se colma con este proyecto para poner fin a mis estudios de grado y cerrar un ciclo muy bonito en el que estoy totalmente orgulloso de haber elegido este grado.

Por otro lado, agradecer a mis numerosos compañeros que he tenido en el grado que me han apoyado en todos los momentos malos.

También, dar las gracias a mi familia por esas noches insufribles de estudio en las que ellos me apoyaban en todo lo que podían y como no a mi pareja que ha sabido sacar lo mejor de mí en momentos de flaqueza y que sin ella me hubiera rendido muy pronto.

Por último, agradecer a mi tutor Emilio por aceptar ser mi tutor.



RESUMEN

El objeto del presente proyecto es el diseño, desarrollo y determinaciones técnico/económicas de la instalación de una cámara frigorífica para el almacenamiento de alimentos en un centro docente.

Para llevarlo a cabo se estudiarán los diferentes ciclos de refrigeración, refrigerantes y aislamientos térmicos. También será objetivo de este proyecto obtener la disposición óptima de los productos alimentarios para que el aire pueda circular libremente entre ellos.

Con respecto a la selección de componentes de la cámara frigorífica se tendrá en cuenta las temperaturas de evaporación, condensación, subenfriamiento y sobrecalentamiento. Por último, en lo que a materia de diseño se refiere, se realizará un presupuesto para la elección de cada uno de los elementos para la instalación ideal.

En materia de seguridad, nos regiremos al *Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, Boletín Oficial del Estado (BOE 24/10/2019), Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas*. También se ha tenido en cuenta el *Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, Boletín Oficial del Estado (BOE 29/08/2007), Reglamento de Instalaciones térmicas en los edificios*.

Por último, se incluirá un plan de mantenimiento preventivo con el fin de evitar posibles averías.

Palabras claves: Mantenimiento Preventivo, approach, sobrecalentamiento, subenfriamiento, descarcha, ahorro energético.



RESUM

L'objecte del present projecte és el disseny, desenvolupament i determinacions tècnic/econòmiques de la instal·lació d'una cambra frigorífica per a l'emmagatzematge d'aliments en un centre docent.

Per a dur-ho a terme s'estudiaran els diferents cicles de refrigeració, refrigerants i aïllaments tèrmics. També serà objectiu d'aquest projecte obtenir la disposició òptima dels productes alimentaris perquè l'aire pugui circular lliurement entre ells.

Respecte a la selecció de components de la cambra frigorífica es tindrà en compte les temperatures d'evaporació, condensació, subgelament i sobrecalfament. Finalment, en el que a matèria de disseny es refereix, es realitzarà un pressupost per a l'elecció de cadascun dels elements per a la instal·lació ideal.

En matèria de seguretat, ens regirem al *Reial decret 552/2019, de 27 de setembre, Boletín Oficial del Estado (BOE 24/10/2019), Reglament de seguretat per a instal·lacions frigorífiques*. També s'ha tingut en compte el *Reial decret 1027/2007, de 20 de juliol, Boletín Oficial del Estado (BOE 29/08/2007), Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis*.

Finalment, s'inclourà un pla de manteniment preventiu amb la finalitat d'evitar possibles avaries.

Paraules claus: Manteniment Preventiu, approach, sobrecalfament, subgelament, gebre, estalvi energètic.

ABSTRACT

The main goal of this Project it is the design, development, and the technic-economic determinations for the fridge chamber installation. Due to all of that we can achieve the optimal point in food storage in a teaching centre.

To carry on this project, different cycles of refrigeration, refrigerant and thermal isolation are going to be studied. The objective of this project will also be to achieve the highest point of estimated heat and the regulation of the goods in order to obtain the optimal air circulation between them.

With regard to the selection of the fridge chamber components, the evaporation, condensation, subcooling and overheating temperatures will be taken into account. Finally, in terms of design, a budget will be made for the choice of each of the elements for the ideal installation.

In terms of safety, we will follow the Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, Boletín Oficial del Estado (BOE 24/10/2019), Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.

We have also considered the Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, Boletín Oficial del Estado (BOE 29/08/2007), Reglamento de Instalaciones térmicas en los edificios.

Finally, a preventive maintenance plan will be included in order to avoid possible breakdowns.

Keywords: Preventive maintenance, approach, overheating, subcooling, frosting, energy saving.

ÍNDICE

1. MEMORIA	13
1.1 ANTECEDENTES	14
1.2 FACTORES QUE CONSIDERAR	14
1.3 SOLUCIONES ALTERNATIVAS DE DISEÑO	16
<i>CICLOS DE REFRIGERACIÓN</i>	<i>16</i>
CICLO SIMPLE DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR	17
CICLO DE REFRIGERACIÓN POR CASCADA	17
CICLO DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN	19
VENTAJAS CICLO DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN	22
INCONVENIENTES CICLO DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN	22
<i>REFRIGERANTES.....</i>	<i>23</i>
<i>COMPRESORES</i>	<i>24</i>
COMPRESOR DE PISTÓN	24
COMPRESOR DE ESPIRAL “SCROLL”	26
<i>CONDUCCIONES Y ACCESORIOS</i>	<i>27</i>
FILTRO DE ACEITE.....	27
TUBERIAS Y AISLAMIENTO	27
DEPÓSITO SEPARADOR DE ACEITE.....	29
VALVULA DE ALIVIO	30
FILTRO DESHIDRATADOR	30
VISOR DE LÍQUIDO	30
VÁLVULA SOLENOIDE.....	31
VÁLVULAS DE EXPANSIÓN	31
<i>EVAPORADORES</i>	<i>33</i>
EVAPORADOR ALETEADO CÚBICO	33
EVAPORADOR INUNDADO	34
<i>CONDENSADORES.....</i>	<i>34</i>
CONDENSADOR EVAPORATIVO	34
CONDENSADOR DE AIRE	35
CONDENSADOR CONTRACORRIENTE.....	36
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	37
<i>BALANCE CARGA TÉRMICA Y CÁLCULO DE ESPESOR ÓPTIMO</i>	<i>37</i>
ESPESOR ÓPTIMO CÁMARA	37
BALANCE DE CARGA TÉRMICA	40
<i>SELECCIÓN DEL FLUIDO REFRIGERANTE</i>	<i>43</i>
<i>SELECCIÓN DEL COMPRESOR.....</i>	<i>45</i>
<i>SELECCIÓN DEL EVAPORADOR.....</i>	<i>48</i>
<i>SELECCIÓN DEL CONDENSADOR.....</i>	<i>50</i>
<i>SELECCIÓN DE TUBERÍAS Y ELEMENTOS AUXILIARES</i>	<i>52</i>
<i>MODELADO DE LA INSTALACIÓN FINAL</i>	<i>55</i>
1.5 SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA	55
LEYES Y NORMAS.....	56
SISTEMA FOTOVOLTAICO	56
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	58
COMPARACIÓN CONSUMO ANUAL VERSUS CARGA DE LA CÁMARA FRIGORÍFICA.....	59
1.6 MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD	59

	<i>NORMAS DE CLASIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA</i>	59
	<i>SEGURIDAD Y PRECAUCIONES EN EL MANEJO DE REFRIGERANTES</i>	62
	<i>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</i>	62
1.7	BIBLIOGRAFÍA	64
2.	PLIEGO DE CONDICIONES	65
2.1	OBJETO	66
2.2	CONDICIONES DE EJECUCIÓN	66
	<i>TUBERÍAS Y ACCESORIOS</i>	66
	<i>CONDENSADOR</i>	67
	<i>EVAPORADOR</i>	68
	<i>COMPRESOR</i>	68
	<i>REFRIGERANTE</i>	69
	<i>SISTEMA FOTOVOLTAICO</i>	69
2.3	ENTREGA	69
2.4	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN	70
3.	PRESUPUESTO	73
4.	ANEXOS	76
4.1	ANEJO I: CÁLCULOS	77
	<i>BALANCE CARGA TÉRMICA Y CÁLCULO DE ESPESOR ÓPTIMO</i>	77
	<i>CÁLCULO COEFICIENTE DE PELÍCULA “h”</i>	77
	<i>CÁLCULO ESPESOR ÓPTIMO CERRAMIENTOS</i>	80
	<i>CÁLCULO ESPESOR ÓPTIMO CERRAMIENTO HORIZONTAL (TECHO)</i>	81
	<i>CÁLCULO ESPESOR ÓPTIMO PUERTAS</i>	82
	<i>CÁLCULO DE POTENCIA TÉRMICA PERDIDA EN CERRAMIENTOS</i>	82
	<i>CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS INTERNAS</i>	83
	<i>CÁLCULO DE CARGAS POR RENOVACION DE AIRE</i>	84
	<i>CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE LOS PRODUCTOS</i>	85
	<i>CÁLCULO ENFRIAMIENTO DEL PRODUCTO DE ENTRADA</i>	86
	<i>CÁLCULO PRESTACIONES REFRIGERANTES</i>	87
	<i>CÁLCULO DEL VALOR DE UA Y LMTD</i>	88
4.2	ANEJO II: GRÁFICOS Y DETALLES	89
5.	PLANOS	96



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



PROYECTO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA PARA EL COLEGIO “PLATERO Y YO”

1. MEMORIA

1.1 ANTECEDENTES

El promotor del presente proyecto, el Ilustrísimo “Ayuntamiento de Aldaia” solicita una reforma en la cocina del colegio para dotarla de una cámara frigorífica con el fin de ajustarse a las recomendaciones dictadas por la OMS (Organización Mundial de la Salud) y garantizar la conservación de verduras para que el alumnado del colegio tenga una ingesta diaria de verduras.

Se trata de un edificio de carácter docente donde la enseñanza va desde la educación infantil hasta primaria, el edificio está situado en la “Avinguda Blasco Ibañez 22,46960 Aldaia (Valencia)”. El edificio se compone de dos plantas las cuales suman una superficie construida de 3600m² y de 3482m² útiles. La actuación de la reforma será en la planta baja donde el recinto destinado a la cámara frigorífica consta de 69.75 m².

DATOS DEL PROMOTOR

NOMBRE	Ayuntamiento de Aldaia
DOMICILIO	Plaça Constitució,10
CÓDIGO POSTAL	46960
TELEFONO	961501500

El diseño de la cámara frigorífica constara con los elementos necesarios según la normativa vigente del *Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas*.

1.2 FACTORES QUE CONSIDERAR

- La actuación sobre el centro docente “Platero Y Yo” está destinada para la conservación de 2500 kg aproximadamente de 4 verduras (lechuga, tomate, cebolla y olivas) fomentando de esta la ingesta de 1 ensalada al día los alumnos.
- El recinto destinado para tal fin tiene unas dimensiones de 11.32 x 10.93 x 2.75 (Largo x ancho x alto) (m), donde los cerramientos están constituidos por ladrillo cerámico de 23 x 11 x 7 (Largo x ancho x alto) (cm) colocado a panderete recibido con 1.5 cm de mortero de cemento industrial, se prevé acondicionar la estancia con panel sándwich machihembrado de acero prelacado con un aislamiento que se calculara en apartados posteriores para un flujo de calor máximo.

- La presente actuación está localizada en Aldaia (Valencia). Según la "Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto" en la estación meteorológica de Manises (Valencia) para las condiciones de refrigeración, la temperatura seca exterior es de 32°C para un nivel de percentil 1% y una humedad relativa del 81%. Además, se diseñará la cámara para una temperatura de conservación de 1°C, se ha medido la temperatura de entrada del producto y se ha establecido una temperatura de 22°C.

Guía técnica

Condiciones climáticas exteriores de proyecto

Provincia	Estación		Indicativo			
Valencia	Valencia (Manises)		8414A			

UBICACIÓN: AEROPUERTO			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO			
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
57	39°29'22"	00°28'16" W	87.600 (1998-2007)	(3) 29.200 (1998-2007)		23.344 (2004-2007)

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)					
TSMIN (°C)	TS _{99,6} (°C)	TS ₉₉ (°C)	OMDC (°C)	HUM _{min} (%)	OMA (°C)
-4,4	1,2	2,6	14,1	81	32,4

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)							
TSMAX (°C)	TS _{0,4} (°C)	THC _{0,4} (°C)	TS ₁ (°C)	THC ₁ (°C)	TS ₂ (°C)	THC ₂ (°C)	OMDR (°C)
40,5	33,6	22,0	32,0	21,9	30,8	22,3	13,9

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)					
TH _{0,4} (°C)	TSC _{0,4} (°C)	TH ₁ (°C)	TSC ₁ (°C)	TH ₂ (°C)	TSC ₂ (°C)
25,3	30,9	25,0	30,3	24,2	29,5

FIGURA 1.21: Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto

- Se diseñará la cámara frigorífica conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas" instrucción IF-11: "Para garantizar la minimización del impacto ambiental, la densidad del flujo térmico será inferior a 9 W/m² para servicios positivos y de 8 W/m² para cámaras con temperatura negativa". Dispuesto lo anterior el flujo máximo de calor será de 8W/m².
- Al tratarse de un centro docente, la actividad de reposición de la cámara frigorífica estará ajustado a un intervalo de tiempo que va de las 8:00h a las 11:00h ya que el resto del tiempo las cocineras estarán en sus labores y la actividad vespertina en el centro se reduce considerablemente, expuesto lo anterior, supondremos una tasa de reposición del 10% y el tiempo de funcionamiento será de 20h.
- La normativa aplicada al proyecto, para cumplir las disposiciones mínimas legales son:
 - Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.
 - Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
 - Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación
 - Documento de Apoyo al Documento Básico Ahorro de Energía/1
 - Norma UNE 100001:2001 Condiciones Climáticas en Proyectos.
 - Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto (IDAE).

- *Norma UNE 16855:2018 Definición, prestaciones del aislamiento térmico y métodos de ensayo.*
- *Real Decreto 115/2017, de 17 de febrero, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan y por el que se establecen los requisitos técnicos para las instalaciones que desarrollen actividades que emitan gases fluorados.*
- *REGLAMENTO (UE) 517/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de abril de 2014 sobre los gases fluorados de efecto invernadero.*
- *Norma UNE 13162 :2013 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral*
- *Norma UNE 14313 :2017 Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de espuma de polietileno.*

1.3 SOLUCIONES ALTERNATIVAS DE DISEÑO

A continuación, se va a exponer una serie de soluciones al diseño para posteriormente adoptar una de ellas al resultado final.

CICLOS DE REFRIGERACIÓN

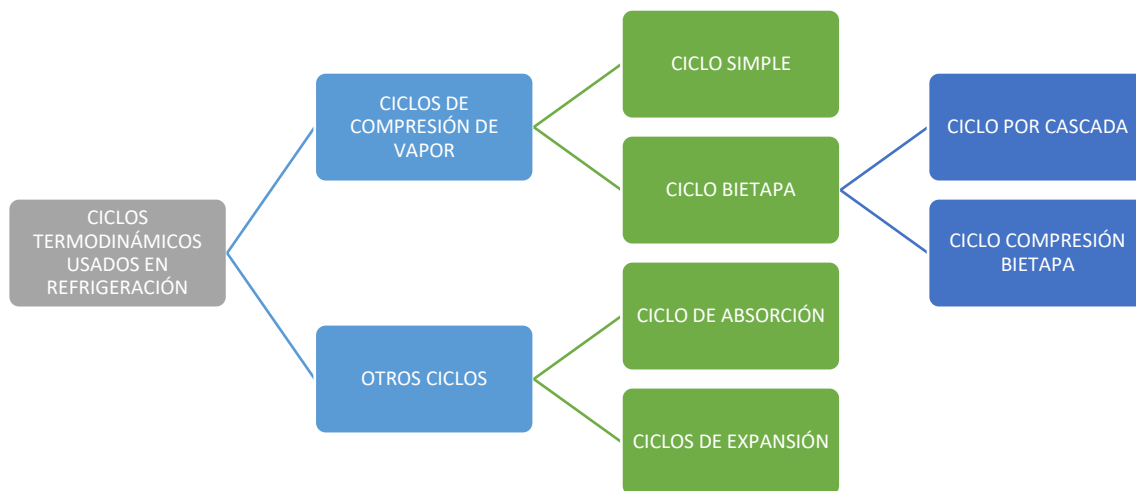


FIGURA 1.31: Esquema ciclos termodinámicos usados en refrigeración.

CICLO SIMPLE DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR

En este ciclo de refrigeración, el refrigerante entra en vapor con vapor saturado en el estado 1 donde se comprime isoentrópicamente a vapor sobrecalentado donde encontramos el punto 2. Posteriormente, el vapor del refrigerante entra al condensador donde se extrae el calor a presión constante hasta que el fluido se convierte en líquido saturado y llegamos al punto 3. A continuación, el líquido se expande adiabáticamente en la válvula de expansión pasando así al punto 4. Por último, el refrigerante pasa por el evaporador a presión constante donde se vuelve a convertir en vapor saturado completando así el ciclo.

Cabe destacar que el proceso de compresión real incluirá efectos de fricción que hacen aumentar la transferencia de calor, además se puede dar el hecho de que el fluido se sobrecaliente a la entrada del compresor y un subenfriamiento a la salida del condensador.

$$COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

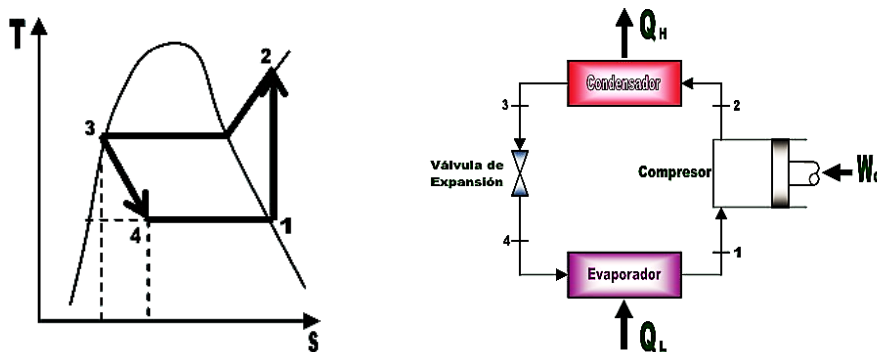


FIGURA 1.32: Diagrama T-S ciclo compresión simple y esquema de los elementos.

CICLO DE REFRIGERACIÓN POR CASCADA

Este ciclo es de aplicación cuando la diferencia de temperaturas entre el evaporador y el condensador es muy grande lo que también conlleva una presión elevada en el ciclo.

En la *Figura 1.3* se muestra un ciclo de refrigeración en cascada de dos etapas. Los ciclos se conectan por medio de un intercambiador de calor, el cual sirve de evaporador en el ciclo superior donde el sistema cuenta con la temperatura de evaporación más alta y como condensador en el ciclo inferior donde el sistema cuenta con la temperatura de evaporación más baja. Cabe puntualizar que no es necesario utilizar el mismo refrigerante en ambos ciclos ya que no se produce mezcla en el intercambiador.

Si se supone un buen aislamiento en el intercambiador de calor, la transferencia de calor del fluido en el ciclo inferior será igual a la transferencia de calor en el ciclo superior, de modo que:

$$\frac{\dot{m}_A}{\dot{m}_B} = \frac{h_2 - h_3}{h_5 - h_8}$$

Asimismo,

$$COP = \frac{\dot{m}_B(h_1 - h_4)}{\dot{m}_A(h_6 - h_5) + \dot{m}_B(h_2 - h_1)}$$

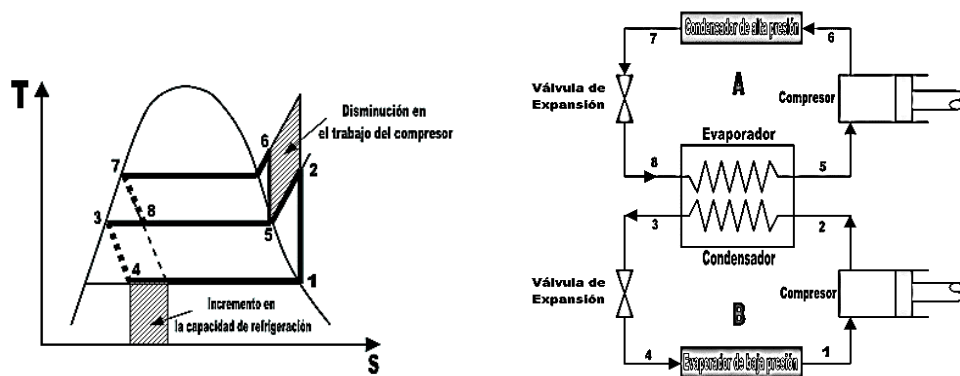


FIGURA 1.33: Diagrama T-S ciclo refrigeración en cascada y esquema de los elementos.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Temperatura de descarga disminuye comparándolo con un sistema de una etapa	La transformación de calor en el intercambiador da lugar a pérdidas
Disminución de la R.C de cada sistema, la eficiencia volumétrica aumenta	Cierto porcentaje de humedad se puede solidificar perturbando el funcionamiento

CICLO DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN

El sistema de refrigeración por absorción, patentado en 1860 por el francés Ferdinand Carré, funciona por calor, y utiliza un fluido frigorífero que es absorbido y liberado, alternativamente, por el absorbente. Resulta un sistema de absorción tipo, ya que el compresor de un sistema de fluido condensable se sustituye por el conjunto generador-absorbedor del ciclo de absorción; en la figura 1.34 se representa un esquema del método de absorción.

El fluido frigorífero es el amoníaco y el absorbente es el agua. Los ciclos por absorción tienen algunas características comunes con los ciclos por compresión de vapor, pero difieren de ellos en dos aspectos importantes, como:

- a) La naturaleza del proceso de compresión, ya que, en vez de una compresión de vapor entre el evaporador y el condensador, en el ciclo de absorción el refrigerante es absorbido por una sustancia secundaria (absorbente), para formar una solución líquida que se comprime hasta altas presiones. Como el volumen específico medio de la solución líquida es mucho menor que el volumen específico medio del vapor del refrigerante, el trabajo necesario es menor, por lo que los sistemas de refrigeración por absorción tienen la ventaja, respecto a los sistemas con compresión de vapor, de necesitar menor potencia para la compresión.
- b) En los sistemas por absorción debe introducirse un medio para recuperar el refrigerante vapor a partir de la solución líquida antes de que el refrigerante entre en el condensador, lo cual supone transferir calor desde una fuente a temperatura relativamente alta, por lo que son particularmente económicos los vapores y calores residuales que de otra manera serían evacuados al ambiente sin aprovecharse. La fuente de calor se puede obtener, por ejemplo, quemando gas natural o algún otro combustible, o utilizar fuentes de energía alternativas tales como la solar. En la figura 1.34 se muestran esquemáticamente los componentes principales de un sistema de refrigeración por absorción, en el que el refrigerante es amoníaco y el absorbente es agua.

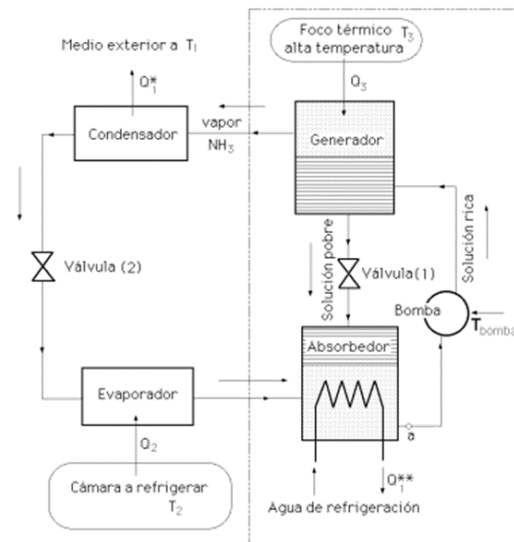


FIGURA 1.34: Esquema sistema de absorción (amoníaco – agua), para refrigeración.

El amoníaco pasa a través del condensador, la válvula de expansión y el evaporador en la misma secuencia que en un sistema con compresión de vapor. El compresor es sustituido por el conjunto absorbedor, bomba, generador y válvula. En el vaporizador se evapora el fluido frigorífero, por lo que se produce frío; es una zona de bajas presiones y temperaturas.

El vapor de amoníaco llega al absorbedor donde es absorbido mediante una reacción exotérmica con la solución pobre de amoníaco que había en el generador y que pasa al absorbedor a través de una válvula de estrangulamiento. El líquido resultante con alto contenido en amoníaco, se comprime con una bomba, y mediante un intercambiador de calor, se lleva nuevamente al generador donde vuelve a iniciarse el ciclo. La misión de este intercambiador es la de mejorar el rendimiento del ciclo.

- El absorbedor es un dispositivo en el que el vapor del fluido refrigerante, es absorbido por un líquido (absorbente), resultando una mezcla líquida. En el absorbedor, el agua líquida absorbe el amoníaco vapor procedente del evaporador, siendo la formación de esta solución líquida exotérmica. Como la cantidad de amoníaco que puede disolverse en agua aumenta cuando la temperatura de la solución disminuye, alrededor del absorbedor circula agua de refrigeración para retirar la energía liberada al entrar el amoníaco en la solución, y mantener la temperatura del absorbedor lo más baja posible. La solución rica de amoníaco-agua deja el absorbedor y entra en la bomba, donde aumenta su presión hasta la del generador.
- El generador llega proveniente del absorbedor, una mezcla rica de amoníaco-agua; al calentar esta mezcla se evapora el amoníaco y pasa al condensador donde licúa; a continuación, pasa a una válvula de estrangulamiento, disminuyendo su presión, y llega al vaporizador donde se evapora, extrayendo la energía de la cámara a enfriar y produciendo por lo tanto el efecto frigorífico.

En el generador se produce un aumento de la temperatura del líquido, con lo que se desprende vapor de uno de los dos fluidos, debido a su diferente miscibilidad produciéndose dos salidas de fluidos, una de vapor de fluido frigorífero hacia el condensador, y la otra, de líquido con bajo contenido de fluido caliente, hacia el intercambiador (cuando exista) y el absorbedor, (solución pobre).

En el generador, el calor transferido desde una fuente a temperatura relativamente alta hace que el vapor de amoníaco salga de la solución (proceso endotérmico), dejando una solución pobre de amoníaco-agua en el generador. El vapor liberado pasa al condensador donde licúa, y la solución pobre restante fluye a través de la válvula hacia el absorbedor.

El trabajo consumido es el necesario para hacer funcionar la bomba, siendo pequeño en comparación con el trabajo que se necesita para comprimir un refrigerante vapor entre los mismos niveles de presión.

Sin embargo, los costes asociados con la fuente de calor y con los equipos que no se necesitan en los sistemas con compresión de vapor pueden cancelar la ventaja del menor trabajo de compresión.

Los sistemas de amoníaco-agua empleados habitualmente tienen algunas modificaciones respecto al ciclo de absorción simple considerado; dos de las modificaciones comunes se indican en la figura 1.35 En este ciclo se incluye un intercambiador de calor entre el generador y el absorbedor que permite precalentar la solución rica de amoníaco-agua antes de entrar en el generador, mediante la solución pobre que va desde el generador al absorbedor, reduciéndose el calor transferido al generador.

La otra modificación que se indica es el rectificador, colocado entre el generador y el condensador; su función es retirar las trazas de agua contenidas en el refrigerante, antes de entrar en el condensador, lo que elimina la posibilidad de formación de hielo en la válvula de expansión y en el evaporador.

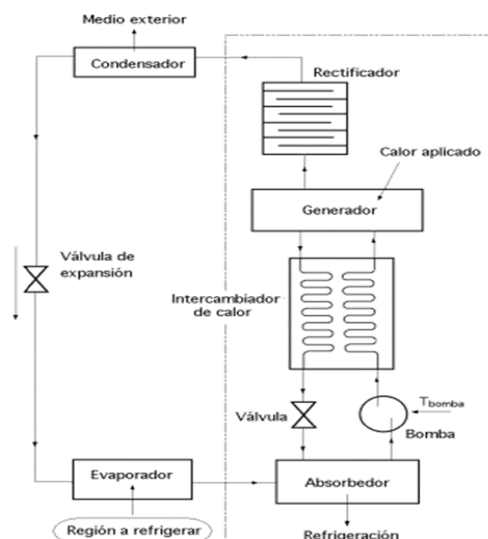


FIGURA 1.35: Esquema modificado del frigorífico de absorción (amoníaco – agua).

Hay que tener en cuenta que el agua puede llegar a solidificar por debajo de la temperatura que se adquiere en el vaporizador y, por lo tanto, es muy importante que nunca llegue agua al mismo, para evitar así el problema citado, y que de producirse podría obstruir y bloquear las tuberías. Debido a que la temperatura de solidificación del amoníaco, a presión atmosférica, se encuentra a -40°C , este método se puede utilizar desde procesos de climatización, hasta túneles de refrigeración.

VENTAJAS CICLO DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN

- El refrigerante amoníaco tiene una alta capacidad calorífica.
- Aplicaciones de temperaturas muy bajas, hasta -60°C .
- Propiedades muy buenas de transferencia de calor y masa.

INCONVENIENTES CICLO DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN

- Presiones muy altas del refrigerante lo que necesita tuberías más gruesas.
- Volatilidad del solvente, es necesario una rectificación.
- Toxicidad del amoníaco.

REFRIGERANTES

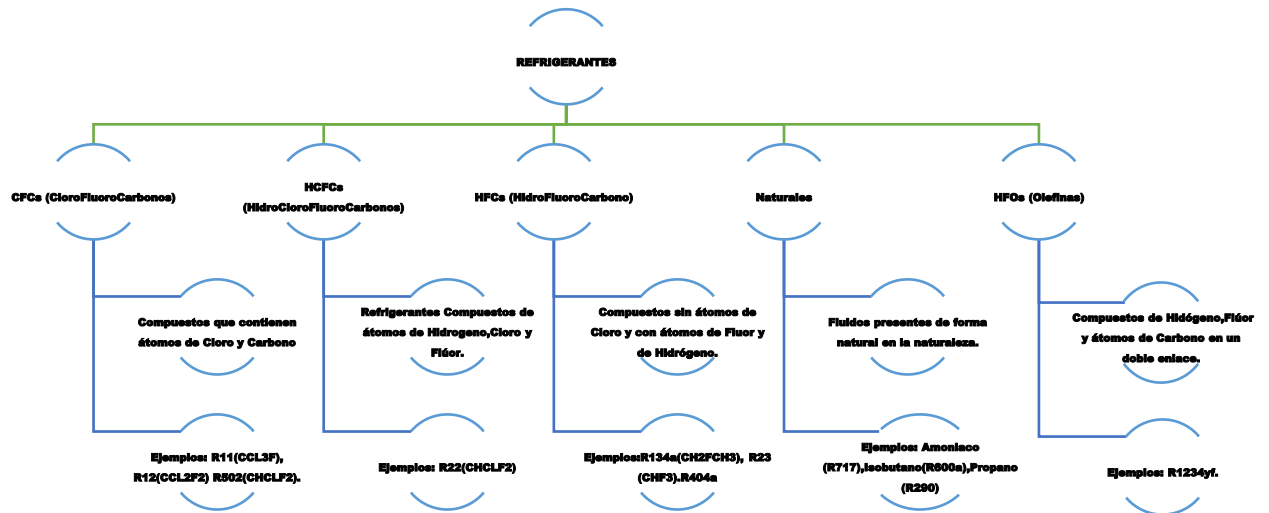


FIGURA 1.35: Esquema Refrigerantes utilizados en sistemas de refrigeración.

La normativa vigente que regula la comercialización, uso y manipulación de estos gases fluorados es el Real Decreto 115/2017 del 17 de febrero. En el artículo 3 del Reglamento especifica que *“únicamente las personas que tengan en su posesión la certificación de la competencia para la manipulación de sistemas frigoríficos de cualquier carga de refrigerantes fluorados”* que habilita:

- *Instalación de equipos con sistemas frigoríficos de cualquier carga de refrigerantes fluorados.*
- *Mantenimiento o revisión de equipos con sistemas frigoríficos de cualquier carga de refrigerantes fluorados, incluida carga y recuperación de refrigerantes fluorados.*
- *Certificación del cálculo de la carga de gas en equipos con sistemas frigoríficos de refrigerantes fluorados.*
- *Manipulación de contenedores de gas fluorados refrigerantes.*
- *Control de fugas de refrigerantes de acuerdo con el Reglamento (CE) n.º 1516/2007 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2007.*
- *Desmontaje.*

Por otro lado, este mismo Reglamento en su disposición final primera (por el cual modifica el Real Decreto 138/2011) pone de manifiesto el empleo de sistemas de detección de fugas si las instalaciones contienen fluorados de efecto invernadero, este punto lo tendremos en cuenta más adelante en el diseño de la cámara de refrigeración.

COMPRESORES

A continuación, se va a analizar los distintos tipos de compresores que hay en el mercado para encontrar el más adecuado a nuestra instalación.

La clasificación principal de los diferentes compresores se hace en base a sus principios básicos de funcionamiento. Se dividen en:

COMPRESORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO	COMPRESORES DINÁMICOS
<p>COMPRESORES DE PISTÓN</p> <p>COMPRESORES DE TORNILLO</p> <p>COMPRESORES SCROLL</p>	<p>COMPRESORES AXIALES</p> <p>COMPRESORES CENTRÍFUGOS</p>

COMPRESOR DE PISTÓN

Corresponde a la unidad encargada de comprimir e impulsar el vapor refrigerante proveniente del evaporador. La compresión es producida para que el vapor refrigerante pueda ser condensado a una mayor temperatura. Pese que existe variedad en el tipo de funcionamiento de los compresores, los autores DOSSAT (1980), RAPIN y JAQUARD (1999), y ALARCON (2000), concuerdan que el compresor de tipo recíproco es el más ampliamente usado. El compresor rotativo es utilizado en sistemas de muy baja capacidad, generalmente refrigeración doméstica, mientras que el compresor centrífugo es ocupado en instalaciones industriales que requieren gran potencia.

Según DOSSAT (1980), un compresor recíproco consta de un bloque constituido por uno o varios cilindros con válvulas que permiten la admisión y escape del gas refrigerante. Dentro del cilindro se desliza un pistón unido por una biela al cigüeñal, que le otorga un movimiento ascendente y descendente.

Bajo el cigüeñal se encuentra el cárter del compresor en el cual es colocado el lubricante para disminuir la fricción entre las partes móviles del compresor.

DOSSAT (1980), explica que, durante el movimiento descendente del pistón, el cilindro es llenado por el vapor refrigerante al abrirse la válvula de aspiración, mientras se encuentra cerrada la válvula de impulsión. Durante el movimiento ascendente, la válvula de aspiración se cierra, comprimiéndose el gas refrigerante a medida que el volumen en el que se encuentra es reducido. A determinada presión de compresión, se produce la apertura de la válvula de impulsión y el refrigerante es evacuado del cilindro, para posteriormente volver a retomar su posición inicial en el ciclo.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<i>Compresores eficientes ya que el flujo de aire es constante</i>	<i>Altos niveles de ruidos</i>
<i>Mantenimientos sencillos</i>	<i>Lubricación constante</i>
<i>Altas relaciones de compresión</i>	<i>Se necesitan variadores de frecuencia para regular la carga del compresor</i>

$$\dot{V}_{aspbietapa} = (V_1 - V_4) \times n > \dot{V}_{aspmoetapa}$$

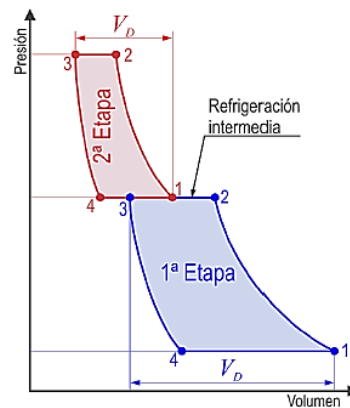


FIGURA 1.36: Ciclo de funcionamiento compresor bietapa.

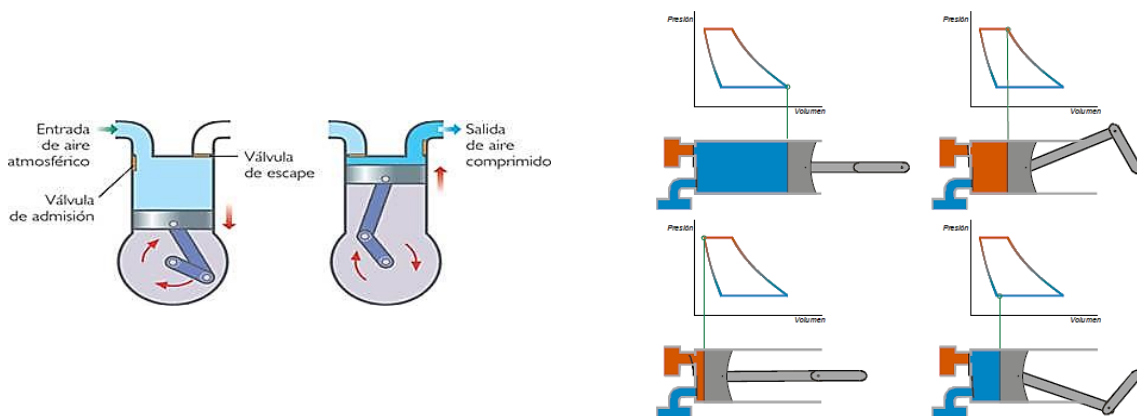


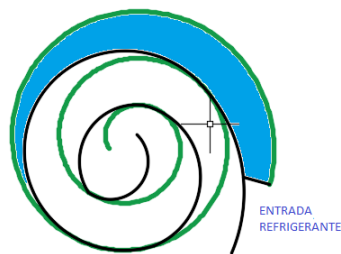
FIGURA 1.37: Funcionamiento compresor de pistón y ciclo de funcionamiento.

COMPRESOR DE ESPIRAL "SCROLL".

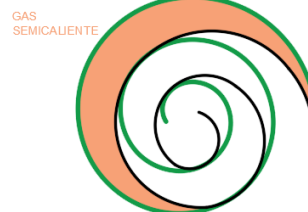
En este tipo de compresores, las cámaras de compresión están generadas por dos espirales idénticas, la fija (estator) y la parte que orbita (rotor). La espiral fija y móvil se encuentran en desfase en un ángulo de 180°. Están incrustados entre sí, de modo que existe una excentricidad entre sus ejes para realizar el movimiento orbital del radio del eje del tornillo móvil alrededor del eje del tornillo fijo.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Los compresores scroll carecen de válvulas y espacio muerto, por lo que el rendimiento volumétrico es próximo al 100%.	Presenta problemas de estanqueidad
El movimiento de la espiral origina dos espacios simétricos, por lo que asegura una ausencia de ruido y un par equilibrado	Alta sensibilidad a la deposición de partículas del gas bombeado en la superficie de la espiral
	Son necesarios variadores de frecuencia para regular la carga del compresor

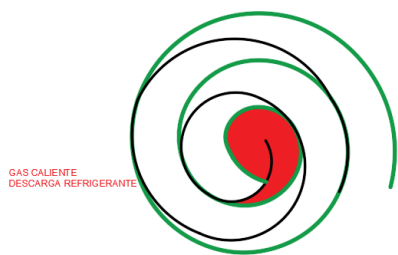
En la siguiente figura se muestra la compresión de un fluido en un compresor scroll.



ENTRADA REFRIGERANTE



COMPRESIÓN DEL REFRIGERANTE



DESCARGA REFRIGERANTE

FIGURA 1.38: Funcionamiento compresor scroll

CONDUCCIONES Y ACCESORIOS

A continuación, se va a exponer una serie de dispositivos adicionales que permitirán darnos información del estado de la cámara frigorífica.

FILTRO DE ACEITE

Se trata de un dispositivo que es capaz de capturar y retener las impurezas propias del aceite. Se instala en la línea que va desde el depósito acumulador de refrigerante que preferiblemente ira dispuesto bajo el nivel del compresor hasta la entrada del control del nivel del compresor.



FIGURA 1.41: Filtro de aceite

TUBERIAS Y AISLAMIENTO

En los sistemas de refrigeración, las tuberías más utilizadas son las tuberías metálicas, entre ellas las tuberías de cobre y las tuberías de acero galvanizado

○ **TUBERIAS DE ACERO GALVANIZADO**

Las tuberías de acero galvanizado se componen de acero soldado y una protección interior de zinc fundido para protegerlas de la corrosión y aumentar las propiedades mecánicas del metal. Se comercializa en barras rígidas de hasta 10 m de longitud pudiendo conformarse en frío. Además, las tuberías de acero galvanizado se caracterizan por su alto punto de fusión siendo vitales en instalaciones contra incendios. El precio de tubo de acero galvanizado con soldadura eléctrica de 1", según norma UNE-EN10255, sin calorifugado, tiene un importe de 11.13 €



FIGURA 1.42: Tubo de acero galvanizado esmaltado

○ **TUBERIAS DE COBRE**

Actualmente, las tuberías de cobre son las más utilizadas para sistemas de refrigeración, algunas de sus propiedades son la resistencia a la corrosión, la inalterabilidad en sus propiedades con el paso del tiempo, la mínima pérdida de carga por la mínima rugosidad existente en el interior de la tubería.

El precio de tubo de cobre sin soldadura, de 3/4" de diámetro y 1 mm de espesor, según UNE-EN 12735-1 sin calorifugado es de 8.33 €.



FIGURA 1.43: Tubo de cobre con coquilla de espuma elastomérica

Para conseguir un ahorro de energía en el transporte del refrigerante entre los distintos elementos que componen el sistema de refrigeración, es necesario instalar un adecuado en las conducciones. En el mercado existen diversos aislantes, entre ellos:

- **Espuma Elastomérica:** Es fabricada de caucho sintético que mediante moldeo adopta la forma deseada. Su conductividad térmica es de 0.030 W/m·K. Tiene un excelente comportamiento en el rango de temperaturas de entre -40 a 110 °C). *Ver figura 1.24*

- **Lana Mineral:** Material natural que se dispone en forma de lana y se obtiene de la fusión de rocas. La conductividad térmica de la lana mineral según la norma UNE-EN 13162 es de 0.040 W/m·K.



FIGURA 1.44: Coquillas de lana mineral para asilamiento de tuberías

- **Espuma de Polietileno:** Material aislante plástico que se basa en polímeros derivados del etileno. La conductividad térmica de la espuma de polietileno según la norma UNE-EN 14313 es de 0.040 W/m·K medido a 40°C. Ver figura 1.26



FIGURA 1.45: Coquillas de Polietileno para asilamiento de tuberías

DEPÓSITO SEPARADOR DE ACEITE

El depósito separador de aceite es el encargado de devolver el aceite al cárter del compresor separándolo así del refrigerante en la descarga del compresor. Este proceso se lleva a cabo en el interior del depósito donde gran parte del aceite es separado del lubricante por una malla. Posteriormente, el aceite al tener mayor densidad se queda en el fondo donde se acciona una válvula de aguja que permite elevar el aceite al cárter del compresor, el refrigerante pasa por una última malla donde vuelve a ser filtrado antes de seguir su paso al condensador.



FIGURA 1.46: *Deposito separador de aceite OSH-404*

VALVULA DE ALIVIO

Estos elementos están diseñados para aliviar la presión y proteger la instalación de un exceso de presión. En el mercado existen 3 tipos de válvulas de alivio: mecánicas, eléctricas y electrónicas.



FIGURA 1.47: *Válvula de alivio SFV25, Danfoss*

FILTRO DESHIDRATADOR

Este elemento está diseñado para mantener seca la línea donde se encuentra mezclado el aceite y el refrigerante al absorber los contaminantes líquidos que se encuentran disueltos. Además, la función del filtro es la de retener las partículas sólidas que se encuentren en el sistema. Normalmente se emplazan en la línea de líquido, es decir, después del condensador para proteger los capilares de la válvula de expansión.



FIGURA 1.48: *Filtro deshidratador 100% tamiz molecular*

VISOR DE LÍQUIDO

Este elemento se instala en el circuito de refrigeración en la línea de líquido, su función es la de indicar mediante colores la presencia de humedad en el refrigerante al reaccionar con el refrigerante. Existen visores con uniones roscadas M/M, abocardadas o simplemente soldadas al mismo tubo.

Se pueden instalar antes o después del filtro deshidratador en función de la información que quieras obtener, si se desea obtener información tanto del contenido de humedad total del refrigerante como del estado del refrigerante (burbujas) antes de la válvula de expansión, es recomendable instalar 2 visores, 1 delante y otro detrás del filtro.



FIGURA 1.49: *Visor de líquido.*

VÁLVULA SOLENOIDE

Las válvulas solenoide (electroválvulas) son dispositivos que permiten cerrar, dosificar o liberar el fluido existente en el circuito de refrigeración. Utiliza la fuerza electromagnética para funcionar, es decir, cuando se hace pasar una corriente eléctrica a través de la bobina, se genera un campo magnético que hace que se mueva el vástago de apertura o cierre del circuito. Su uso se hace tan extendido ya que elimina la necesidad del control manual de la válvula.



FIGURA 1.5: *Válvula Solenoide EVU8 Danfoss*

VÁLVULAS DE EXPANSIÓN

Estos dispositivos son los encargados de expandir el fluido a la salida del condensador y con ello alimentar el evaporador. Existen varios dispositivos de expansión en función de la potencia frigorífica y la eficiencia en el control de la carga de refrigerante.

- **TUBO CAPILAR:** El tubo capilar es el dispositivo más simple y barato para la expansión del refrigerante a través de la conducción por un orificio único. En la medida que circula el refrigerante por el tubo la resistencia provocada por las paredes interiores provoca una caída de presión. Este dispositivo no controla ni regula la cantidad de refrigerante que se conduce hacia el evaporador, por ello en instalaciones complejas o donde el

control del refrigerante es vital para el correcto funcionamiento de la instalación no será válido este dispositivo.



FIGURA 1.51: *Tubo capilar conexiones H/H*

- **VALVULA EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA:** Este dispositivo de expansión tiene la función de otorgar una caída de presión entre el condensador y el evaporador suministrando a su vez al evaporador la cantidad de líquido idónea para que a la salida del evaporador solo exista vapor. Para que la alimentación al evaporador sea la correcta, el líquido tiene que estar subenfriado a la entrada de la válvula.

Su instalación debe ser lo más cercana posible al evaporador y siempre siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Por otro lado, la válvula de expansión manual (no descritas en estos apartados) queda degradada su utilización a líneas secundarias del circuito, por ejemplo, haciendo *by-pass* de la válvula de expansión principal y poder realizar un mantenimiento sin parada de la instalación.



FIGURA 1.52: *Válvula de expansión termostática TC-1 Danfoss*

- **VALVULA DE EXPANSIÓN DE FLOTADOR:** Este dispositivo se utiliza esencialmente en evaporadores inundados cuya función es la de mantener un nivel mínimo de líquido dentro del evaporador. Existen dos tipos de válvula de flotador, de alta y baja presión. La diferencia esencial está en que la válvula de flotador de baja controla el nivel del líquido refrigerante en el evaporador y la válvula de flotador de alta lo controla de forma indirecta en la cámara de flotador que está localizada fuera del evaporador y puede instalarse tanto arriba como debajo de la unidad siempre que este lo más cerca posible de esta unidad.

Tanto las válvulas de expansión de flotador de alta como de baja resultan más caras que las válvulas de expansión termostáticas.



FIGURA 1.53: *Válvula de expansión de flotador de alta y baja presión.*

EVAPORADORES

El evaporador es un elemento imprescindible en cualquier instalación de refrigeración. Su función es la de producir un intercambio de energía desde el exterior hacia el fluido refrigerante que circula por su interior provocando que el refrigerante cambie de estado y pase de estado líquido a estado gas. Según la alimentación al evaporador y su construcción podemos encontrar varios modelos en el mercado.

EVAPORADOR ALETEADO CÚBICO

Este evaporador se compone de un tubo en forma de serpentín con aletas separadas entre sí una cierta distancia para evitar la escarcha, todo este conjunto va montado dentro de una estructura metálica con ventiladores aumentando de esta manera la absorción del calor por parte del refrigerante.

EL refrigerante a su paso por el serpentín absorbe el calor sensible del medio a través del evaporador convirtiéndose en calor latente al final del serpentín.

Este tipo de evaporadores se suelen instalar en la pared del recinto a refrigerar, aunque los hay también que se instalan en el techo en función de la disposición del recinto.



FIGURA 1.54: *Evaporador aleteado de pared.*

EVAPORADOR INUNDADO

El principio de funcionamiento de los evaporadores inundados es el llenado de refrigerante en su interior a fin de tener la mayor transferencia posible en la superficie del intercambiador.

Estos intercambiadores llevan consigo integrado en el control del nivel del líquido una válvula de flotador. El líquido se hace pasar por el serpentín donde se produce el intercambio de calor llegando al acumulador como una mezcla líquido-gas (flash-gas) que es conducido a la línea de succión.

El refrigerante común para este tipo de intercambiador es el amoníaco (R717), refrigerante propio de instalaciones de gran volumen.

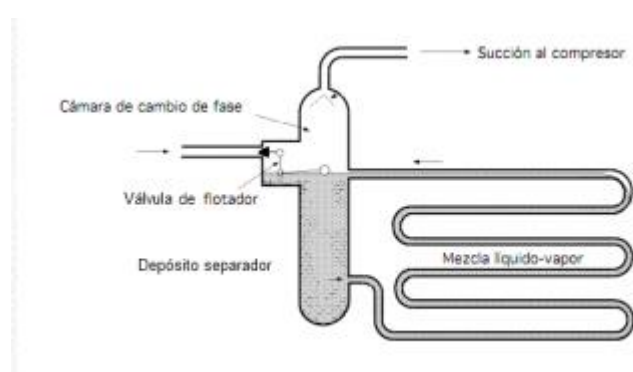


FIGURA 1.55: Esquema funcionamiento evaporador inundado.

CONDENSADORES

Por último, la elección del condensador se basará en función de cómo queramos transmitir el calor de los vapores del refrigerante que provienen del compresor al exterior. En este proceso, el refrigerante cede el calor latente que había adquirido en el evaporador cambiando así de estado de vapor a líquido.

Podemos clasificar este intercambiador en:

CONDENSADOR EVAPORATIVO

Este intercambiador de calor basa su funcionamiento en el mismo principio físico que las torres de refrigeración de una central nuclear.

El refrigerante sobrecalentado proveniente del condensador es hecho pasar por un serpentín donde constantemente se pulveriza agua hacia el serpentín, esas finas partículas de agua hacen

que se produzca el intercambio de calor. además, hay una constante circulación de aire que hace que el calor intercambiado con el serpentín sea expulsado.

El campo de aplicación de este intercambiador son grandes almacenes frigoríficos y logística y cumplirán según lo dispuesto en la norma UNE100030, apartado 6.1.3.2.

Este condensador destaca por su eficiencia energética y sobre todo por el mínimo impacto con el medioambiente. En contraposición nos encontramos su elevado precio, alrededor de 25000€

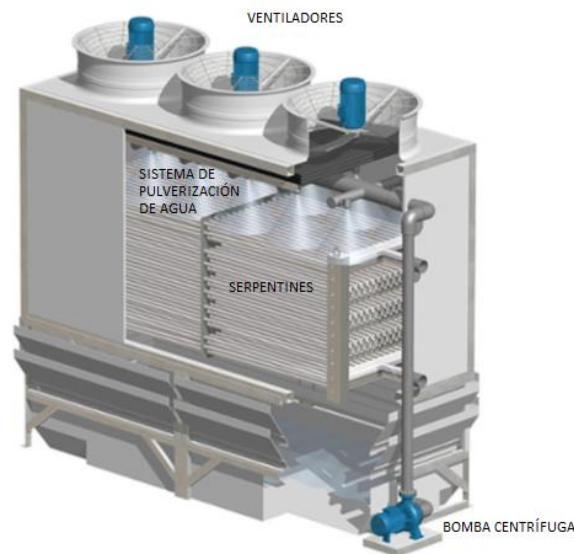


FIGURA 1.56: *Partes condensador evaporativo.*

CONDENSADOR DE AIRE

Son los intercambiadores usados en pequeña industria, su funcionamiento se basa en hacer pasar el refrigerante por un serpentín interior, en la parte superior se encuentran unos ventiladores que proporcionan una circulación forzada del aire hacia los tubos o hacia el exterior en función de cómo esté dispuesto la extracción del aire.

Además, según el Reglamento Instalaciones Térmicas en Edificios: *“La maquinaria frigorífica enfriada por aire estará dotada de un sistema de control de la presión de condensación, salvo cuando se tenga la seguridad de que nunca funcionará con temperaturas exteriores menores que el límite mínimo que indique el fabricante”.*



FIGURA 1.57: *Condensador refrigerado por aire con tiro forzado.*

CONDENSADOR CONTRACORRIENTE

Este intercambiador basa su funcionamiento a dos tubos concéntricos en espiral, por el tubo interior está circulando agua y por el tubo exterior el refrigerante sobrecalentado donde la dirección del flujo va en contra posición de la dirección del flujo de agua.

Según el Reglamento Instalaciones Térmicas en Edificios: *“El agua del circuito de condensación se protegerá de manera adecuada contra las heladas”* por ello se dispondrán de tubos protegidos, normalmente embalados con algodón.



FIGURA 1.58: *Condensador contracorriente sin proteger.*

1.4 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

A continuación, se va a disponer la solución a adoptar para el diseño de la cámara frigorífica siguiendo las directrices de la norma UNE, así como el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el reglamento Instalaciones Térmicas en la Edificación (RITE).

La cámara frigorífica estará diseñada y construida para el caso más desfavorable, para ello se aplicará un coeficiente de seguridad para pérdidas de carga térmica de difícil cálculo.

BALANCE CARGA TÉRMICA Y CÁLCULO DE ESPESOR ÓPTIMO

En el *Anejo I* se dispondrán los cálculos correspondientes a los cálculos de las cargas térmicas y con ello el cálculo del espesor óptimo de pared.

Los datos de conductividad térmica vienen recogidos en el *Anejo I*

ESPESOR ÓPTIMO CÁMARA

ESPESOR ÓPTIMO MURO			
MATERIAL	ESPESOR [m]	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA [$w/m \times k$]	RESISTENCIA TÉRMICA [$w/m^2 \times k$]
Fábrica de ladrillo perforado	0.11	0.67	0.16
Mortero de cemento	0.01	0.55	0.02
Lana mineral	0.03	0.031	0.97
Tabicón ladrillo hueco doble	0.09	0.43	0.21
Enlucido de yeso	0.01	0.57	0.02
Panel de acero	0.001	50.2	0.02×10^{-3}
Aislante poliuretano	0.1	0.035	2.85

ESPEJOR ÓPTIMO TECHO			
MATERIAL	ESPEJOR [m]	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA $[w/m \times k]$	RESISTENCIA TÉRMICA $[w/m^2 \times k]$
Forjado Unidireccional vigueta y bovedilla	0.3	1.42	0.21
Panel de acero	0.001	50.2	0.02×10^{-3}
Aislante poliuretano	0.06	0.035	1.71
ESPEJOR ÓPTIMO SUELO			
MATERIAL	ESPEJOR [m]	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA $[w/m \times k]$	RESISTENCIA TÉRMICA $[w/m^2 \times k]$
Hormigón de Limpieza	0.1	2.30	0.04
Poliestireno expandido	0.05	0.034	1.47
Hormigón armado	0.2	2.30	0.09
Mortero de cemento	0.03	0.55	0.05
Gres calcáreo	0.02	1.90	0.01
Aislante poliuretano	0.03	0.035	0.85
ESPEJOR ÓPTIMO PUERTA ESTE			
MATERIAL	ESPEJOR [m]	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA $[w/m \times k]$	RESISTENCIA TÉRMICA $[w/m^2 \times k]$
Panel de acero	0.05	50.2	0.02×10^{-3}
Aislante poliuretano	0.1	0.035	2.85
ESPEJOR ÓPTIMO PUERTA SUR			
MATERIAL	ESPEJOR [m]	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA $[w/m \times k]$	RESISTENCIA TÉRMICA $[w/m^2 \times k]$
Panel de acero	0.05	50.2	0.02×10^{-3}

Aislante poliuretano	0.05	0.035	1.42
----------------------	------	-------	------

Un dato a tener en cuenta es que todos los cerramientos limitan con el exterior, por ello si aplica un factor de corrección en función de la orientación.

Con el fin de estandarizar los espesores, el espesor del aislante será o bien de 60 mm o 100 mm.

Según el R.D 552/2019, “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%”.

En el Anejo I están dispuestos las correcciones debidas a la radiación de cada cerramiento teniendo en cuenta los cerramientos limitan con el exterior, ya que no disponemos de ningún aislamiento perfecto siempre se tendrá una cierta cantidad de calor que está pasando del exterior al interior, debido a la diferencia de temperaturas, así como la cantidad del personal que se encuentre en las instalaciones de la cocina.

DIFERENCIA TEMPERATURA CÁMARA-AMBIENTE (ΔT)				
ELEMENTO	$T_{ext}(^{\circ}C)$	$T_{int}(^{\circ}C)$	FACTOR SOLAR	$\Delta T(^{\circ}C)$
Cerramiento Norte	32	1	0	31
Cerramiento Sur	32	1	3	34
Cerramiento Oeste	32	1	4	35
Cerramiento Este	32	1	4	35
Suelo	32	1	23.5	22.5
Techo	32	1	9	40
Puerta (Este) (1)	32	1	4	35
Puerta (Este) (2)	32	1	4	35
Puerta (Sur)	32	1	3	34

BALANCE DE CARGA TÉRMICA

GANANCIAS POR TRANSMISIÓN	
Elemento	Q (KW)
Cerramientos	1.12
Suelo	0.99
Techo	0.99
Puertas (Este)	0.072
Total	3.17
CARGAS INTERNAS	
Cargas	Q (KW)
Iluminación	0.41
Personas	0.17
Equipo	0.77
Total	1.35

Con respecto a las cargas internas debida a la iluminación, el alumbrado que se instalará será de bajo nivel térmico estimado en 10 W/m² y únicamente serán conectadas durante la jornada de trabajo. El personal destinado al acceso de las cámaras serán las cocineras del colegio y cuyo cometido será la recogida de los productos para el traslado a la cocina, supondremos 2 cocineras simultaneas como máximo dentro de la cámara. Con respecto a la carga por equipos, contabilizaremos únicamente la producida por los ventiladores del evaporador (del orden del 10% del total de las cargas). En el Anejo I se encuentran dispuestos los cálculos realizados.

CARGA TÉRMICA POR RENOVACIÓN DE AIRE	
VOLUMEN CÁMARA (m ³)	Q (KW)
341.18	0.46
CARGA TÉRMICA POR PRODUCTO	
PRODUCTO	CARGA TÉRMICA (KW)

Lechuga	1.21
Tomate	1.23
Cebolla	0.95
Aceitunas	0

El aire de la cámara frigorífica va perdiendo toda su pureza convirtiéndose en un aire rico en dióxido de carbono donde pueden aparecer gérmenes que pueden deteriorar el producto. según la procedencia de los alimentos existen incompatibilidades en el almacenaje de estos productos recogidos en el artículo 6.4.1 del Real Decreto 168/1985 donde el dióxido de carbono y el etileno desprendido por algunos alimentos puede provocar una fermentación prematuro en otros alimentos.

Normalmente la adicción de aire proveniente del exterior se debe a infiltraciones en aperturas de la puerta por el personal autorizado, y en nuestra cámara no se adicionará ningún elemento de renovación de aire mecánico.

El calor de respiración de cada producto viene atendido en función del origen del alimento y la temperatura de conservación de la cámara.

Los datos del calor de respiración se han extraído del capítulo 9 “PROPIEDADES TÉRMICAS DE LOS ALIMENTOS” interpolando en el caso que fuera necesario para conseguir el valor.

ENFRIAMIENTO PRODUCTO DE ENTRADA	
PRODUCTO	CARGA TÉRMICA (KW)
LECHUGA	0.022
TOMATE	0.046
CEBOLLA	0.032
ACEITUNAS	0.032

Para conseguir un descenso de la temperatura del producto hace falta una carga térmica distinta para cada producto con una tasa de reposición del 10%.

Por último, en la evaluación de las cargas térmicas anteriores se contabilizará un porcentaje destinado a la seguridad, esto se aplica por perdidas que se suceden en la cámara que no son contabilizados por su difícil cálculo. Estas son perdidas por radiación, efecto de puentes térmicos, calor aportado en desescarches etc.

Por ello se va a englobar estas pérdidas en un 10% de la suma de cargas anteriores.

La potencia frigorífica necesaria para la situación más desfavorable será de:

$$Q = 9.35 \text{ KW}$$

Por último, para dimensionar los elementos que se describirán en capítulos posteriores, debemos tener en cuenta el factor de calor sensible (SHR) y consiste:

$$\text{Factor de calor sensible (SHR)} = \frac{\text{Refrigeración sensible}}{\text{Refrigeración Total}}$$

Teniendo en cuenta el destino de la cámara frigorífica donde gran parte de la carga que se produzca sea carga sensible, estimaremos el factor de carga sensible en 0.85. Con todo esto el valor de potencia frigorífica para dimensionar los diferentes elementos que conforman la instalación será:

$$Q = 11 \text{ KW}$$

SELECCIÓN DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN

La envergadura de la instalación y la temperatura a la que se va a conservar los alimentos nos lleva a decantarnos por un ciclo simple por compresión de vapor, donde tendremos como componentes principales:

- Compresor
- Evaporador
- Condensador
- Válvula de expansión

Además, la instalación contará con un recalentamiento y un subenfriamiento, siendo

$$\text{Recalentamiento}_{\text{aspiración compresor}} = T_{\text{entrada compresor}} - T_{\text{evaporación}}$$

Dependiendo del tipo de válvula de expansión que detallaremos más adelante, el recalentamiento en la aspiración será de 7 °C con un recalentamiento útil de 5°C, el resto del recalentamiento se producirá entre la salida del evaporador y la entrada del compresor siendo el mínimo tramo de tubería posible ya que en este tramo la tubería no estará aislada y absorberá calor del exterior.

Del mismo modo que para el recalentamiento la variación entre la temperatura de descarga del compresor y la temperatura de entrada de la válvula de expansión será de 7°C siendo el

subenfriamiento en el condensador de 5°C y el resto es calor que se cederá por parte de la tubería en el tramo de la salida del condensador hasta la entrada de la válvula de expansión ya que este tramo de tubería no estará aislado.

Con esta influencia de recalentamiento-subenfriamiento combinado, lo que se consigue es asegurarnos de suministrar refrigerante líquido en la válvula de expansión, y lo mismo ocurre con el recalentamiento a la entrada del compresor asegurándonos de que no llegue refrigerante líquido.

Por otro lado, la instalación contará de una serie de visores que serán comentados más adelante para evitar que se produzcan los fenómenos adversos en la aspiración del compresor y a la entrada de la válvula de expansión.

Con todo esto, el diagrama P-H (Presión-Entalpia) quedaría así:

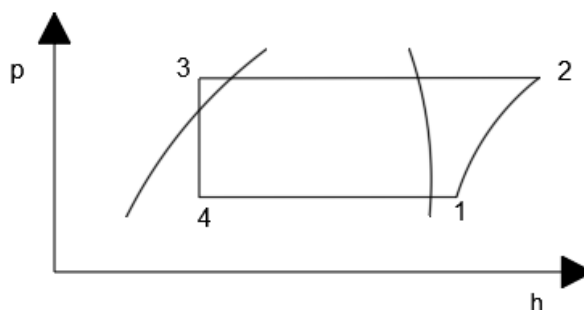


FIGURA 1.59: *Diagrama de compresión simple con recalentamiento y subenfriamiento.*

Este fenómeno simultáneo de subenfriamiento-recalentamiento se conseguirá con la adición de un intercambiador intermedio de doble tubo a contracorriente donde se profundizará más en capítulos posteriores.

SELECCIÓN DEL FLUIDO REFRIGERANTE

Una de las condiciones técnicas que impuso el ilustrísimo "Ayuntamiento de Aldaia" fue que "la selección del fluido frigorígeno debía seguir las directrices del Plan de Impulso al Medio Ambiente (PIMA)" en concreto en una de ellas:

"Las instalaciones frigoríficas no deberán contener gases fluorados de efecto invernadero con un Potencial de Calentamiento Atmosférica (PCA o GWP) igual o superior a 150"

Con esta premisa se ha escogido dos refrigerantes con un Potencia de calentamiento global casi nula. Los refrigerantes en cuestión pertenecen al grupo de HC (refrigerantes Hidrocarbonados) presentes en la naturaleza y son el R-290 y el R600a.

Las mezclas zeotrópicas durante el cambio de fase de líquido/vapor y de vapor/líquido, los componentes se pueden segregar, a esto se le conoce como 'glide' o deslizamiento, y esto se

traduce en que habrá una ligera variación tanto en la temperatura de líquido saturado con la temperatura de condensación, al igual que la temperatura de gas saturado con la temperatura de evaporación. Ambos refrigerantes no presenten ese deslizamiento o "glide"

Además, estos dos tipos de refrigerantes tienen comportamientos muy buenos frente a la corrosión, evaporación a temperatura ambiente, y una temperatura crítica elevada que será considerada para el diseño del condensador puesto que ningún fluido se condensa por encima de esta temperatura crítica. Por otro lado, según el "Real Decreto 552/2019, Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas" en la instrucción IF-02 "Grupo de clasificación según el grado de seguridad" los refrigerantes se clasifican en función de la tabla siguiente:

		Baja toxicidad	Alta toxicidad
Incremento riesgo - inflamabilidad	Sin propagación de llama	A1	B1
	Baja inflamabilidad	A2L	B2L
	Media inflamabilidad	A2	B2
	Alta inflamabilidad	A3	B3
		→ → Incremento riesgo - toxicidad	

Ambos refrigerantes pertenecen al grupo A3, por lo que será necesario evitar la soldadura para enlazar las tuberías de la instalación, más adelante se detallará el procedimiento a seguir.

A continuación, se muestra los datos tabulados en una hoja Excel en base a los diagramas de Mollier de cada compuesto:

Refrigerante	Formula química	PM g/mol	Grupo seguridad	ODP	GWP	Tcritica °C
R600a	CH3-CH2-CH2-CH3	58,1	A3	0	8	134,7
R290	CH3-CH2-CH3	44	A3	0	8	96,74

Cálculo ciclo

Refrigerante	Pcond bar	Pevap bar	Punto 1					Punto 2					Punto 3					Punto 4		
			T °C	P bar	h kJ/kg	s kJ/(kg x K)	v m3/kg	T °C	P bar	h kJ/kg	s kJ/(kg x K)	v m3/kg	T °C	P bar	h kJ/kg	s kJ/(kg x K)	v m3/kg	T °C	P bar	h kJ/kg
R600a	5,17	1,21	0	1,329	555,7	2,302	0,305	44,25	5,17	617	2,302	0,078	32	5,17	277	1,18	9E-04	-7	1,32	249
R290	13,38	3,807	0	3,807	578	2,379	0,125	53,46	13,4	636,5	2,379	0,037	32	13,4	285	1,29	0,002	-7	3,81	285

Cálculo prestaciones

Refrigerante	qevap kJ/kg	qcond kJ/kg	w2s kJ/kg	rp -	mref kg/s	Qevap kW	Qcond kW	W2s kW	COP -	Qv kJ/m3	cilindrada cm3
R600a	306,99	340	61,3	4,273	0,0187	5,73	6,346	1,1442	5,008	1006,52	117,7832
R290	293	351,5	58,5	3,515	0,0196	5,73	6,874	1,1440	5,009	2344	50,57667

Como los dos refrigerantes presentan un Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) idéntico, nos decantaremos por las prestaciones de cada uno de ellos.

En primer lugar, tener un calor específico de evaporación alto significa que en el evaporador se obtendrá menor calor latente, lo que conlleva un trasiego de refrigerante menor consiguiendo así una instalación menos costosa.

En segundo lugar, el hecho de tener una relación de presiones alta (rp), hace que el rendimiento del compresor de vea mermado en comparación con una relación de presiones más baja.

En tercer lugar, una prestación para tener en cuenta es la cilindrada, un compresor con una mayor cilindrada será más voluminoso y costoso para la instalación.

Cabe destacar el coeficiente de rendimiento de la instalación (COP) el valor es similar en ambos refrigerantes.

Con todo esto, nos decantaremos por el fluido frigorígeno R-290. Al tratarse de un refrigerante inflamable y superando los 150 gramos de carga de refrigerante en el documento 2 “PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS” se detallan normas de seguridad frente a estos refrigerantes,

En el Anejo I “CÁLCULO PRESTACIONES REFRIGERANTES” se encuentran los cálculos de las prestaciones realizados para cada refrigerante. Mientras que en el Anejo II “GRÁFICOS Y DETALLES” se grafican las prestaciones más interesantes.

Para la selección de las propuestas se analizaron también los refrigerantes R744 (dióxido de carbono) como refrigerante natural que no dañan la capa de ozono y no afecta al calentamiento global, así como el refrigerante HFO (Hidrofluoroolefinas) que es la cuarta generación de refrigerante fluorados y han sido diseñado para sustituir a los HFC estos gases presenta un potencial agotamiento de ozono y son una alternativa menos impactante para el calentamiento global. La selección de una variante en la alternativa seleccionada es el incremento es el costo de los equipos y la configuración en la instalación.

SELECCIÓN DEL COMPRESOR

En cuanto a la selección del compresor, en función del refrigerante escogido anteriormente y la potencia frigorífica de nuestra instalación, dimensionaremos el compresor.

Se va a realizar la comparación del compresor rotatorio o “scroll” y el compresor semi-hermético de pistones trasgando el refrigerante R-290 elegido anteriormente.

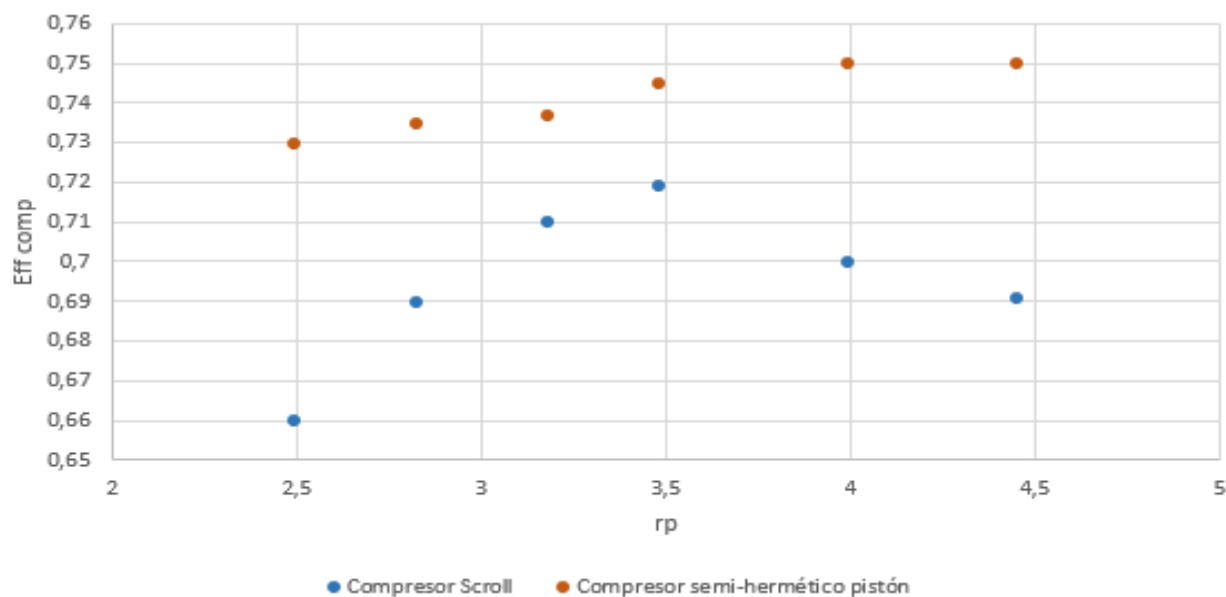
Nos valdremos del programa Select 8 de la casa "Copeland" para la elección del compresor rotativo, y del software Frascold de la casa "Frascold" para la elección del compresor semi-hermético de pistones.

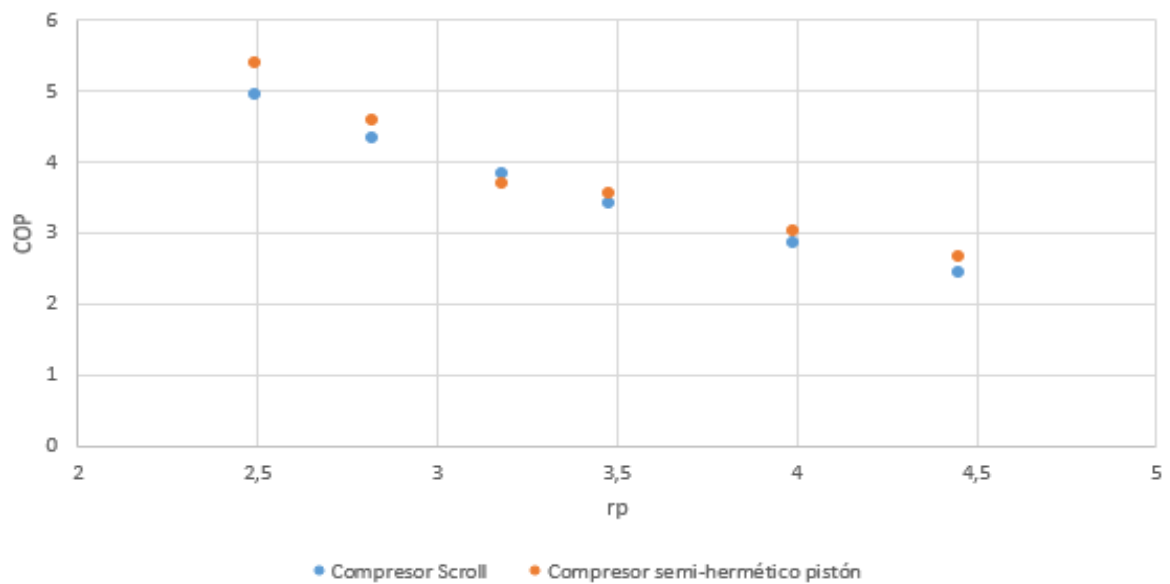
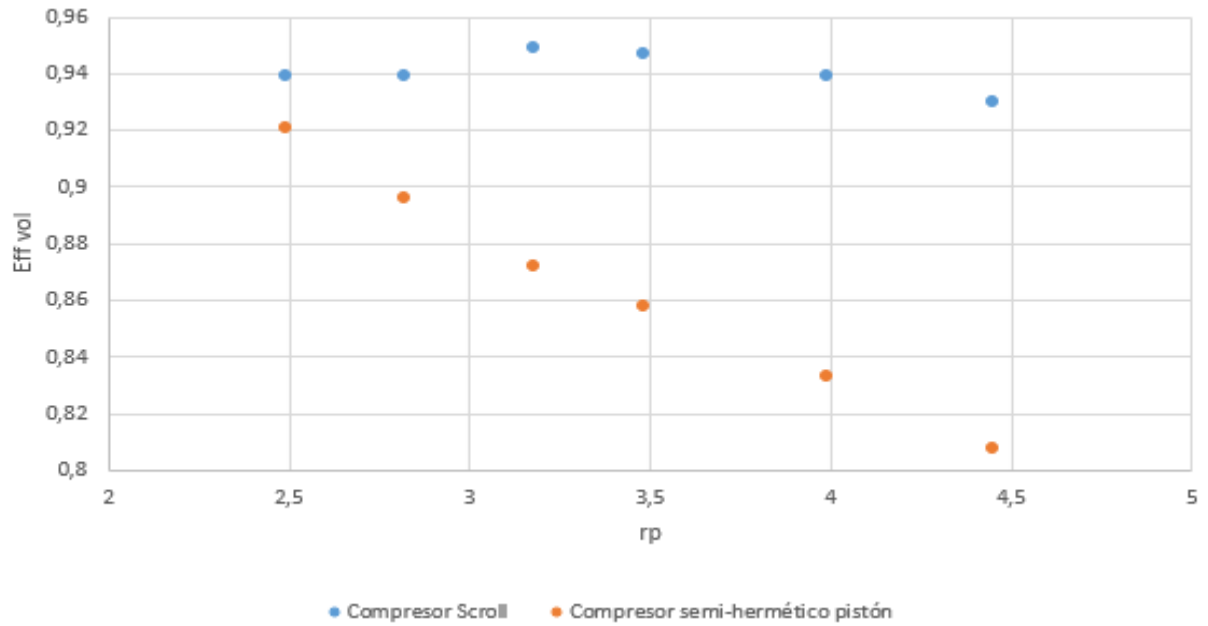
Los datos de los compresores son los siguientes:

Qe kW	Tcam °C	Tamb °C	Approach K	Condensador K	Approach K	Evaporador K	Tcond °C	Tevap °C	SH K	SC K	Heat losses %
11	1	32		8		8	39	-7	7	7	5

Modelo Compresor seleccionado 1 (scroll único) R-290							
Te	°C	-7	-7	-7	-7	-7	-7
Tc	°C	25	30	35	39	45	50
Qe	kW	15,1	14,5	13,85	13,3	12,45	11,7
Wc	kW	3,03	3,31	3,62	3,89	4,34	4,76
mref	g/s	45,60	45,60	45,50	45,40	45,00	44,60
mref	kg/s	0,0456	0,0456	0,0455	0,0454	0,0450	0,0446
rp	-	2,49	2,82	3,18	3,48	3,99	4,45
eff comp	-	0,66	0,69	0,71	0,719	0,7	0,691
eff vol	-	0,939	0,939	0,949	0,947	0,939	0,93
COP	-	4,94	4,34	3,84	3,43	2,87	2,46

Modelo Compresor seleccionado 2 (pistón único) R-290							
Te	°C	-7	-7	-7	-7	-7	-7
Tc	°C	25	30	35	39	45	50
Qe	kW	13,55	12,67	11,83	11,18	10,23	9,45
Wc	kW	2,50	2,750	2,980	3,140	3,363	3,520
mref	g/s	40,83	39,72	38,61	38,05	36,90	35,83
mref	kg/s	0,0408	0,0397	0,0386	0,0380	0,0369	0,0358
rp	-	2,49	2,82	3,18	3,48	3,99	4,45
eff comp	-	0,73	0,735	0,737	0,745	0,75	0,75
eff vol	-	0,921	0,896	0,872	0,858	0,833	0,808
COP	-	5,41	4,6	3,7	3,56	3,04	2,68





Según la capacidad frigorífica necesaria en nuestra instalación, las temperaturas de evaporación y condensación y los sobrecalentamientos y subenfriamientos el compresor de pistón elegido es el modelo Q4-20.1AXH de "Frascold" y el compresor "scroll" 2B49KCU-TFMN de "Copeland".

De la tabla comparativa anterior, se puede extrapolar que el compresor rotativo o "scroll" es finalmente la elección idónea dado que los datos comparativos anteriores el compresor rotativo es el que nos aporta mayores prestaciones en el rango de compresión que nos movemos en nuestra instalación ($RP \geq 3 \leq 3.5$). Cabe destacar que el coeficiente de rendimiento (COP) es muy similar en ambos compresores.

El precio también difiere de un compresor a otro siendo el compresor Q4-20.1AXH más económico que el 2B49KCU-TFMN.

En el Anejo II "GRÁFICOS Y DETALLES", se detallan las características de ambos compresores.

SELECCIÓN DEL EVAPORADOR

El procedimiento de selección del evaporador entre los distintos catálogos con los que cuentan los fabricantes, deberemos tener en cuenta los datos necesarios de trabajo del evaporador.

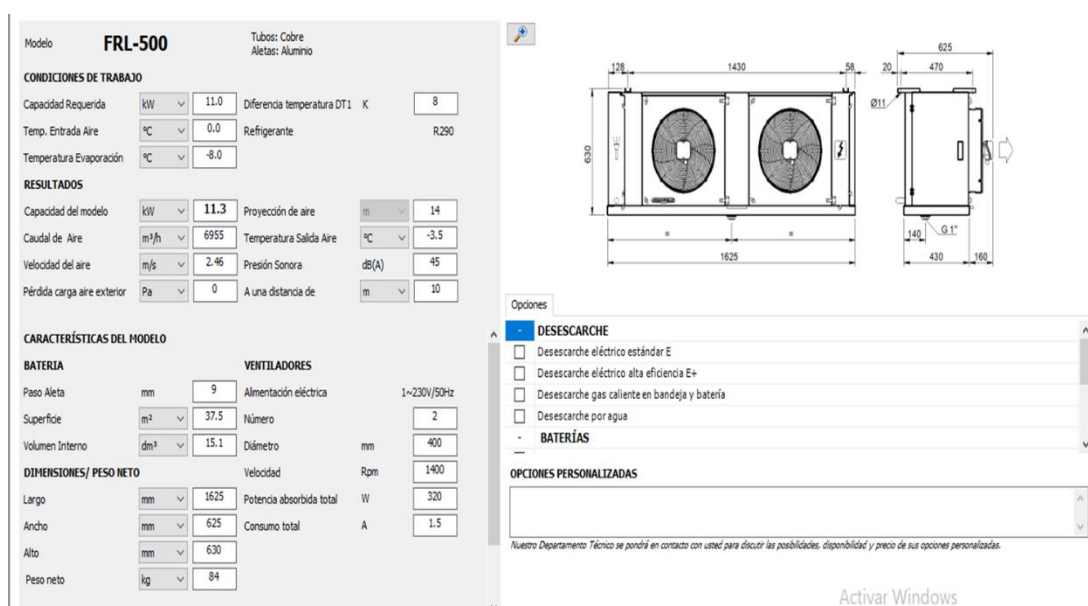
- Salto térmico en el evaporador: $DT= 8$ (°C)
- Carga térmica de la cámara: $Q= 11$ (KW)
- Separación mínima de aletas: $D= 9$ (mm)

Una adecuada separación de aletas hará que no haga falta hacer tantos desescarches en los difusores del evaporador y previniendo también una posible rotura de tuberías por acumulación de humedad en forma de hielo. Como la temperatura de nuestra cámara es positiva, manteniendo esa distancia entre aletas no será necesario ningún sistema adicional de desescarche.

El evaporador escogido se trata de un evaporador de expansión directa aleteado de la casa "FRIMETAL" FRL-500 que recoge todas las características necesarias para nuestra instalación.

Destacaremos las siguientes prestaciones del evaporador.

- Capacidad Frigorífica: 11,3 (KW)
- Caudal de Aire: 6955 (m³/h)
- Ruido: 45 (db)
- Distancia entre aletas: 9 (mm)



Modelo FRL-500 Tubos: Cobre
Aletas: Aluminio

CONDICIONES DE TRABAJO

Capacidad Requerida: KW 11.0 Diferencia temperatura DT1: K 8
Temp. Entrada Aire: °C 0.0 Refrigerante: R290
Temperatura Evaporación: °C -8.0

RESULTADOS

Capacidad del modelo: KW 11.3 Proyección de aire: m 14
Caudal de Aire: m³/h 6955 Temperatura Salida Aire: °C -3.5
Velocidad del aire: m/s 2.46 Presión Sonora: dB(A) 45
Pérdida carga aire exterior: Pa 0 A una distancia de: m 10

CARACTERÍSTICAS DEL MODELO

BATERIA **VENTILADORES**

Paso Aleta: mm 9 Alimentación eléctrica: 1~230V/50Hz
Superficie: m² 37.5 Número: 2
Volumen Interno: dm³ 15.1 Diámetro: mm 400
Velocidad: Rpm 1400

DIMENSIONES/ PESO NETO

Largo: mm 1625 Potencia absorbida total: W 320
Ancho: mm 625 Consumo total: A 1.5
Alto: mm 630
Peso neto: kg 84

OPCIONES

DESESCARCHE

- Desescarche eléctrico estándar E
- Desescarche eléctrico alta eficiencia E+
- Desescarche gas caliente en bandeja y batería
- Desescarche por agua

BATERÍAS

OPCIONES PERSONALIZADAS

Nuestro Departamento Técnico se pondrá en contacto con usted para discutir las posibilidades, disponibilidad y precio de sus opciones personalizadas.

Activar Windows

FIGURA 1.60: Datos técnicos evaporador.

Otros parámetros interesantes para nuestro modelado de la maquina final son el incremento de temperaturas medio logarítmico (LTMD) y el valor de UA.

En primer lugar, cabe destacar 3 zonas o fases por las que pasa el fluido refrigerante dentro del evaporador.

- Fase de subenfriamiento: En este proceso el refrigerante licuado entra al evaporador produciéndose un incremento de la temperatura, esta fase puede ocupar entre el 5-10% del total de la condensación pura por ello en los cálculos prácticos solo se considera la etapa intermedia.
- Fase de evaporación: Este proceso lleva el 90% de la potencia total a disipar y es donde se produce el cambio de estado de líquido a vapor.
- Fase de recalentamiento: Este proceso conlleva un recalentamiento casi inapreciable dentro del evaporador aun por ello se ha de tener en cuenta a efectos prácticos no ya a efectos de cálculo.

En la siguiente imagen se muestran las tres fases mencionadas:

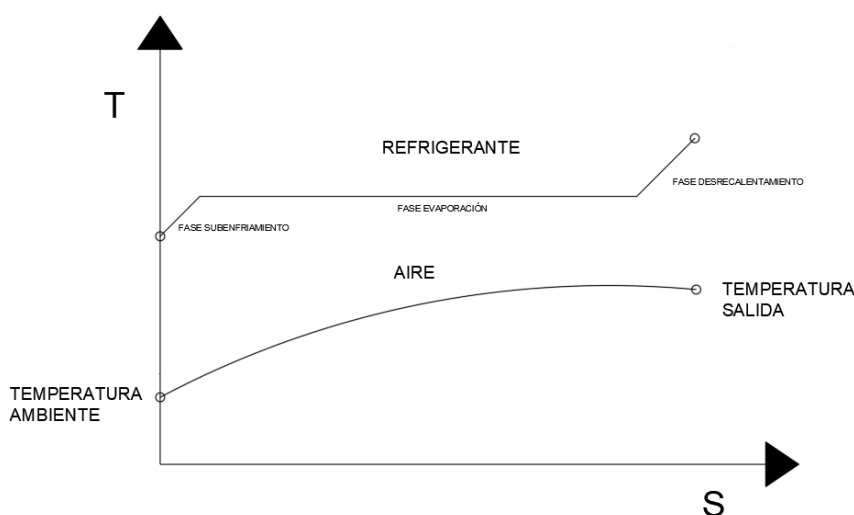


FIGURA 1.6: Diagrama Mollier R-290

A efectos de cálculo nos va a interesar la temperatura de salida del aire del evaporador para poder obtener los parámetros LMTD y UA.

Para la obtención de estos parámetros hemos utilizado el programa “COOLPACK” obteniendo finalmente:

UA: 1.853 (KW/K)

LMTD: 5.94 (K)

Asumiendo el error que produce el programa no distinguiendo las fases anteriormente mencionadas y suponiendo todo una.

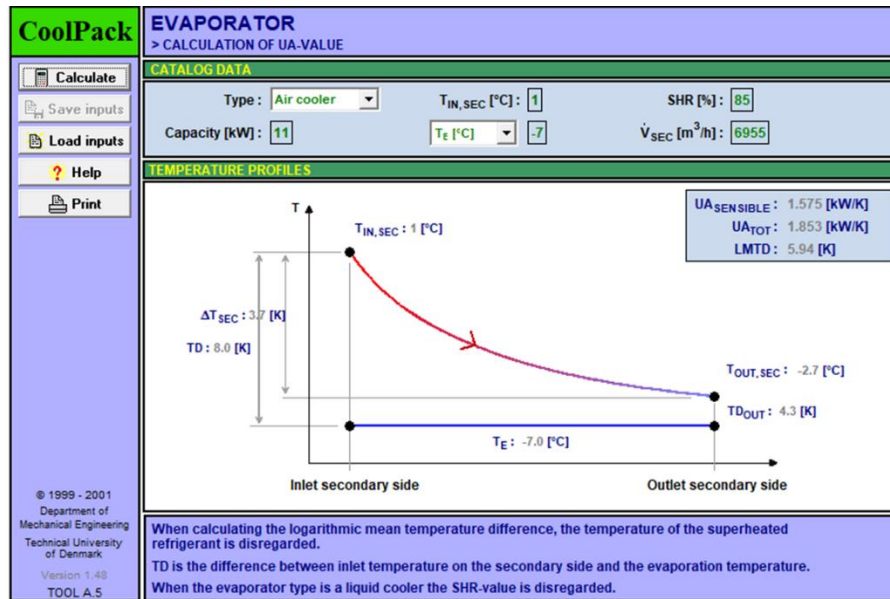


FIGURA 1.61: Diagrama Mollier R-290

SELECCIÓN DEL CONDENSADOR

Para el dimensionamiento del condensador habrá que tener en cuenta el trabajo del compresor con las pérdidas estipuladas por el fabricante en forma de calor del 5% y la capacidad del evaporador seleccionado. Con todo esto la potencia del condensador mínima que necesitamos en nuestra instalación es:

$$Q_{cond} = Q_{evap} + (W_{comp} + (Heat\ losses))$$

$$Q_{cond} = 11 + (1.91 + 5\% * 6.27)$$

$$Q = 13.22\ KW$$

Utilizaremos el mismo catalogo para seleccionar el condensador que anteriormente utilizamos para la selección del evaporador por el motivo de tener una uniformidad y resulte más accesible obtener recambios para el mantenimiento de estos componentes.

Al igual que sucede en el evaporador, en el condensador se suceden tres fases fácilmente distinguibles en el proceso de condensación del refrigerante.

En la figura 1.62 se pueden distinguir las tres fases mencionadas.

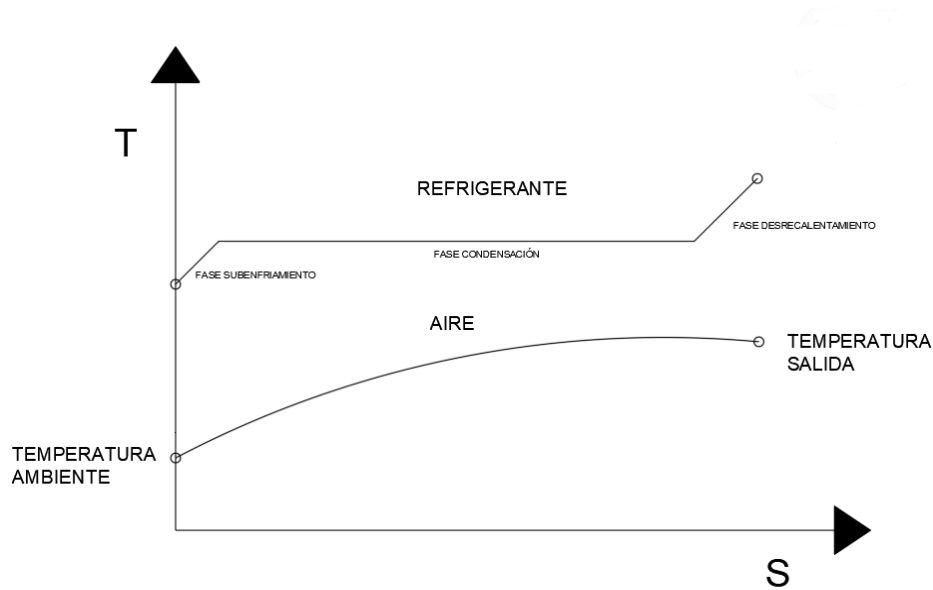


FIGURA 1.62: Fases del refrigerante en un condensador

El sistema escogido para la condensación del refrigerante R-290 es por ventilación de aire forzada, nos hemos decantado por este sistema frente a los de agua por aportar un déficit de recursos hídricos lo que implica directamente una protección al medio ambiente. Además, su mantenimiento es prácticamente nulo, pero en contraposición estas unidades presentan niveles sonoros elevados, característica que tendremos en cuenta por la ubicación de la instalación.

La empresa “FRIMETAL” en su catálogo nos ofrece el siguiente evaporador que satisface las necesidades de nuestra instalación.

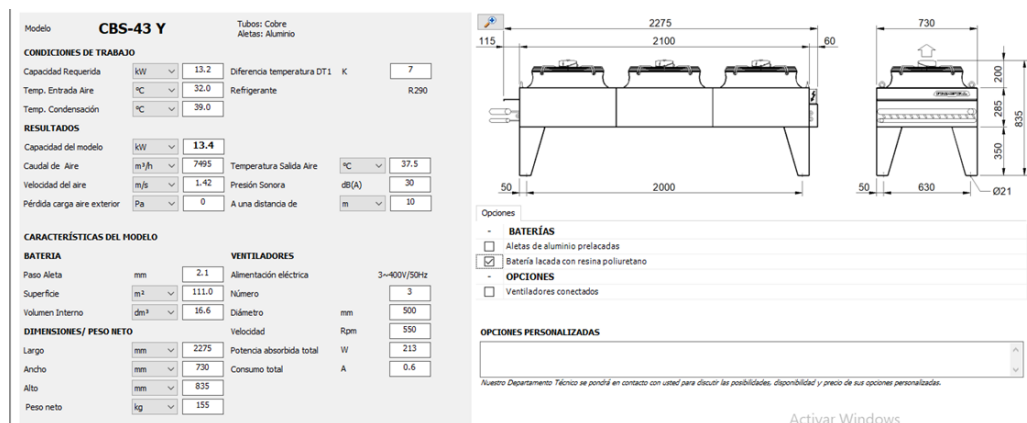


FIGURA 1.63: Datos técnicos condensador.

El modelo CBS-43 Y de “FRIMETAL” presenta un nivel sonoro estupendo para la correcta realización de las clases en el colegio.

Cabe tener en cuenta que el flujo de aire se realizara de forma horizontal para disponerlo de manera adecuada dentro de la cámara. Otras características que destacar serian:

- Capacidad Frigorífica: 13.2 (KW)
- Caudal de Aire: 7495 (m³/h)
- Ruido: 30 (db)
- Distancia entre aletas: 2.1 (mm)

No es necesario tener una distancia de aletas mayor ya que no se producirá escarcha en este elemento.

Al igual que en el evaporador, vamos a necesitar los parámetros de UA y LMTD para el modelado final de la máquina.

Los cálculos de los parámetros anteriores se pueden visualizar en el Anejo I (CÁLCULO VALOR DE UA Y LMTD).

UA: 3.67 (Kw/K)

LMTD: 3.59 (K)

SELECCIÓN DE TUBERÍAS Y ELEMENTOS AUXILIARES

El óptimo dimensionamiento de la tubería es un apartado crucial en nuestra instalación ya que se debe tomar constancia de dos factores básicos.

Factor económico

Factor de retorno del lubricante al cárter del compresor

Ambos factores vienen ligados ya que una selección de tuberías de diámetro inferior provocaría un coste económico inferior, pero a su vez aumentaría la pérdida de carga en la línea de aspiración provocando un descenso de la potencia frigorífica en la línea de aspiración y descarga y en lo que concierne a la línea de líquido provocaría un deficiente funcionamiento del elemento expansor.

Para asegurar el retorno del lubricante al cárter del compresor, se dimensionará la tubería de aspiración con un diámetro que asegure la suficiente velocidad para el arrastre del aceite.

Con todo lo anterior, el dimensionamiento se realizará por separado en función de la línea de la instalación.

LÍNEA DE ASPIRACIÓN Y DESCARGA

- En tramos sin pendientes se deberá asegurar un intervalo de velocidad de entre 2.5 y 10 [m/s]
- La pérdida de carga en tuberías no deberá superar los 0.1 bar en la línea
- En tramos ascendentes se deberá asegurar un intervalo de velocidad de entre 5.5 y 15 [m/s]

LÍNEA DE LÍQUIDO

- La pérdida de carga en la tubería no deberá superar 0.2 bar en la línea
- La velocidad del fluido debe estar entre 0.5 y 1 [m/s] para limitar las pérdidas

Por lo que respecta al material de la tubería, la elección elegida ha sido la de utilizar tuberías de cobre por su versatilidad en refrigeración y al ser más económicas que las de acero galvanizado.

En la tabla 1.64 se muestran los diámetros comerciales disponibles para tuberías de cobre en instalaciones de refrigerantes según la norma UNE 12735-1:

Diámetro exterior nominal			Espesor nominal de pared							
serie métrica	d		e							
	mm	en	mm							
	mm	en	0,8	1,0	1,25	1,5	1,65	2,0	2,5	3,0
	3,17	1/8	*							
	3,97	5/32	*	*						
	4,76	3/16	*							
6			■*	*						
	6,35	1/4	*	*						
	7,94	5/16	*	*						
8			■*	*						
	9,52	3/8	*	*						
10			■*	■*						
12				■*						
	12,7	1/2	*	■*						
15				■*						
	15,87	5/8		■*						
18				■*						
	19,05	3/4	*	*	■					
22				■*						
	22,22	7/8		*	■					
	25,4	1		■						
28						■				
	28,57	1 1/8		■	■					
	34,92	1 3/8			■					
35						■				
	41,27	1 5/8			■					

Diámetro exterior nominal			Espesor nominal de pared							
serie métrica	d		e							
	mm	en	mm							
	mm	en	0,8	1,0	1,25	1,5	1,65	2,0	2,5	3,0
42						■	■			
	53,97	2 1/8				■	■			
54								■		
64									■	
	66,67	2 5/8				■	■	■		
76,1									■	
	79,37	3 1/8						■		■
	88,90	3 1/2							■	
	92,07	3 5/8						■		■
	104,77	4 1/8						■		■
108										■
133										■
159									■	■
219										■

■ Disponible en longitudes rectas
* Disponible en bobinas

NOTA: Esta tabla es un primer paso hacia una norma que incluya solo valores métricos.

FIGURA 1.64: Diámetros comerciales tubería cobre.

En cuanto al dimensionamiento de la tubería, se podría establecer mediante las siguientes expresiones correspondientes al caudal volumétrico circulante y las pérdidas de carga que genera la tubería.

$$V = \frac{\pi D^2}{4} v$$

$$\Delta p = \varepsilon \frac{lv^2 \rho}{D}$$

Donde:

ε : coeficiente de rozamiento

ρ : densidad del fluido refrigerante [kg/m³]

v : velocidad del fluido [$\frac{m}{s}$]

La aplicación de este método conllevaría hacer un estudio detallado del coeficiente de rozamiento mediante la obtención del factor de forma en función del régimen del fluido y aplicando las expresiones de Darcy-Weisbach y Swamme-Jain.

Finalmente, se empleará el software “CoolSelector” que nos proporciona “Danfoss” para dimensionar tanto los tramos.

En la selección de los elementos auxiliares emplearemos el mismo programa que para el dimensionamiento de la tubería para homogeneizar los diámetros de los elementos con la tubería.

A continuación, se muestran los datos más destacables del dimensionamiento.

DATOS	LÍNEA DE LÍQUIDO	LÍNEA DE ASPIRACIÓN	LÍNEA DE DESCARGA
CAÍDA DE PRESIÓN [BAR]	0.001	0.018	0.013
Ø TUBERÍA [Pulg]	1/2	1-1/8	7/8
VELOCIDAD [m/s]	≈ 0.81	≈ 8.67	≈ 14.77

Cabe destacar en la instalación la adición de 2 presostatos uno en la línea de descarga del compresor y otro en la línea de aspiración a la salida del dispositivo expansor. Además, para tener un control más amplio, se ha añadido 2 termostatos situados a la salida de los intercambiadores de calor.

Además, en vistas a tener la mayor información posible de lo que ocurre en la instalación, se han seleccionado dos visores de líquido dispuestos uno en la línea de líquido antes del dispositivo expansor y otro en la línea de aspiración a la entrada del compresor.

Asimismo, en la línea de líquido se va a disponer de un filtro deshidratador con la finalidad de recoger las partículas sólidas que lleve el fluido y pueda dañar la válvula. También, de acuerdo con el RD 552/2019, “se dispondrá una válvula solenoide que se montará lo más próxima posible a la válvula de expansión para evitar golpes de ariete”.

Por último, se ha dispuesto las conexiones pertinentes como codos y reducciones de acuerdo con el plano de planta baja – instalación frigorífica dispuesto en el capítulo 2.

En el Anejo II se encuentra el informe detallado del dimensionamiento tanto de los elementos auxiliares como de la tubería.

MODELADO DE LA INSTALACIÓN FINAL

Llegados a este punto con todos los elementos dimensionados, se procederá al modelado de todos los elementos en su conjunto, para ello se hará valer del programa "COOLPACK".

El resultado del modelado se muestra en la siguiente imagen.

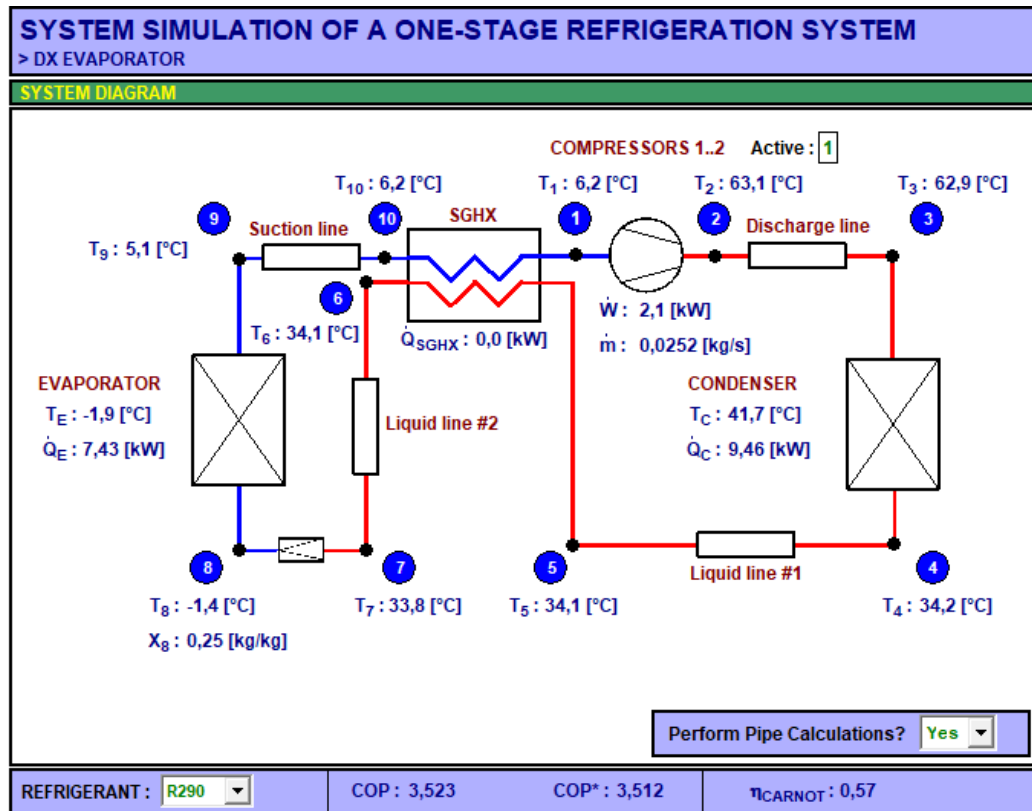


FIGURA 1.65: Modelado final de la instalación

Cabe destacar dos características del modelado:

- Un coeficiente de rendimiento (COP) de la instalación bastante alto.
- Una disposición de un recubrimiento de 1 mm de espesor de espuma elastómera en las tuberías de las tres líneas de la instalación.

1.5 SISTEMA DE AHORRO DE ENERGÍA

De acuerdo con el análisis de las cargas que están asociadas al sistema de compresión y evaporador que forman parte de la cámara de refrigeración se evalúa una alternativa que permita reducir el impacto que pueda ocasionar la incorporación de nuevas cargas en las instalaciones del colegio y pueda poner en riesgo las instalaciones eléctricas y aumentar el consumo de energía.

LEYES Y NORMAS

Los reglamentos y normativas que rigen los sistemas fotovoltaicos van de acuerdo al país donde se va aplicar, entre ellas tenemos:

- Código técnico de edificación (CTE).
- Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE).
- Reglamento electrónico para baja tensión (RBTE).
- Comisión electrónica internacional (IEC).
- Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos (IEEE).

SISTEMA FOTOVOLTAICO

Un sistema de energía solar fotovoltaico es un conjunto de elementos cuyo propósito es la generación de energía eléctrica aprovechable a partir de la energía radiante del sol. El componente principal de este sistema es la célula solar que es capaz de recibir y transformar directamente los rayos del sol en electricidad, a través de equipos electrónicos. Esta conversión de energía es un fenómeno conocido como efecto fotovoltaico.

CELDA O CÉLULA SOLAR FOTOVOLTAICO

Los paneles solares del sistema fotovoltaico están conectados entre sí en serie o en paralelo, siendo estos los principales generadores de electricidad de la instalación fotovoltaica. La cantidad de energía eléctrica que pueden producir los paneles solares va a depender directamente del comportamiento y las células con el cual son fabricados.

Estas células son las encargadas de recibir y transformar los rayos del sol en energía eléctrica por medios de dispositivos semiconductores llamados células fotovoltaicas. Estas trabajan con la cantidad de irradiación solar que absorbe las células solares ya que una parte se pierde por reflexión, es decir, que no es absorbida por las células solares.

El porcentaje de irradiación solar que absorbe las células genera una tensión entre las dos caras de la misma, si las interconectados entre si comenzara a circular una corriente eléctrica, así estas comenzarán a entregar energía proporcional a la radiación incidente ver figura N° 1.

Las células fotovoltaicas son fabricadas en diversos materiales siendo uno de los principales el silicio cristalino y sobre ellas se colocan otros materiales que la ayudan a mejorar su rendimiento.

La cantidad de electricidad que pueden generar estas células dependen de otra variedad de factores como lo son la cantidad de intensidad energética de la radiación que llega a las células de los módulos fotovoltaicos, temperatura, número de módulos y la inclinación en el cual son instalado respecto a la ubicación del sol siendo una condición óptima ubicarlo a 45° de inclinación y evitar el fenómeno denominado sombra que no permite que los paneles solares absorban la mayor cantidad de energía solar.

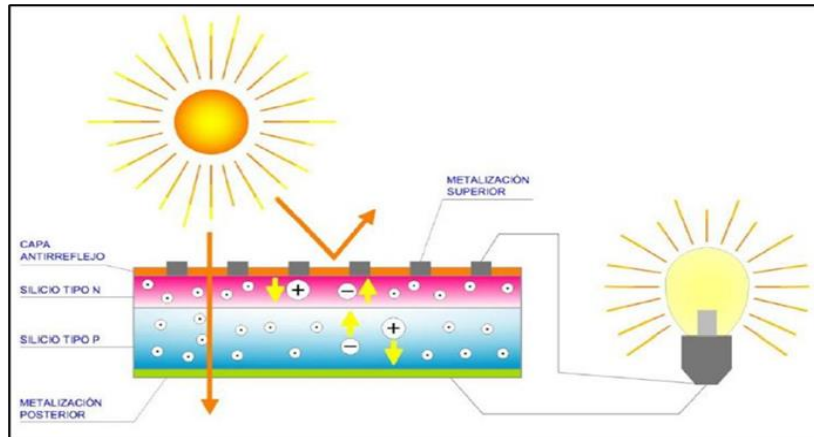


Figura N° 1 Funcionamiento de una célula solar

COMPONENTES DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Los sistemas fotovoltaicos están instalados y configurados con una serie de equipos para diversas instalaciones ver la figura N° 2, entre ellos tenemos:

- Generador solar, es el conjunto de paneles solares encargados de recibir la radiación solar y a su vez la convierte en energía eléctrica, la cantidad de energía que se genera depende proporcionalmente del número y tipos de módulos, así como de la inclinación y orientación espacial para recibir la incidencia del sol.
- Regulador de carga, sirve para controlar la carga de entrada y salida de corriente en acumuladores y baterías, su principal función es evitar sobrecarga o descargas excesivas en los elementos que la acumulan y evitar daños irreparables en los mismos asegurando que estos trabajen a su máxima eficiencia.
- Acumulador o baterías, estos son los encargados de almacenar la energía que producen los paneles solares, dejando carga disponible fuera del horario de la luz solar.
- Inversor, este equipo que es capaz de transformar la energía continua en energía alterna que se encuentra almacenado en acumulador o batería, su uso es opcional.
- Contador de energía, sistema para medir la energía que se produce a través del sistema fotovoltaico y son enviados a la red eléctrica, esta también debe controlar la energía que se consume por cada usuario que se conecte.
- Cuadro de protecciones, son los encargados de proteger los diferentes circuitos que forman parte de la instalación eléctrica. Pueden estar compuesto por fusibles, protecciones magneto térmicas y diferenciables. Para las aplicaciones residenciales existe un tablero principal de carga.

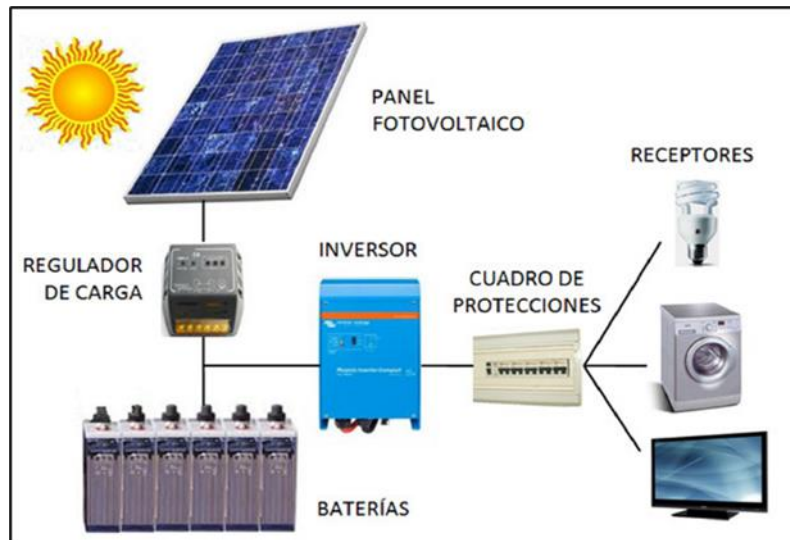


Figura N° 2. Componente de un sistema fotovoltaico

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para realizar los cálculos y las simulaciones asociado al sistema se utiliza una hoja de cálculo de Microsoft Excel configurada con las fórmulas que aplican para dimensionar sistema fotovoltaico en corriente alterna y corriente continua.

Para la base del cálculo se toma un consumo de 11 Kilovatios – días (kW/días), es decir, analizando el comportamiento del equipo que debe estar en operación durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana y los 365 días del año para mantener los alimentos en buen estado para el consumo humano se estima una carga de energía base para el equipo de 458 w/horas.

En las instalaciones del colegio existe actualmente un sistema de alimentación fotovoltaico del cual se puede tomar la energía necesaria para alimentar esta carga, con previa aprobación del departamento correspondiente y analizando las condiciones en el cual se encuentra este sistema. Si esto no procede se plantea realizar una extensión al sistema existente para anexas los nuevos paneles solares y conectar la carga de la cámara frigorífica.

Para cubrir la demanda que requiere la cámara frigorífica nuestro sistema fotovoltaico debe contar por lo menos de:

- 13 paneles solares de 450 w cada uno conectado en serie paralelo.
- 1 regulador de carga AC de 24 V
- 4 baterías de 100 Ah con autonomía de 12 horas
- 1 inversor de corriente de 550 W

Para más detalles de los equipos y cálculos verificar los anexos.

La ventaja de estos sistemas es que son modulares y se le pueden anexas más paneles solares y más baterías para ampliar y reducir la tarifa que paga actualmente el colegio.

COMPARACIÓN CONSUMO ANUAL VERSUS CARGA DE LA CÁMARA FRIGORÍFICA

El consumo actual de la sede de Platero y Yo de acuerdo con el CUPS: ES0021000007689468KJ y numero de contrato 462861818 es de 46.696 Kwh en el periodo comprendido desde el 01/04/2020 al 30/04/2021, es decir, que la sede consume 3891.33 kWh mensual en promedio con algunas variantes despreciables para nuestro análisis. Al incorporar un equipo que demanda una gran cantidad de energía para mantenerse en operación 24 horas del día es necesario verificar hasta qué punto es factible mantener este equipo conectado a la red principal o diseñarle un circuito especial para mantener la carga de este estable.

De acuerdo a los análisis realizados esta nueva carga puede ser conectada a una ampliación del sistema fotovoltaico o en caso contrario migrar parte de la carga existente en la sede al sistema fotovoltaico y manejar la nueva carga con el sistema de la red principal. Aunque se deben revisar todos los dispositivos y las protecciones eléctricas que existen en dichas instalaciones.

También es importante mencionar que este nuevo equipo triplica la carga actual que se maneja, es decir, que se pasaría de manejar una carga de 3891.33 kWh mensual aproximadamente a 14891.33 kWh mensual, lo que requeriría de manejar mayor cantidad de presupuesto y poder cancelar el exceso de energía que se consume con este equipo, siempre que se considere conectado a la red de energía principal. Si la carga se conectada al sistema fotovoltaico solo se requeriría solicitar el presupuesto para la construcción de dicha infraestructura y comprar los equipos necesarios para la puesta en marcha.

1.6 MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD

NORMAS DE CLASIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA

La forma, la importancia y el estado de las normas de seguridad difieren significativamente entre países. Como consecuencia, las opiniones de las partes interesadas sobre la importancia de las normas son igualmente diversas. A nivel mundial, aplican las siguientes variaciones:

- Para las normas de seguridad, los países
 - Desarrollan sus propias normas de seguridad de manera independiente;
 - Adoptan las normas internacionales (o regionales) como normas nacionales sin modificarlas;
 - Adoptan normas internacionales (o regionales) como normas nacionales con modificaciones;
 - No tienen normas nacionales, pero usan las normas de otros países.
- El estado de las normas de seguridad puede ser:
 - Completamente voluntario.
 - Ordenado por una legislación nacional.
 - Considerado para cumplir con ciertas legislaciones.

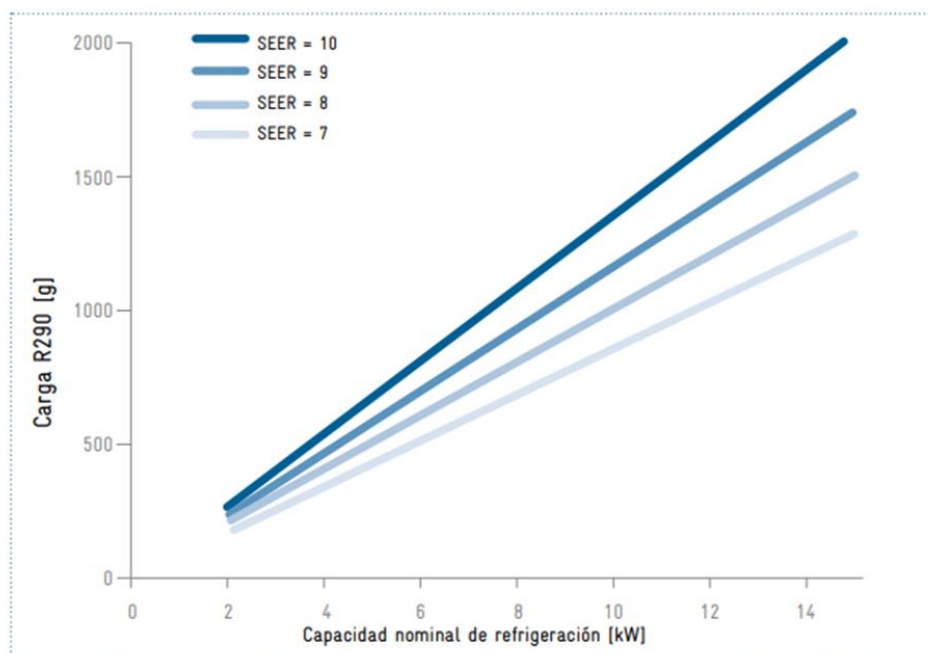
- Ampliamente voluntario excepto por acuerdos contractuales celebrados por dos o más partes.
- El cumplimiento de las normas de seguridad puede ser:
 - Por auto certificación.
 - Evaluado únicamente por un organismo de certificación de terceros.
 - Supervisado por sistemas de vigilancia del mercado.
 - Verificado por al menos una institución gubernamental.

En el contexto del sector, hay dos organizaciones internacionales de normalización que publican normas de seguridad relevantes: la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI). De la misma manera, a nivel europeo (regional) hay organizaciones similares: el Comité Europeo de Normalización (CEN) y el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC), los cuales publican normas comparables que abarcan ampliamente el mismo alcance y requisitos con respecto a aquellos de la ISO y la CEI.

En la siguiente tabla se resume las normas regionales e internacionales claves y sus alcances. Aquellos que figuran en la tabla se categorizan como “verticales” o normas del producto y “horizontales” o normas del grupo. En términos generales, las normas verticales predominan sobre las normas horizontales, ya que éstas se prevén desarrollar de manera específica para tipos de productos determinados y, por lo tanto, sus requisitos son más precisos para ciertos casos. En consecuencia, se asume que las normas horizontales abarcan todo lo que las normas verticales no manejan. Es decir que éstas incluyen requisitos más genéricos y generales con base en características y prácticas comunes de cualquier equipo, instalación y actividad técnica.

Sector	Vertical (Normas del producto)			(Normas del grupo)
	IEC 60335-2-24	IEC 60335-2-40	IEC 60335-2-89	ISO 5149-1,-2,-3,-4
	EN 60335-2-24	EN 60335-2-40	EN 60335-2-89	EN 378-1,-2,-3,-4
Refrigeración doméstica	x			
Refrigeración comercial			x	x
Sistemas industriales				x
Refrigeración de transporte				x
Aires acondicionados y bombas de calor Aire-Aire			x	x
Bombas de calor para calentar agua			x	x
Enfriadores			x	x

La introducción de tecnologías de eficiencia energética con refrigerantes requiere de una serie de normas técnicas que abarquen de manera adecuada la inflamabilidad/tamaño de carga y la eficiencia energética.



Además de las normas de seguridad mencionadas anteriormente, existe un conjunto de otras normas complementarias en materia de seguridad, siendo esta específicas para los equipos y también para los conceptos generales que son usualmente aplicables y que afectan los equipos.

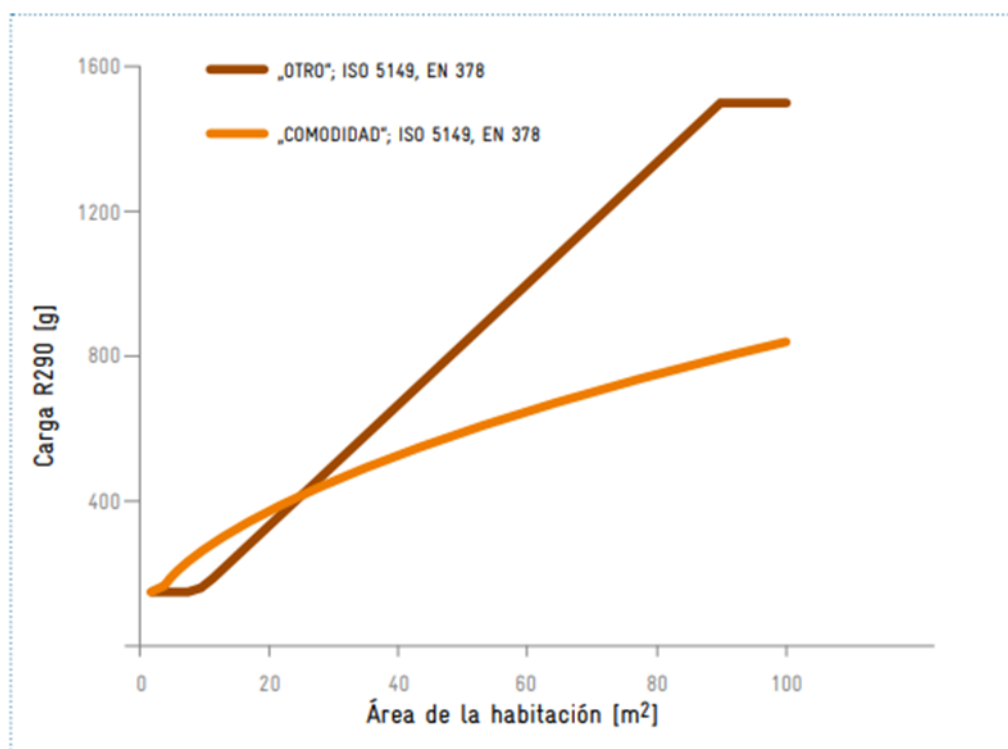
Las normas internacionales y nacionales abordan:

- Seguridad general de equipos como compresores y bombas (IEC 60225-2-34, EN 809, IEC 60204-1, EN 1012, EN 12693)
- Seguridad en los recipientes a presión y componentes del sistema (ISO 4126, EN 1736, EN 12178, EN 12263, EN 12284, EN 13136, EN 13445, EN 14276)
- Hermeticidad de los componentes y las conexiones de los equipos (ISO 14903, EN 16084)
- Aptitud del personal (EN 13313)
- Compatibilidad electromagnética (EN 61000 – series)
- Seguridad general para trabajar sobre las maquinas (ISO 12100, EN ISO 13849-1)
- Evaluación del riesgo de equipos que trabajan con gases inflamables (ISO 817, IEC 60079-20-1)
- Sistema de Detección de gases (EN 14624, IEC 60079-29-series, EN 50402)
- Clasificación de áreas peligrosas (EN 60079-10-1)
- Manejo de diferentes equipos eléctricos en espacios clasificado (IEC 60079-0, IEC 60079-1, IEC 60079-2, IEC 60079-5, IEC 60079-6, IEC 60079-7, IEC 60079-11, IEC 60079-13, IEC 60079-14, IEC 60079-15, IEC 60079-17, IEC 60079-18, IEC 60079-19, IEC 60079-25, IEC 60079-26, IEC60079-32, IEC 60079-33)

Muchas de estas normas pueden influenciar la facilidad y el costo de operación cuando se aplican a los sistemas que usan estas alternativas. Cabe resaltar que varias normas pueden ser obligatorias o tienen un estado legal que va más allá de las normas determinadas.

En la presente figura se ilustra un ejemplo con base a la refrigeración comercial bajo las normas horizontales. Con una masa de R290 por debajo de 150 g, no hay relación con el tamaño de la

habitación. Por encima de 150 g, la carga permitida está en función del tamaño de la habitación, hasta que se alcanza la carga máxima de 1500 g, luego de que el incremento del tamaño de la habitación no permita más R290.



SEGURIDAD Y PRECAUCIONES EN EL MANEJO DE REFRIGERANTES

Los hidrocarburos son inflamables, pero el riesgo de inflamabilidad es muy bajo. De hecho, la carga de refrigerante en muchas aplicaciones domésticas y comerciales ligeras es igual a unos pocos encendedores de bolsillo (entre 40 y 150 gramos para sistemas comerciales). Además, todo el circuito eléctrico de los compresores que utilizan este refrigerante está diseñado para evitar la generación de chispas o flamas. Existe una posibilidad muy baja de fugas de refrigerante gracias a la hermeticidad del compresor.

El uso de refrigerantes hidrocarburos en el sector refrigeración y aire acondicionado es un tema en el cual se debe poner especial atención, pues su manejo adecuado garantizará un trabajo eficiente y protegerá al técnico de cualquier riesgo relacionado con su uso. Los refrigerantes HC R290 y R600a, son Clase A, representan refrigerantes para los cuales no se ha identificado toxicidad en concentraciones menores o iguales a 400 ppm.

Es importante recalcar la necesidad de aplicar las medidas de seguridad y normativa para el buen manejo de hidrocarburos en el sector refrigeración en todas las etapas de operación; es decir, instalación, puesta en servicio, operación y mantenimiento, y debe ponerse énfasis en el uso de herramientas antiestáticas por parte de los técnicos.

EQUIPO DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN PERSONAL

Las partes del cuerpo más vulnerables para sufrir daños cuando se trabaja con sistemas refrigerantes basados en los hidrocarburos son los ojos y las manos. Para evitar esto se debe

manipular y proteger de manera adecuada estas zonas para evitar posibles lesiones. Para poder manipular la instalación de cualquier sistema de refrigeración se requiere de mucha práctica y de una constante preparación.

Las lesiones más visibles son por quemaduras durante los trabajos de soldadura, al tocar los puntos de tuberías calientes, el sistema de compresores cuando estos se encuentran trabajando, contacto con cables que generan choques eléctricos; lesiones en la cintura por peso, hasta la posibilidad de que el minisplit o el equipo que se esté instalando resbale y caiga sobre la cabeza o en uno de los pies. Para minimizar la posibilidad de algún accidente grave en caso de sufrir alguno de estos incidentes, hay que contar con los equipos de seguridad personal durante toda la fase de ejecución de los trabajos.

- Zapatos de seguridad. Calzado de uso profesional que brinda protección en los pies y dedos mediante la incorporación de elementos de resguardo que protegen al usuario de las posibles lesiones causadas por accidentes en los sectores de trabajo. Están equipados con topes que ofrecen protección contra impactos con un nivel de energía de 200 J en el momento del choque y frente a la compresión estática bajo una carga de 15 KN.
- Casco de protección, Clase "E". La función del casco de seguridad es proteger la cabeza de posibles golpes. Lo hace distribuyendo el impacto del golpe en una superficie mayor. Su uso da protección a objetos que pueden caer sobre la cabeza, golpes contra un objeto punzocortante y una descarga eléctrica que puede causar una conmoción cerebral.
- Tapones para los oídos. Al trabajar con equipos de refrigeración y de aire acondicionado se está expuesto continuamente a ruidos elevados que pueden dañar el oído de forma permanente. Dependiendo del nivel de ruido al que se esté expuesto, se deben utilizar tapones desechables auditivos u orejeras electrónicas. Los tapones auditivos reducen el nivel de ruido en 29 decibeles (dB); las orejeras reducen, 23 dB.
- Lentes de seguridad. Tienen como función proteger los ojos de cualquier impacto o de la salpicadura de algún producto irritante (gas refrigerante o refrigerante líquido, lubricante, limpiador de condensadores, etc.). Generalmente, están fabricados en policarbonato.
- Guantes. Los guantes de mecánico, que son resistentes al aceite y al agua, son muy útiles para la protección de las manos durante el trabajo de un técnico en refrigeración.
- Faja de seguridad lumbar. En el trabajo de la refrigeración y del aire acondicionado, es común sufrir alguna lesión en la cintura durante el trabajo, lo que puede incapacitar al técnico por varios días. Es indispensable el uso de este elemento de seguridad para evitar este tipo de lesiones.
- Ropa de algodón. La vestimenta debe ser de algodón. La camisa debe ser de manga larga debido a que el trabajo se realiza en equipos cuyo voltaje de operación rebasa los 100 volts. Esta especificación proviene del Standard NFPA 70E, que trata de la seguridad eléctrica en lugares de trabajo.
- Detector electrónico de gas HC. Detecta la presencia de refrigerante hidrocarburo gaseoso (posible fuga de gas) durante la manipulación de estos (recuperación, carga u operación del equipo). Se debe tener funcionando sobre el piso dentro de la zona de trabajo, a una distancia no mayor de dos metros del compresor o de la unidad condensadora. Ventilador portátil "ATEX6" para control de áreas explosivas. Se acciona al rebasar 2.5 del LFL Salida de ($\sim 1400\text{m}^3/\text{h}$); diseñado para operar en ambientes inflamables.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- Claudio Mataix, “Turbomáquinas Térmicas”, Inversiones Editoriales, 3º Edición, 1978
- Pedro Fernández Díez, “Compresores”. Biblioteca sobre ingeniería energética
- Francisco J. Enríquez Santos, “Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Industriales”, E.d Síntesis
- Enrique Torrella Alcaraz, “La Producción de Frio”. Ed Universidad Politécnica de Valencia

NORMATIVA

- *Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.*
- *Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).*
- *Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación.*
- *Documento de Apoyo al Documento Básico Ahorro de Energía/1*
- *Norma UNE 100001:2001 Condiciones Climáticas en Proyectos.*
- *Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto (IDAE).*
- *Norma UNE 16855:2018 Definición, prestaciones del aislamiento térmico y métodos de ensayo*
- *Real Decreto 115/2017, de 17 de febrero, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan y por el que se establecen los requisitos técnicos para las instalaciones que desarrollen actividades que emitan gases fluorados.*
- *REGLAMENTO (UE) 517/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de abril de 2014 sobre los gases fluorados de efecto invernadero.*
- *Norma UNE 13162 :2013 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral.*
- *Norma UNE 14313 :2017 Productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales. Productos manufacturados de espuma de polietileno.*
- *Real Decreto 168/1985, de 6 de febrero, Reglamentación técnico-sanitaria sobre condiciones de almacenamiento frigorífico de alimentos.*
- *Norma UNE 12735-1:2020 Cobre y aleaciones de cobre, tubos para canalizaciones*
- *Ley 31/1995 de 8 Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.*

PAGINAS WEB

- www.wikipedia.com, “Wikipedia, la enciclopedia libre”.
- www.idae.es, “Guía Técnica de Condiciones Climáticas”.
- www.generadordeprecios.info,” Generador de precios de la construcción”.
- www.Instalacionesyeficienciaenergetica.com, “Aislante térmico para tuberías”.
- www.bitzer.de.
- www.pecomak.com, “Accesorios y Productos”.
- www.hntools.es, “Electroválvulas”.
- www.Danfoss.com.
- www.CalorYFrio.com, “El portal de las instalaciones”
- www.Frigopack.com, “Compresores Frascold”
- www.Frimetal.es, “Catalogo evaporadores y condensadores”



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



PROYECTO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA PARA EL COLEGIO “PLATERO Y YO”

2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1 OBJETO

La redacción del presente documento comprende el conjunto de las características técnicas que deberán cumplir los materiales, accesorios y equipos en la ejecución de la instalación de refrigeración de acuerdo con el “Real Decreto 552/2019 de 27 de noviembre, Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas” Instrucción IF-06

Además, en el presente documento se detallará el mantenimiento tanto de los equipos como de la instalación de acuerdo con el “*Real Decreto 1027/2007 de 20 Julio, Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios*” y las medidas de seguridad y salud haciendo referencia al “*RD 31/1995 de 8 noviembre. Prevención de Riesgos Laborales y sus disposiciones complementarias*”.

2.2 CONDICIONES DE EJECUCIÓN

TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Las tuberías se instalarán en lugares que se permita su accesibilidad para el montaje del aislamiento térmico en su recorrido. El procedimiento constará de un replanteo previo al montaje del perfil de la tubería de cada tramo.

- Las uniones entre tubería se harán mediante unión roscada, unión embreada o unión abocardada, evitando a toda costa las uniones soldadas por el refrigerante utilizado.
- Si se utilizan uniones abocardadas en la instalación, se evitará su uso en los dispositivos de expansión.
- Las tuberías se sujetarán de acuerdo con su tamaño y peso en carga. La separación máxima entre soportes viene dada en la siguiente tabla 3.1. Los términos recocidos, semiendurecidos y duro se definen de acuerdo con las normas UNE EN 12735-1 y UNE EN 12735-2.

Díámetro exterior(mm)	Separación (m)
15 a 22 recocido	2
25 a <54 semiendurecido	3
54 a 67 semiendurecido	4

- Las tuberías y accesorios se deberán proteger contra la acumulación de agua o la congelación de las tuberías de descarga.

- Se evitará el uso inadecuado de las tuberías como almacenar mercancías en ella.
- En accesorios donde se prevea en proyecto el uso de reducciones, solo se conectarán los fittings de reducción de diámetros normalizados.
- Las válvulas y las uniones no deberán estar en lugares accesibles para el personal no autorizado

Se dispondrán los siguientes elementos siguiendo las directrices anteriores:

- 4 codos 90° de 1/2".
- 4 codos 90° de 1-1/8".
- 4.62 ml de tubería de 1/2".
- 4 ml de tubería de 7/8".
- 1 reducción de cobre de 1-18/8" - 7/8".
- 1 visor de líquido SGP 12s de Danfoss.
- 1 visor de líquido SGP 22s de Danfoss.
- 1 válvula solenoide modelo EVU 8 de Danfoss.
- 1 válvula de expansión termostática TC - 1 con una capacidad nominal de 11 Kw.
- 1 presostato KP7EB con protección IP30 en rango de baja presión y con conexión de 1/4" incluido el collarín de cobre para tubo de 1/2" con salida hembra de 1/4" y un nipple de 1/4".
- 1 presostato KP1B con protección IP30 en rango de baja presión y con conexión de 1/4" incluido el collarín de cobre para tubo de 1/2" con salida hembra de 1/4" y un nipple de 1/4".
- 1 filtro deshidratador modelo DMC 2034s de 1/2" de Danfoss.
- 1 termostato modelo KP71 con sensor ambiente de alta presión con protección IP30 de la casa comercial Danfoss.
- 1 termostato modelo KP76 con sensor ambiente de alta presión con protección IP30 de la casa comercial Danfoss.

CONDENSADOR

El modelo de condensador seleccionado de la casa "FRIMETAL" es el CBS-43 Y con tubería de cobre y aletas de aluminio de una separación entre aletas de 2.1mm ofrece las siguientes características:

- Alimentación eléctrica trifásica de los ventiladores 400 V 50Hz.
- Ventiladores de diámetro 500 mm que trabajan a 550 Rpm.
- Potencia absorbida de 2.13 KW y un consumo resultante de 0.6 A
- El condensador consta de unas dimensiones de 2275x730x835 (mm) con un peso neto de 155 kg
- El condensador ofrece un caudal de aire de 7495 m³/h a una velocidad de 1.42 m/s
- La presión sonora del intercambiador es de 30 db

La ejecución de la obra del siguiente elemento se hará dispuesto al manual del fabricante.

- El condensador se anclará a una superficie rígida separándola del cerramiento una distancia igual o superior a 0.5 m. Además, se dispondrá una distancia mayor de 2 m entre el cerramiento y los ventiladores si no se puede mantener una renovación de aire adecuada.

EVAPORADOR

El modelo de evaporador de expansión directa aleteado perteneciente a la casa "FRIMETAL" es el FRL-500 dispuesto con tuberías de cobre y aletas de aluminio con un paso de 9 mm ofrece las siguientes características:

- Alimentación eléctrica bifásica de los ventiladores 230 V 50Hz.
- Ventiladores de diámetro 400 mm que trabajan a 1400 Rpm.
- Potencia absorbida de 3.2 KW y un consumo resultante de 1.5 A
- El evaporador consta de unas dimensiones de 1625x625x630 (mm) con un peso neto de 84 kg
- El condensador ofrece un caudal de aire de 6995 m³/h a una velocidad de 2.46 m/s
- La presión sonora del intercambiador es de 45 db

La ejecución en obra del siguiente elemento se hará dispuesto al manual del fabricante:

- El evaporador se anclará con todos los soportes proporcionados por el fabricante y se respetará las distancias mínimas de 500 mm a los cerramientos indicadas por el fabricante para asegurar una perfecta distribución del aire y un máximo rendimiento de evaporador
- El evaporador viene embalado en una caja de cartón atornillado a un palé, para su puesta en obra se cortarán los flejes y se desmontará la jaula de madera que recubre el evaporador, posteriormente se hará un replanteo de los anclajes y se colocarán los espárragos de 12 mm para finalmente elevar el evaporador con un elemento auxiliar tipo carretilla y atornillarlo al techo.

COMPRESOR

El modelo de compresor rotativo o "scroll" perteneciente a la casa "" es el 2B20KCU-TFMN ofrece las siguientes características:

- Alimentación trifásica del componente 400V 50Hz
- Protección frente a polvo y humedad IP65
- La presión sonora del compresor es de 64 db
- El compresor consta de unas dimensiones de 243x242x400 (mm) y con un peso neto de 28Kg
- El tubo de descarga es de 1/2" mientras que el de aspiración es de 3/4"
- El carter tiene un cubicaje total de 1.45

La ejecución en obra del siguiente elemento se hará dispuesto al manual del fabricante:

- Para la protección del compresor, este vendrá embalado en una plataforma de madera atornillada pudiéndose dejar sobre la plataforma de embalaje para evitar posibles desplazamientos.
- El compresor se dispondrá de modo que el aire alrededor de él sea lo más favorable posible, por ello se colocara a una distancia de al menos 1 metro del cerramiento más cercano, una vez se tenga la ubicación, este no deberá ir atornillado al suelo ya que las mismas vibraciones del elemento podrían provocar momentos flectores indeseables.

REFRIGERANTE

Destacando ciertas medidas seguridad apoyándonos en la UNE 60335-2-89, “Requisitos particulares para aparatos de refrigeración para uso comercial con una unidad de condensación de fluido refrigerante”.

- Los aparatos que utilizan fluidos refrigerantes inflamables deben estar marcados con el símbolo “Precaución”

SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para la cámara de refrigeración se deberán hacer ajuste en el sistema de paneles solares que se encuentran instalado. Para esto se suministran a la unidad ejecutora del proyecto la memoria de cálculos de los equipos que se deben instalar en la ampliación del sistema y así reducir la carga eléctrica.

Durante la fase de ejecución se pueden plantear mejoras que permitan mantener un sistema de flujo contante de electricidad para mantener la cámara de refrigeración en funcionamiento, esta carga se considera de vital importancia porque debe mantener refrigerado los alimentos.

2.3 ENTREGA

- Se entrega la memoria técnica donde se especifican los parámetros y los criterios técnicos para la selección y configuración de los equipos que forman parte de la cámara de refrigeración. Cualquier duda o incongruencia en el diseño debe ser aclarado con los responsables del proyecto y buscar mejorar el diseño ya planteado. Si las dudas son por interpretación de normas se deberán regir por el criterio que resguarde principalmente la seguridad del personal que trabajara en la cocina.
- Se hará una entrega de los esquemas básicos de principio de la instalación, así como las instrucciones de seguridad para la manipulación de los equipos. Los proveedores de los equipos entregaran con sus catálogos el manual de uso y mantenimiento que deberá colocarse en la zona cerca y debidamente visibles en la sala de máquinas.

- Una vez realizada la construcción de la cámara frigorífica se deben de actualizar los planos de diseño, es decir, que deben de generarse un ejemplar de planos con las instalaciones construidas en caso de que haya diferencias notables con las fases del diseño. Esto servirá para futuras mejoras o aplicaciones que se quieran aplicar para nuevos proyectos.
- No es responsabilidad del departamento de mecánica generar los permisos para modificaciones y mejoras en el sistema eléctrico actual, pero si deben contactar con los responsables del área de electricidad para que brinden sus observaciones sobre los trabajos a realizar y cuáles pueden ser las ventajas o desventajas que puedan ocurrir con la instalación de este equipo. Es necesarios que se gestionen todos los permisos a tiempo para no generar retrasos durante la fase de ejecución de los trabajos.
- Se tendrá un control en la entrega de todos los equipos por la que dispongan el marcado CE de conformidad que estará fijado con remaches para asegurar su inmovilidad.

2.4 MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

El mantenimiento de la instalación se realizará de acuerdo con el "RD 1027/2007, de 20 julio, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios" que estima el procedimiento para el mantenimiento preventivo para optimizar el correcto funcionamiento de los equipos:

- Una Vez Por Semana
 1. Comprobar el nivel de aceite en el compresor. Si el nivel aparece bajo, la instalación se mantendrá en marcha durante 3 ó 4 horas. El nivel se comprobará cada 30 minutos. Si el aceite continúa bajo se rellenará.
 2. Si el compresor tiene lubricación forzada, la presión de aceite deberá ser comprobada. esta presión de aceite estará entre 1,2 bar y 5 bar más alta que la presión existente en el cárter, aspiración o intermedia).
 3. El compresor deberá ser parado e inspeccionar la prensa, las juntas, las conexiones, etc. Se verificará las fugas con el detector o la lámpara de freón o azufre
 4. Observar las condiciones en la que se encuentran los filtros de aire, si poseen suciedad se procederá a limpiar e instalar de nuevo al equipo.
 5. Revisar la totalidad de la instalación por si hubiera alguna anomalía, comprobando fugas con lámpara (freón) o mechas de azufre (amoníaco). Vigilar el visor de la línea de líquido, después de que la instalación lleve unos 30 minutos en marcha. Si alguna anomalía apareciera, deberá ser investigada y corregida.
 6. Comprobación densidad de la salmuera.
 7. Monitorear la presión a través de los manómetros del sistema refrigerante.
 8. Monitorear la alimentación del equipo, así como el consumo del motor del compresor.
 9. Leer y anotar la temperatura del refrigerante en la aspiración.
- Una vez por mes (Se continuará con los puntos del 1 al 9)
 10. Se inspeccionarán todos los motores y ejes de ventiladores, observando si tienen adecuada lubricación.
 11. Comprobar la correcta alineación y el nivel de tensión de las correas. La tensión de las correas será la adecuada cuando estas puedan ser dobladas a una presión normal de 2 a 2,5 cm con el dedo pulgar.

12. Revisar y observar la presión de descarga del equipo a través de los manómetros. Si dicha presión es más alta que los normal, determinar la causa y corregirla, purgando aire o gases no condensables.
 13. Cuando hay instalado un condensador evaporativo o torre de enfriamiento, se comprobará el estado de las pantallas de pulverización y aspiración y las condiciones del agua; si hay residuos, se tratará ésta. Inspeccionar la bomba de pulverización.
 14. Comprobar el funcionamiento de todos los controles y sistemas de seguridad.
 15. Comprobar el ajuste del eje de las poleas. Si estas se encuentran flojas, no se deben apretar hasta corregir su alineación.
- Una vez por año (Se seguirán los puntos 1 al 16)
16. Comprobar el estado del aceite en el cárter y renovarlo totalmente si fuera necesario.
 17. Purgar el agua de todos los puntos de condensación e inspeccionarla detenidamente. Se procederá a limpiar la suciedad de los condensadores que contengan sedimentos, fango e incrustaciones.
 18. Si hay instalados condensador evaporativo o torre de enfriamiento, los tanques y bombas se vaciarán totalmente, limpiando las incrustaciones y corrosión, finalmente se pintará.
 19. Se inspeccionarán los desgastes de todos los cojinetes de motores y ventiladores. Comprobar las holguras axiales de los cojinetes de motores y ventiladores. Comprobar las holguras axiales de los ejes.
 20. Las correas desgastadas se cambiarán.
 21. Limpiar todos los filtros de agua.
 22. Inspeccionar el estado de los conductos de aire.
 23. Inspeccionar el estado de los desagües e imbornales. Deberán estar totalmente limpios y libres, evitando los estancamientos.
 24. Inspeccionar el estado de los contactos, en los arrancadores. De acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
 25. Examinar el estado del compresor

No es recomendable que las cámaras frigoríficas estén fuera de operación durante mucho tiempo (meses y años), aun mas cuando la tubería y sus accesorios se encuentren sometido a una elevada presión de refrigerante. Siendo que, en estos casos, se pierde la carga fácilmente, principalmente por el sistema de compresión. Cuando concluya su uso de las cámaras lo más recomendable es que todo el sistema sea vaciado y el refrigerante sea recogido en el condensador o utilizar algún tipo de recipiente, hasta que el equipo se vuelva a colocar nuevamente en operación. Para esto se recomienda proceder de la siguiente manera:

1. Girar a una vuelta la válvula de aspiración e instalar un vacuómetro (vacío) en la conexión de esta primera válvula.
2. Hay que cerrar la salida de líquido en el condensador si no hubiera recipiente recolector.
3. Abrir manualmente la válvula solenoide que regula el termostato de temperatura, de forma que se mantenga abierta en parte la válvula solenoide, para poder vaciar la línea de líquido del sistema.
4. Cuando exista un sistema regulador de presión en el sistema evaporador, este se podrá regular de tal manera que se pueda bajar la presión hasta 0 psi de presión.
5. Arrancar la instalación. Colocar en marcha todos los ventiladores de la instalación. La bomba de circulación de agua del condensador funcionando. El condensador evaporativo deberá estar en operación normal. El compresor procederá a extraer el refrigerante de la línea de

líquido, serpentines de enfriamiento y de la línea de aspiración y lo enviará (descarga) hasta el condensador o recipiente.

6. El compresor se mantendrá en marcha hasta que el vacuómetro que se encuentra en la válvula de aspiración indique 2 libras por pulgada cuadrada (0,14 Kg/cm²). Para lograr esta baja presión, es necesario mantener el presostato de baja en posición cerrada. Ojo no se debe bloquear el contacto, hay que mantenerlo cerrado manualmente. Tampoco se debe mantener el compresor trabajando en vacío.
7. Cuando haya 2 libras por pulgada cuadrada (0,14 Kg./cm²) de presión en el vacuómetro, para el sistema de compresión e inmediatamente proceder a cerrar la válvula de aspiración y la de descarga. Quitar el vacuómetro y colocar tapón en la válvula antes de cerrar ésta. Para cerrar estas válvulas se debe usar una llave de carraca. La presión no debe ser reducido a menos de 1 ó 2 libras por pulgada cuadrada (0,07 ó 0,14 Kg/cm²). Se debe dejar siempre algo de presión, para evitar la entrada de aire a través de la prensa.
8. Una vez liberado todo el sistema y que todas las válvulas se encuentren bien cerradas, se debe verificar que no hay pérdidas en ninguna parte del circuito para la recolección del refrigerante. Esto proceso es absolutamente necesario, para reducir la pérdida en la cantidad de refrigerante que se utiliza.
9. Cuando el circuito de condensación y sistema de compresores se encuentren refrigerados por agua, se deberán cerrar todas las válvulas de entrada. Si en algún momento la instalación se encuentra sometida a bajas temperaturas, se deberá purgará la totalidad del sistema para reducir la congelación del agua.
10. Cuando se instala un condensador evaporativo, se procede a cerrar el agua de alimentación y se deberá purgar totalmente el sistema. Así como lavar el condensador con una manguera e inspeccionar que no haya corrosión, y si la hay, se debe rasar y pintar nuevamente.
11. El interruptor de corriente principal de los equipos se deberá desconectar y colocarle un candado en la posición desenergizadas para mantenerlo aislado. Colocar en el tablero eléctrico un indicador led rojo que señales
 - P R E C A U C I O N: No arrancar la instalación hasta que personal autorizado instale los manómetros para el monitoreo de la presión. De hacerlo antes, se pone en riesgo al personal de sufrir serios daños.
12. Para realizar el cambio de aceite en el sistema del compresor no se pueden mezclar diferentes tipos de aceite. Hay que tener mucho cuidado porque se pueden generar daño en el equipo.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



PROYECTO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA PARA EL COLEGIO “PLATERO Y YO”

3. PRESUPUESTO

Para el cálculo de los costos de inversión se consideraron el valor de las obras civiles, eléctricas y adquisición de equipos de refrigeración y montajes.

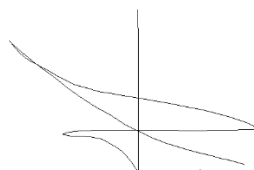
Estos precios que se indican deben ser nuevamente consultados a través de solicitud de cotizaciones a diversas empresas proveedoras e importadoras de suministro de refrigeración, como mínimo se deben consultar con cinco (05) empresas para tener una variedad de precios y seleccionar el menor de acuerdo con los mejores intereses del proyecto.

De esta forma el presupuesto para la nueva cámara sería de la siguiente manera:

Obras Civiles		
Trazado, compactación, aislación del suelo, barrera de vapor, cubierta, conductos, etc.	60.849 euros	
Provisión y Montajes de paneles de aislamiento y puertas	32.000 euros	
Obras Eléctricas		
Adecuación del panel solar existente	50.000 euros	
Suministros de paneles, baterías, inversor, caja de control, etc.	70.000 euros	
Costos de refrigeración		
Suministro de equipo local, estanque, válvulas y accesorios	9.250 euros	
Montaje	25.000 euros	
Suministro de evaporador	37.000 euros	
Instalaciones eléctricas y de control	15.000 euros	
Aislación de tuberías	9.200 euros	
Gastos generales	5.000 euros	
Personal		
Ingeniero mecánico	960 HH	12.000 euros
Ingeniero eléctrico	960 HH	12.000 euros

Técnicos	1.920 HH	14.000 euros
Supervisores	960 HH	15.000 euros
Operarios	2.880 HH	18.000 euros
Desarrollo de ingeniería		
Juego de documentos	1 unidad	10.000 euros
Juego de planos	1 unidad	25.000 euros
Costos indirectos del proyecto	-	30.000 euros
Total	449.299 euros	

El presupuesto del presente proyecto, contando con el diseño, ejecución y puesta en marcha, asciende a un total de **CUATROCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS.**



FRANCISCO JOSÉ ANDRÉS SERRANO



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



PROYECTO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA PARA EL COLEGIO “PLATERO Y YO”

4. ANEXOS

4.1 ANEJO I: CÁLCULOS

BALANCE CARGA TÉRMICA Y CÁLCULO DE ESPESOR ÓPTIMO

CÁLCULO COEFICIENTE DE PELÍCULA "h"

Para el cálculo del coeficiente de película interior (h_i) tratándose de una convección natural, es decir, el cociente entre el número de Grashof y el cuadrado del número de Reynolds es bastante más pequeño que 1, por lo tanto, se procederá al cálculo de los números de Nusselt, de Grashof, de Prandtl y Rayleigh.

Número de Grashoff

De la siguiente ecuación, obtenemos:

$$\frac{\beta \times g \times \delta (T_o - T_f) \times L^3}{\mu^2}$$

Donde:

$$\beta = \text{coeficiente de expansión volumétrica} = 3.50 \times 10^{-3}$$

$$g = \text{aceleración de la gravedad} = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\delta = \text{densidad del aire} = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$T_o = \text{temperatura interior de la camara} = 2^\circ\text{C}$$

$$T_f = \text{temperatura entrada producto} = 22^\circ\text{C}$$

$$L = \text{altura de la pared vertical, en este caso } 2,75 \text{ m}$$

$$\mu = \text{viscosidad cinematica} = 1,74 \times 10^{-5} \text{ kg/m} \times \text{s}$$

Sustituyendo:

$$\text{Grashof} = 5.77 \times 10^{10}$$

Número de Prandtl

De la siguiente ecuación, obtenemos:

$$\frac{\mu \times cp}{k}$$

$$c_p = \text{Calor específico aire} = 1006 \text{ J/Kg} \times \text{C}^\circ$$

$$K = \text{Conductividad térmica aire} = 0.0259 \text{ W/m} \times \text{C}^\circ$$

Sustituyendo:

$$\text{Prandtl} = 0.70$$

Número de Rayleigh

Bastaría con multiplicar el número de Grashof y Prandtl

$$\text{Rayleigh} = 4.03 \times 10^{10}$$

Correlación de Churchill & chu (convección natural)

De la siguiente ecuación, obtenemos:

$$\left(0.825 + 0.387 \times Ra^{\frac{1}{8}} \left(1 + \left(\frac{0.492}{Pr}\right)^{9/16}\right)^{8/27}\right)^2$$

Sustituyendo:

$$\text{Nusselt} = 392.06$$

Con todos estos datos, estamos a disposición de averiguar el coeficiente de película "h":

$$\frac{h \times L}{K} = 392.06$$

$$h = 3.26 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

De la misma manera, estos datos los podremos recoger tabulados en la tabla 1.66 del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.

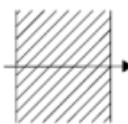
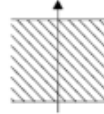
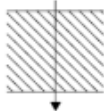
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (suelo)		0,04	0,17

Tabla 4.11: Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con aire exterior $[W/m^2 \times K]$.

INCREMENTO DE TEMPERATURAS

La temperatura de proyecto obtenida de la *Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto* no tiene en cuenta el efecto de la radiación solar incidente sobre los cerramientos de la cámara. En la teoría nos encontramos ante un problema de transmisión de tipo variable ya que la temperatura es variable con el tiempo, pero en la práctica esto se soluciona con unas temperaturas ficticias distintas para cada orientación.

En la siguiente tabla se muestra la corrección debida a la radiación.

COLOR	NORTE	SUR	ESTE	OESTE	TECHO PLANO	SUELO
OSCURO	0	3	5	5	11	$\frac{T_{ext} + 15}{2}$
MEDIO	0	3	4	4	9	$\frac{T_{ext} + 15}{2}$
CLARO	0	2	3	3	5	$\frac{T_{ext} + 15}{2}$

Tabla 4.12: Incrementos de temperatura en (°C) sobre la temperatura exterior.

Cabe destacar que en nuestro proyecto todos los cerramientos limitan con el exterior.

CÁLCULO ESPESOR ÓPTIMO CERRAMIENTOS

El flujo de calor máximo en una pared plana en régimen estacionario viene dado por:

$$\dot{q} = \frac{\Delta t}{R_t}$$

Donde:

$$R_t = \frac{1}{U} = \frac{1}{h_1} + \sum \frac{e}{k_i} + \frac{1}{h_e}$$

Con:

U = Coeficiente global de transmisión entre el ambiente exterior e interior

K = Conductividad Térmica

Sabiendo que conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, hemos decretado un flujo máximo de 8 W/m².

➤ CERRAMIENTO NORTE

$$8 = \frac{31}{1.54 + \frac{e_{aisl}}{0.035}}$$

$$e_{aisl} = 0.081 \text{ [m]}$$

➤ CERRAMIENTO ESTE Y OESTE

$$8 = \frac{35}{1.54 + \frac{e_{aisl}}{0.035}}$$

$$e_{aisl} = 0.1 \text{ [m]}$$

➤ **CERRAMIENTO SUR**

$$8 = \frac{34}{1.54 + \frac{e_{aisl}}{0.035}}$$

$$e_{aisl} = 0.095 \text{ [m]}$$

CÁLCULO ESPESOR ÓPTIMO CERRAMIENTO HORIZONTAL (SUELO)

Tomando los datos de las resistencias térmicas superficiales de la tabla 1.68 y aplicando la fórmula del flujo de calor máximo, obtenemos:

$$8 = \frac{\frac{32 + 15}{2}}{1.88 + \frac{e_{aisl}}{0.035}}$$

Siendo:

$$R_t = 1.88 + \frac{e_{aisl}}{0.035}$$

$$\Delta t = \frac{32 + 15}{2}$$

$$e_{aisl} = 0.03 \text{ [m]}$$

CÁLCULO ESPESOR ÓPTIMO CERRAMIENTO HORIZONTAL (TECHO)

Tomando el mismo procedimiento que anteriormente, obtenemos:

$$8 = \frac{40}{0.35 + \frac{e_{aisl}}{0.035}}$$

$$e_{aisl} = 0.16 \text{ [m]}$$

CÁLCULO ESPESOR ÓPTIMO PUERTAS

Según el R.D 552/2019, el cálculo del espesor de puerta será el siguiente:

$$Rt_{puerta\ este\ (1)} = Rt_{cerramiento\ este} \times 0.7 = 3.08$$

$$Rt_{puerta\ este\ (2)} = Rt_{cerramiento\ este} \times 0.7 = 3.08$$

$$Rt_{puerta\ sur} = Rt_{cerramiento\ sur} \times 0.7 = 2.98$$

CÁLCULO DE POTENCIA TÉRMICA PERDIDA EN CERRAMIENTOS

El cálculo de la potencia térmica perdida será el siguiente:

CERRAMIENTOS

$$Q = ((Largo \times Alto) \times 2 + (Largo \times Alto) \times 2) \times q$$

$$Q = ((11.32 \times 2.75) \times 2 + (4.23 \times 2.75) \times 2 + (6.69 \times 2.75) \times 2 + (3.28 \times 2.75) \times 2) \times 8$$

$$Q = 1.12 \text{ [KW]}$$

SUELO

$$Q = (Lado \times Lado) \times q$$

$$Q = (11.32 \times 10.96) \times 8$$

$$Q = 0.99 \text{ [KW]}$$

TECHO

$$Q = (Lado \times Lado) \times q$$

$$Q = (11.32 \times 10.96) \times 8$$

$$Q = 0.99 \text{ [KW]}$$

PUERTAS

$$Q = (\text{Lado} \times \text{Lado}) \times q$$

$$Q = ((1.50 \times 2) \times 8) \times 3$$

$$Q = 0.072 \text{ [KW]}$$

CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS INTERNAS

El cálculo debido a las cargas por iluminación, personas y equipos es lo que componen las cargas térmicas internas.

ILUMINACIÓN

$$Q = P_i \times S_{suelo} \times \frac{\tau_i}{24} \times 10^{-3} \text{ [KW]}$$

Siendo:

P_i : Potencia de iluminacion $\left(\frac{W}{m^2}\right)$

S_{suelo} : Superficie del suelo de la cámara (m^2)

τ_i : nº horas de iluminación, tomando como 8h la jornada laboral

$$Q = 0.41 \text{ [KW]}$$

PERSONAS

$$Q = q_p \times N_p \times \left[\frac{\tau_p}{24}\right] \times 10^{-3} \text{ [KW]}$$

Siendo

q_p : Potencia desprendida por una persona

N_p : Número de personas simultáneamente en la cámara

τ_p : Número de horas de trabajo, tomando como 8h la jornada laboral

Además, según "Enrique Torrella Alcaraz en su libro la producción de frío", define la potencia desprendida por una persona en función de la temperatura de la cámara. Véase tabla 1.68

T [°C]	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10
q_p [W]	420	390	360	330	300	270	240	210

Tabla 4.13: Potencia desprendida por una persona

$$Q = 0.17 [KW]$$

EQUIPOS

Es difícil saber con exactitud la carga producida por la presencia de ventiladores del evaporador. Según "Enrique Torrella Alcaraz en su libro la Producción del frío": "la potencia del ventilador del evaporador representa el 10% de la suma de las potencias anteriores. Por lo tanto, se puede expresar de la siguiente forma":

$$Q_v = 0.1Q_t \left[\frac{\tau_v}{24} \right]$$

CÁLCULO DE CARGAS POR RENOVACION DE AIRE

La carga de renovación o por infiltración de aire viene dada por la siguiente expresión:

$$Q = \left(\frac{N}{24 \times 3600} \right) \times V_{cámara} \times \rho_{aire} \times (h_e - h_i) [KW]$$

Donde:

N : n° de renovaciones diarias de la cámara

h : entalpia específica del aire $\left[\frac{KJ}{kg} \right]$

ρ_{aire} : densidad del aire $\left[\frac{kg}{m^3} \right]$

El número de renovaciones viene determinado por la siguiente expresión:

$$N = \frac{70}{\sqrt{V}}$$

Siendo V el volumen de la cámara en m³

$$Q = 0.46 [KW]$$

CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE LOS PRODUCTOS

El estudio de las cargas térmicas de los productos viene dado por la siguiente expresión:

$$Q_{RP} = \frac{[(1-x) \times M \times q_a(T_i) + x \times M \times q_a(T_m)]}{24 \times 3600} [KW]$$

con:

q_a : potencia específica de respiración a las temperaturas:

T_i : interna de la cámara (1°)

T_m : media entre la cámara y la de entrada ($\frac{22+1}{2}$)

x : porcentaje de entrada diaria (10%)

M : Tonelaje total de cámara (5 Toneladas)

Calor de respiración de la lechuga:

Interpolación 0° - 5°

$$33 \frac{mW}{kg} \times \frac{1W}{1000 mW} = 0.033 \left(\frac{j}{kg}\right)$$

$$\frac{0.033 \frac{J}{kg} \times 20 \times 3600}{1000} \times 1000 = 2376 \left(\frac{Kj}{Tm}\right)$$

Interpolación 10° - 15°

$$\frac{75.05mW}{kg} \times \frac{1W}{1000 mW} = 0.075 \left(\frac{j}{kg}\right)$$

$$\frac{0.075 \frac{J}{Kg} \times 20 \times 3600}{1000} \times 1000 = 5400 \left(\frac{Kj}{Tm}\right)$$

El proceso de cálculo del calor de respiración de las diferentes verduras es idéntico.

LECHUGA	TOMATE	CEBOLLA
1.21 KW	1.23 KW	0.95 KW

CÁLCULO ENFRIAMIENTO DEL PRODUCTO DE ENTRADA

La carga por enfriamiento de producto diario se contabiliza según la expresión:

$$Q_e = \frac{c_p \times M_d \times 10^3 (T_i - T_c)}{(24 \times 3600)} \quad [KW]$$

Donde:

c_p : Calor específico del producto antes de congelar $\left(\frac{kJ}{KgC^\circ}\right)$

M_d : Tonelaje de entrada diaria $\left(\frac{Tm}{dia}\right)$

$T_i - T_c$: Temperaturas inicial y de cámara

PRODUCTO	LECHUGA	TOMATE	CEBOLLA	ACEITUNA
CALOR ESPECÍFICO $\left[\frac{kJ}{kgC^\circ}\right]$	0.96	0.95	0.91	3.27
ENTRADA PRODUCTO DIARIO (Tm)	0.1	0.20	0.14	0.04
$Q_e [KW]$	0.022	0.046	0.032	0.032

CÁLCULO PRESTACIONES REFRIGERANTES

Gasto másico de refrigerante

$$\dot{m}_{ref} = \frac{Q_{frigorifica}}{q_{evap}}$$

Trabajo del compresor

$$W_{comp} = \dot{m}_{ref}(h_2 - h_1)$$

Potencia del condensador

$$Q_{cond} = \dot{m}_{ref}(q_{cond})$$

Potencia del evaporador

$$Q_{evap} = \dot{m}_{ref}(q_{evap})$$

Relación de presiones

$$rp = \frac{P_1}{P_2}$$

Producción frigorífica volumétrica

$$Q_v = \frac{q_{evap}}{V_{esp}}$$

Siendo:

V_{esp} : volumen específico a la entrada del compresor (m^3/kg)

Cilindrada

$$\frac{Q_{evap}}{Q_v \times \frac{2900}{60}}$$

Coefficiente de rendimiento (COP)

$$COP = \frac{Q_{evap}}{W_{comp}}$$

CÁLCULO DEL VALOR DE UA Y LMTD

Para el cálculo de la temperatura de salida del condensador procedemos de la siguiente forma:

$$Q_{evap} = \dot{m} \times cp_{aire} \times (t_2 - t_1)$$

Donde:

$$Q_{evap} = 13.2 \left(KW = \frac{KJ}{s} \right) \times 3600 = 47520 \left(\frac{KJ}{h} \right)$$

$$\dot{m} = 7495 \left(\frac{m^3}{h} \right) \times \delta_{aire} = 8619.25 \left(\frac{kg}{h} \right)$$

$$cp_{aire} = 1.007 \left(\frac{kJ}{kg} \right)$$

$$t_1 = 32 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Operando:

$$t_{2salida} = 37.47 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Para el cálculo de la diferencia media logarítmica procederemos de la siguiente forma:

$$\Delta T_m = \frac{37.47 - 32}{\ln\left(\frac{39 - 32}{39 - 37}\right)}$$

$$\Delta T_m = 3.59 \text{ [K]}$$

Por último, el valor de UA será:

$$Q = U A \Delta T_m$$

$$UA = \frac{8.62}{4}$$

$$UA = 3.67 \text{ [Kw/K]}$$

4.2 ANEJO II: GRÁFICOS Y DETALLES

Capas					
Material	e	ρ	λ	RT	Cp
1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0.115	1140.00	0.67	0.17	1000.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0.010	1125.00	0.55	0.02	1000.00
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.060	40.00	0.03	1.94	1000.00
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0.090	930.00	0.43	0.21	1000.00
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0.015	1150.00	0.57	0.03	1000.00
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0.015	825.00	0.25	0.06	1000.00
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.040	40.00	0.04	0.99	1000.00
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0.070	930.00	0.43	0.16	1000.00
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0.110	920.00	0.43	0.26	1000.00
Plaqueta o baldosa cerámica	0.010	2000.00	1.00	0.01	800.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0.040	1125.00	0.55	0.07	1000.00
PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable a gases [0.03 W/[mK]]	0.100	45.00	0.03	3.33	1000.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0.100	1125.00	0.55	0.18	1000.00
FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	0.300	1110.00	0.85	0.35	1000.00
Teja de arcilla cocida	0.020	2000.00	1.00	0.02	800.00
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0.100	40.00	0.04	2.47	1000.00
Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0.020	2350.00	1.90	0.01	1000.00
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	0.020	1125.00	0.55	0.04	1000.00
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0.040	40.00	0.03	1.29	1000.00
Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.600	2400.00	2.30	0.26	1000.00
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	0.040	37.50	0.03	1.18	1000.00
Hormigón armado 2300 < d < 2500	0.100	2400.00	2.30	0.04	1000.00
Abreviaturas utilizadas					
e	Espesor m		RT	Resistencia térmica (m ² ·K)/W	
ρ	Densidad kg/m ³		Cp	Calor específico J/(kg·K)	
λ	Conductividad térmica W/(m·K)				

FIGURA 4.14: Descripción de materiales CYPE

Librería de materiales

Nombre

Grupo

Seleccionar un grupo de materiales existente

Propiedades

Espesor m

λ W/mK

ρ kg/m³

Calor específico J/kgK

μ

FIGURA 4.15: Propiedades forjado unidireccional

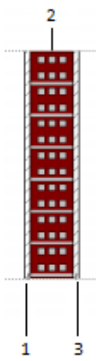
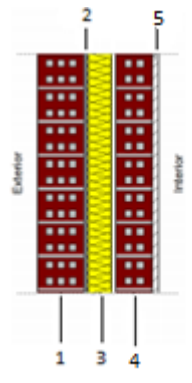
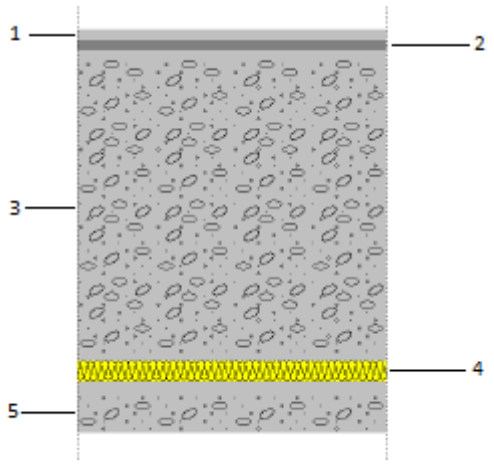
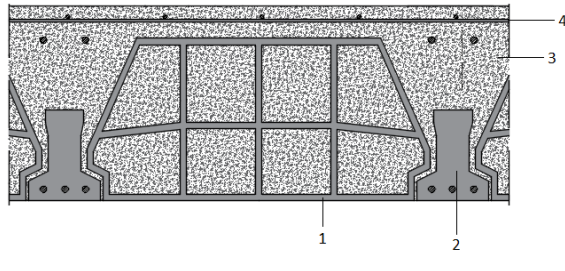
	<p style="text-align: center;">PARTICIÓN INTERIOR</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Enlucido de yeso 1000 <d< 1300 2. Tabicón Ladrillo hueco doble 70mm 3. Enlucido de yeso 1000 <d< 1300
	<p style="text-align: center;">FACHADA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ½ pie ladrillo perforado 115mm 2. Mortero de cemento para albañilería 1000 <d< 1250 3. Lana mineral $[0.031 \frac{W}{m \times k}]$ 4. Tabicón ladrillo hueco doble 90mm 5. Enlucido de yeso 1000 <d< 1300
	<p style="text-align: center;">SOLERA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gres calcáreo 2000 <d< 2700 2. Mortero de cemento para albañilería 1000 <d< 1250 3. Hormigón armado 2300 <d< 2500 4. Poliestireno expandido $[0.034 \frac{W}{m \times k}]$ 5. Hormigón limpieza 2300 <d< 2500
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bovedilla de hormigón 2. Vigueta semiresistente pretensada 3. Hormigón armado 2300 <d< 2500 4. Mallazo electrosoldado B500T

FIGURA 4.16: Detalles constructivos



FIGURA 4.17: Gráficas comparativas refrigerantes

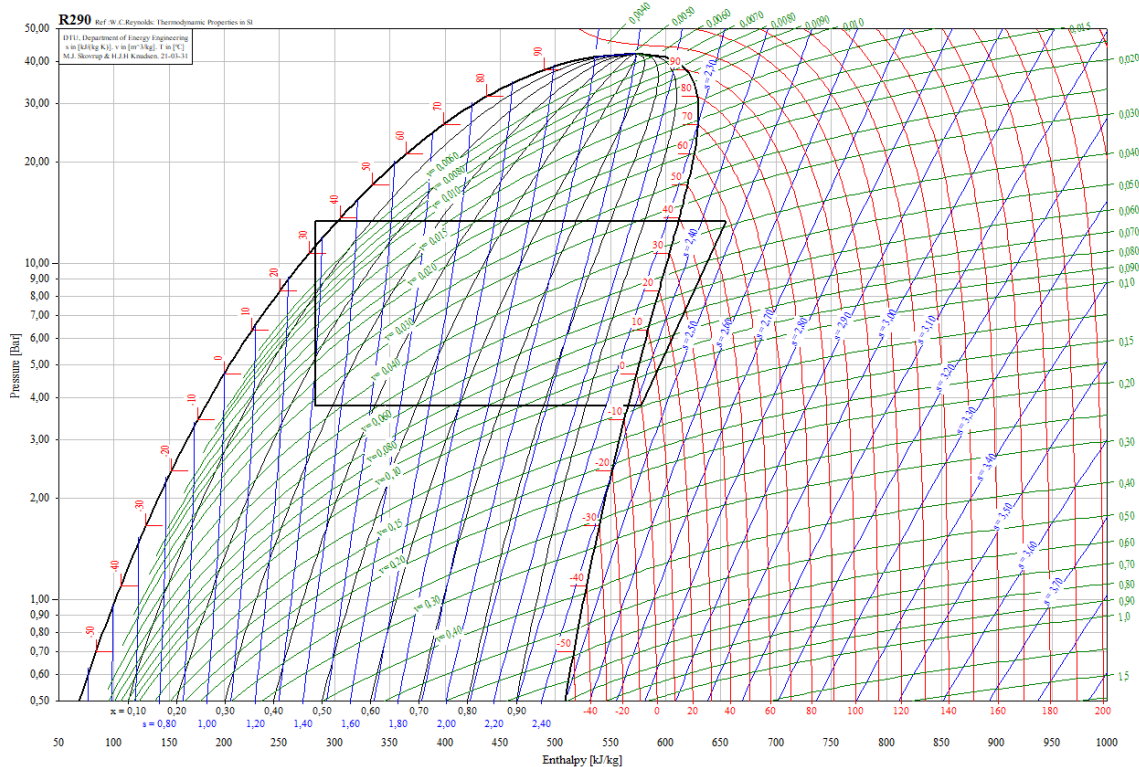


FIGURA 4.18: Diagrama Mollier R-290

Rendimiento en punto especificado	-7,0 / 39,0 °C
Compresor	ZB49KCU-TFMN
Capacidad frigorífica kW	13,20
Potencia kW	3,89
C.O.P.	3,39
Intensidad a 400V, A	7,53
Flujo de Masa g/s	45,10
Calor a Disipar kW	16,15
Efic. Isoentrópica %	70,96

		Q4-20.1AXH
► Capacidad frigorífica	kW	11,183
Capacidad frigorífica [*ref]	kW	10,709
Capacidad en el evaporador	kW	11,183
Potencia absorbida	W	3144
Capacidad en el condensador, t...	kW	14,327
Corriente	A	6,44
COP/EER	W/W	3,56
Caudal másico	kg/h	137
Frecuencia de alimentación	Hz	50
Alimentación	-	400/3/50/DOL-STAR
Modalidad de selección	-	Refrigeration / Air Cond.
Modo operativo	-	100% of the capacity
Presión de evaporación	bar	3,81
Recalentamiento en aspiración	K	7
Temperatura de aspiración	°C	0
Temperatura de descarga	°C	61,14
Presión de condensación	bar	13,38
Temperatura del líquido	°C	32
Ratio (%)	%	100,0%
Nota	-	
Caudal aceite	l/min	-
Intercambiador (Enfriador aceiter)	kW	-
Temperatura salida de aceite de...	°C	-
Certificado por	-	Fracold tentative data

FIGURA 4.19: Datos técnicos Compresor semi-hermético y compresor scroll

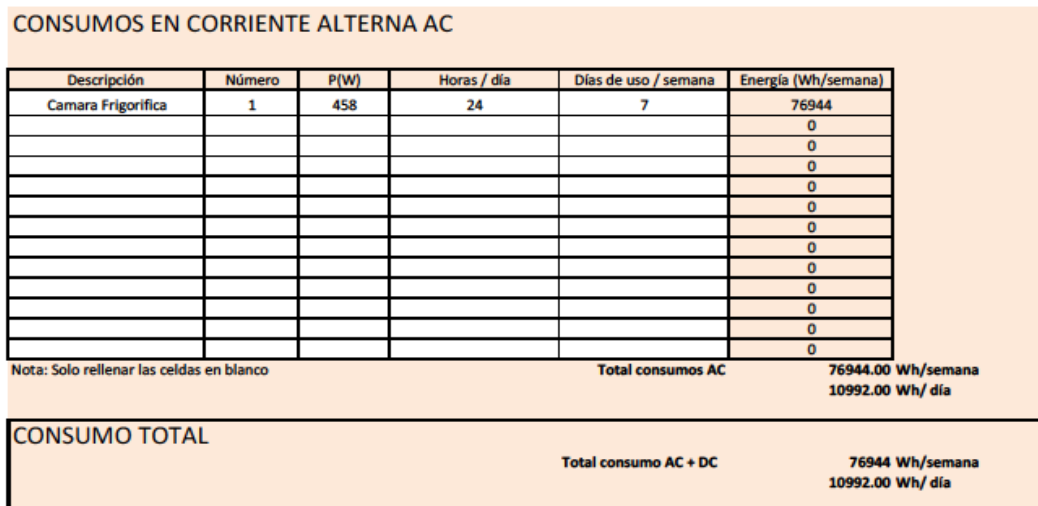


FIGURA 4.20: Consumo A.C



FIGURA 4.21: Hora Solar Pico

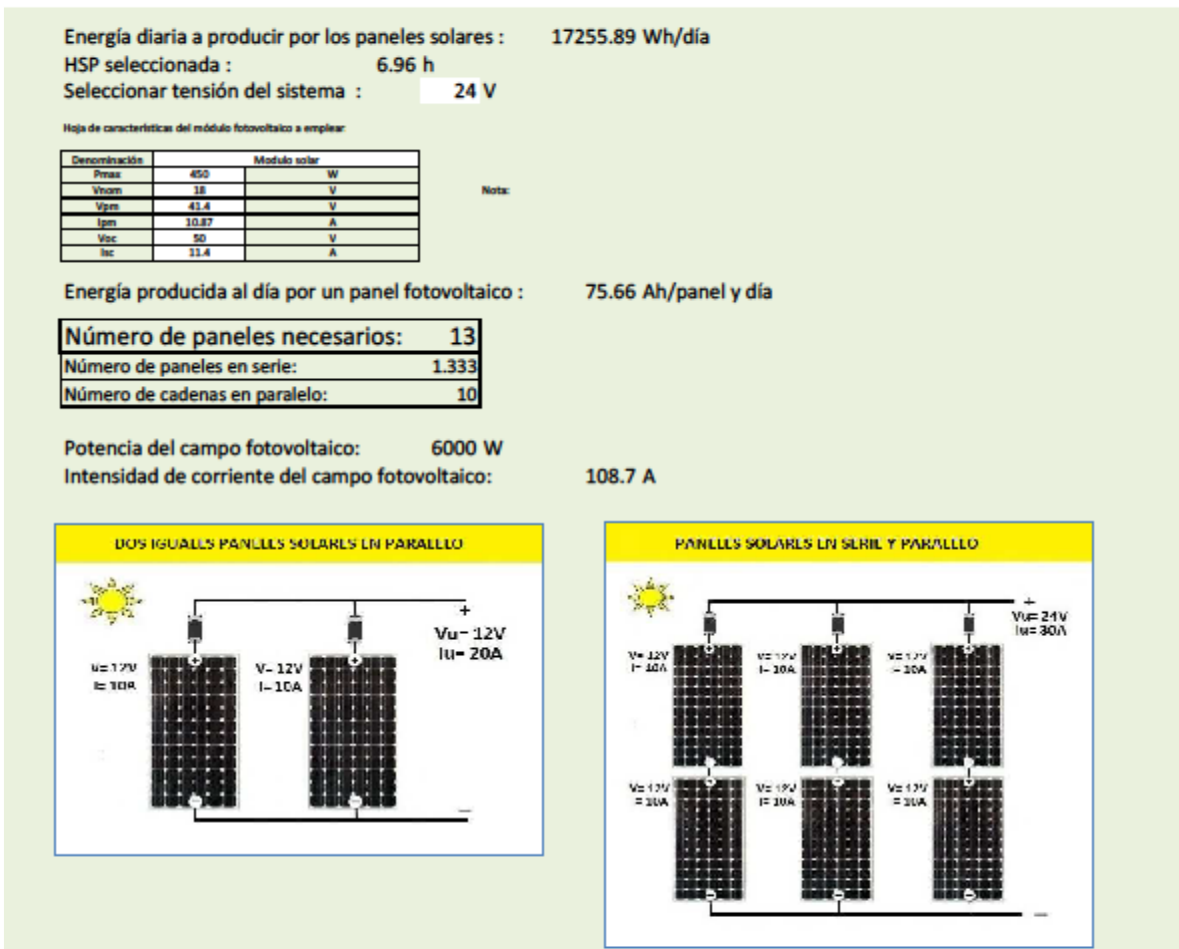


FIGURA 4.22: Cálculo Paneles Solares

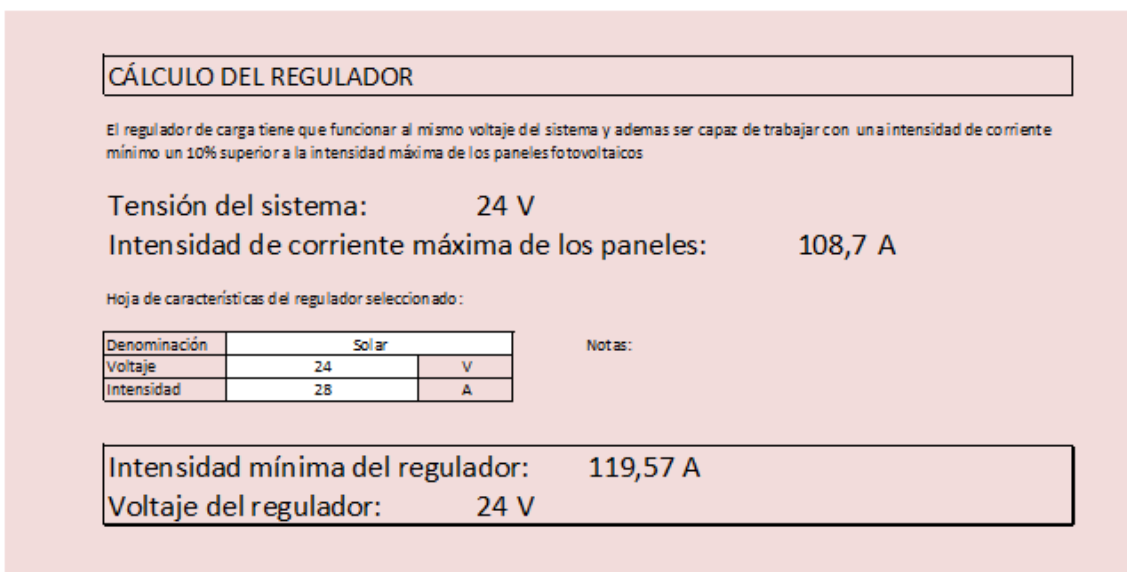


FIGURA 4.23: Cálculo Regulador

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA BATERÍA

Capacidad de la batería = (Consumo * Días de autonomía) / Profundidad de descarga
Rellenar solamente celdas en color blanco

Energía diaria necesaria: 17255.89 Wh/día

Días de autonomía: 0.5 días

Profundidad de descarga: 95 %

Hoja de características de la batería a emplear en la instalación:

Denominación	Batería	
Capacidad nominal	100	Ah
Voltaje nominal	24	V

Capacidad de acumulación en banco de baterías: 378 Ah

Voltaje del banco de baterías: 24 V

Número de unidades de batería necesarias:	4
Número de bloques de batería conectadas en serie:	1
Número de unidades de batería conectadas en paralelo:	4

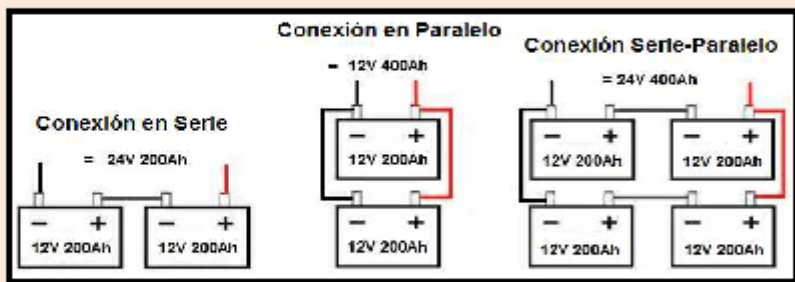


FIGURA 4.24: Cálculo Baterías

CÁLCULO DEL INVERSOR

Rellenar solo las celdas que están en blanco.

Descripción	Número	P(W)	Horas / día	Días de uso / semana	Energía (Wh/semana)	% simultaneidad	Potencia simultánea (W)
Camara Frigorifica	1	458	24	7	76944	100%	458
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
	0	0	0	0	0	100%	0
Potencia total consumos:		458 W					
Potencia máxima consumidor:		458 W					
					Potencia demandada simultáneamente:		458

Potencia mínima del inversor : 550 W

Tensión del sistema: 24 V

Nota: En el momento de seleccionar el Inversor hay que asegurarse de que aguarita los picos de arranque de motores y bombas.

FIGURA 4.25: Cálculo Inversor

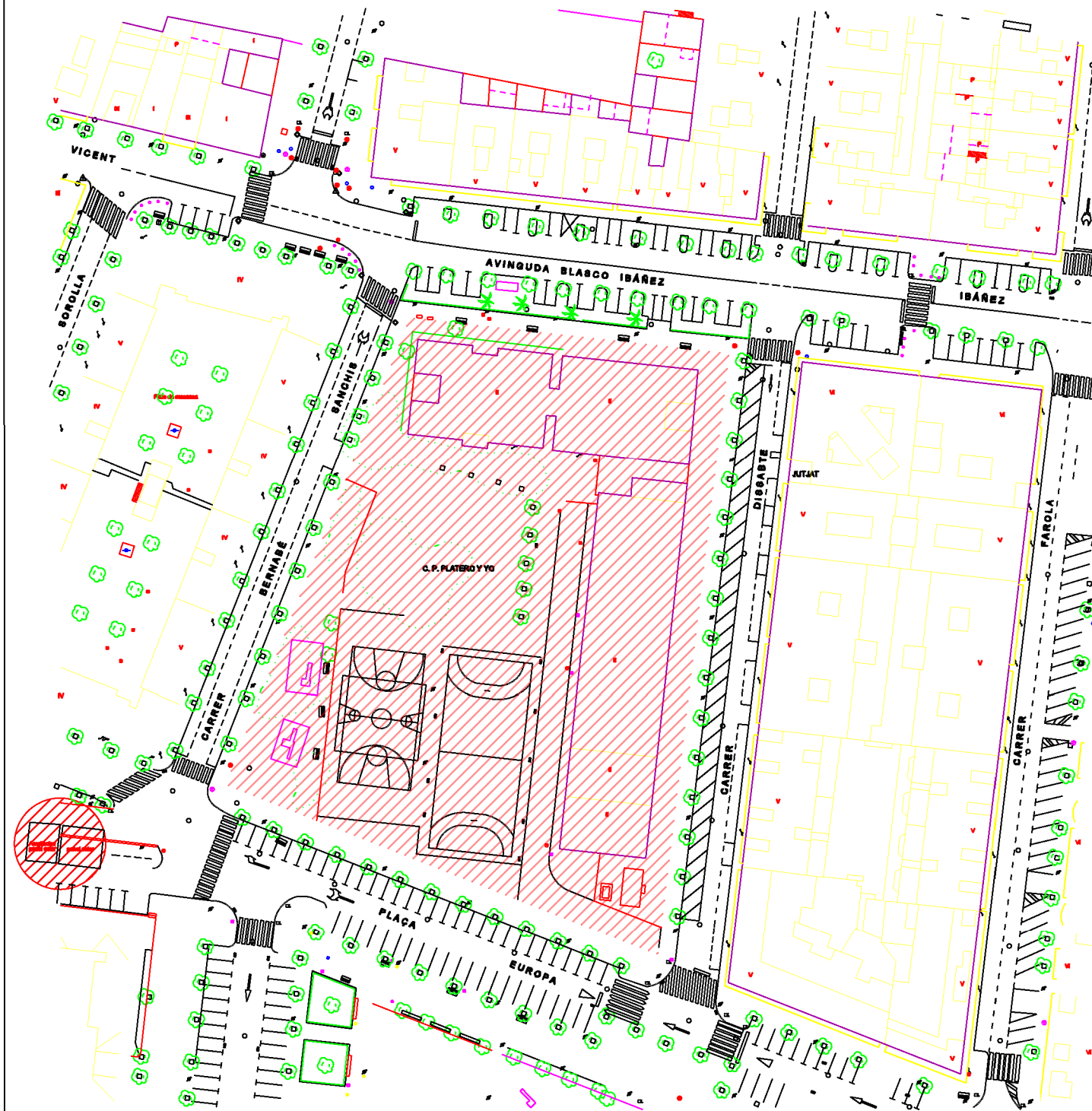


PROYECTO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA PARA EL COLEGIO “PLATERO Y YO”

5. PLANOS

A. PLANOS

- A.1 Situación
- A.2 Emplazamiento
- A.3 Instalación Frigorífica
- A.4 Instalación Frigorífica planta baja
- A.5 Instalación Frigorífica planta baja cota y superficie
- A.6 Instalación compresor
- A.7 Instalación Frigorífica componentes
- A.8 Alzado C/BLASCO IBÁÑEZ, ALDAIA
- A.9 Unidad condensadora - cámara frigorífica
- A.10 Unidad evaporadora - cámara frigorífica
- A.11 Perfil - cámara frigorífica
- A.12 Ampliación sistema fotovoltaico
- A.13 Techo cámara frigorífica
- A.14 Estructura cámara frigorífica
- A.15 Plano 3D cámara frigorífica
- A.16 Plano 3D lateral cámara frigorífica



SUPERFICIE SOLAR APROXIMADA: 7849,00 m²

REF. CATASTRAL: 8715901YJ1781N0001HZ

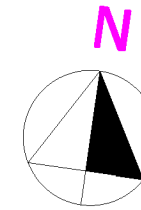
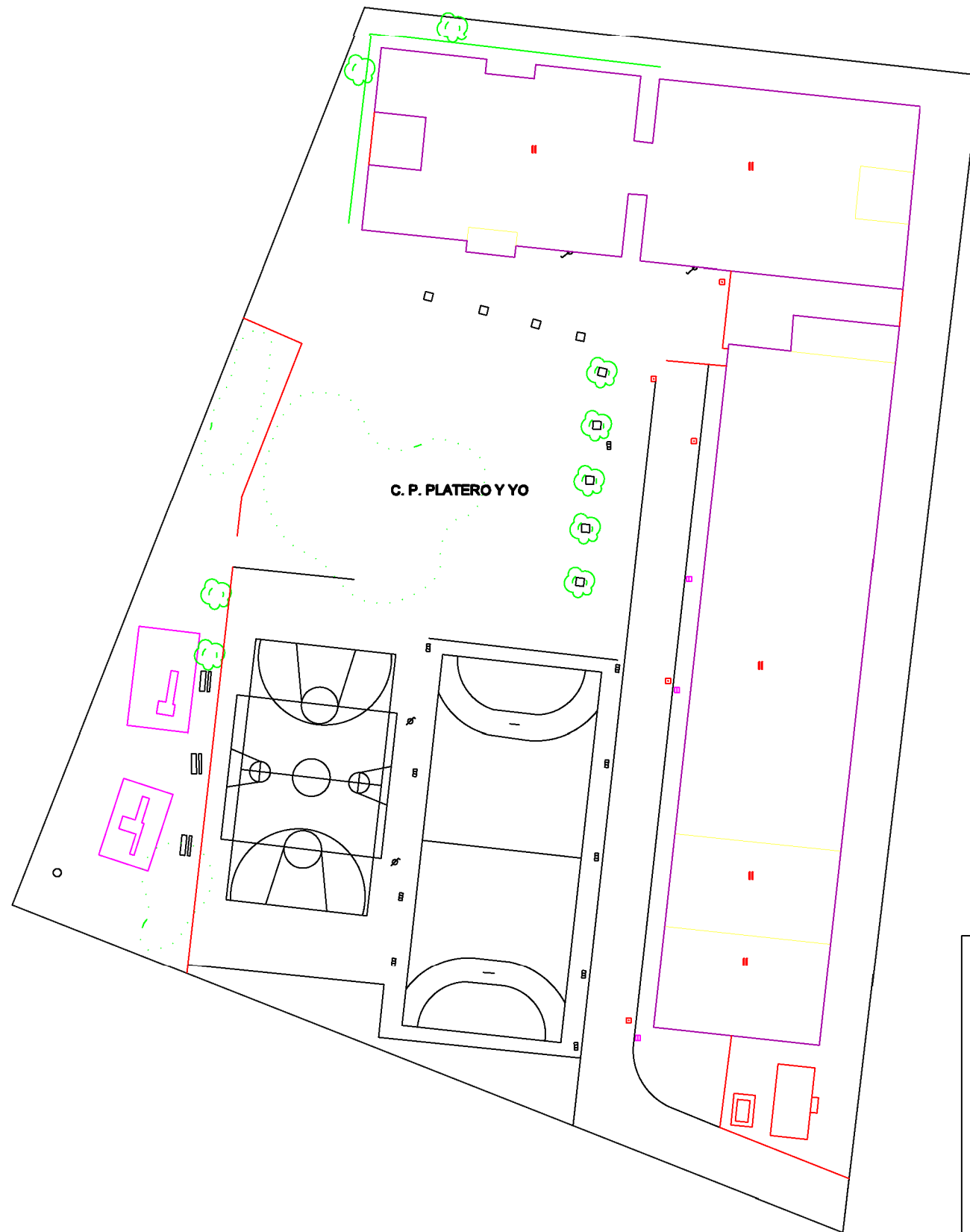
PROYECTO DE INSTALACION DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS DEL COLEGIO "Platero y Yo"

Emplazamiento **TÉRMINO MUNICIPAL DE ALDAIA**

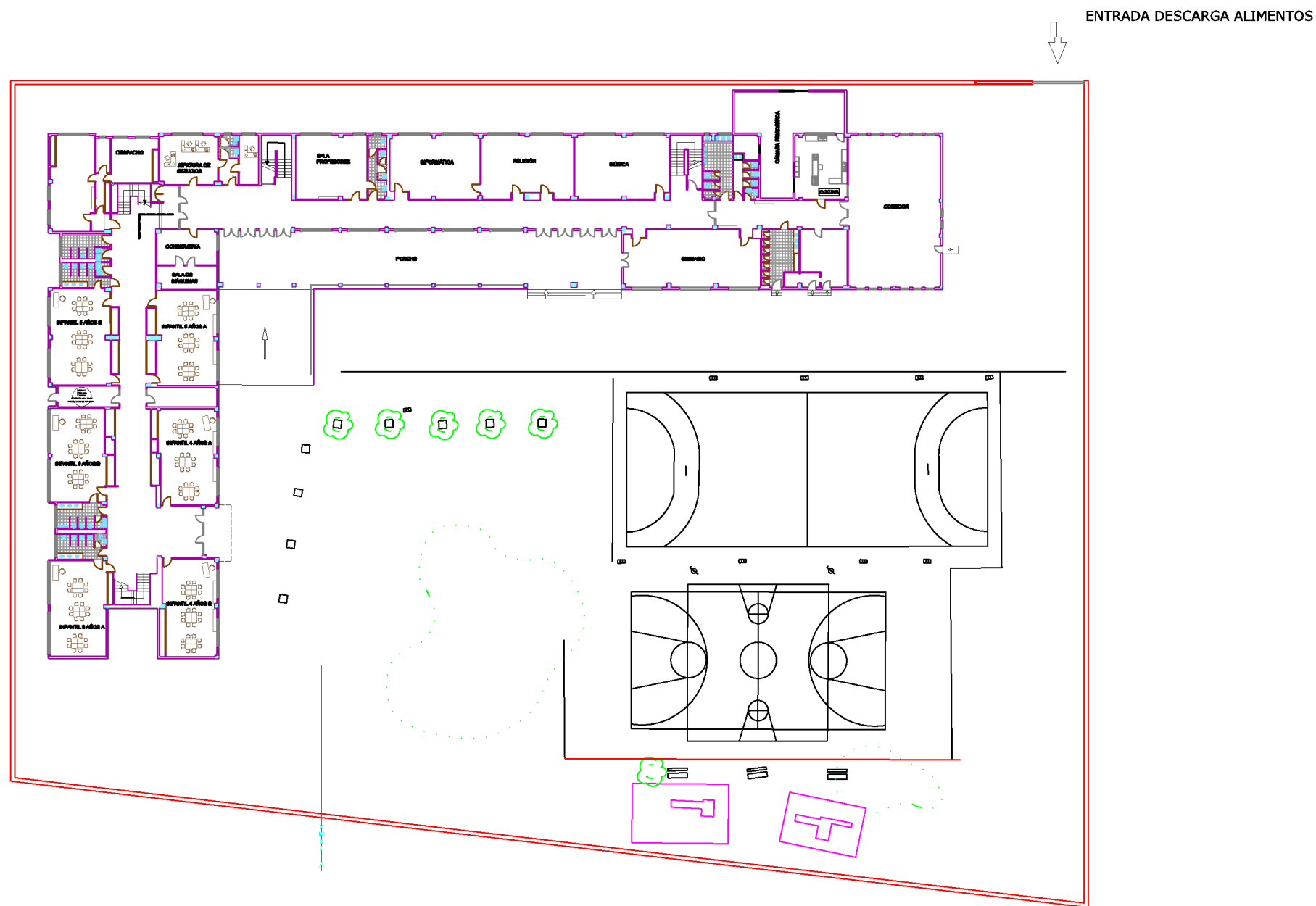
Plano **SITUACIÓN**

Nº de plano	01	Referencia	32	Escala	1/1000
--------------------	-----------	-------------------	-----------	---------------	---------------

Dibujado Francisco José Andrés Serrano	Fecha JUNIO 2021	 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño
--	-----------------------------------	--



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL COLEGIO "Platero y Yo"			
Emplazamiento		TÉRMINO MUNICIPAL DE ALDAIA	
Plano		EMPLAZAMIENTO	
Nº de plano	02	Referencia	32
Dibujado		Fecha	
Francisco José Andrés Serrano		JUNIO 2021	
		 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	



Norma	LEYENDA-FONTANERIA	
		Acoplado de la red
FF-21		Tubo de agua fría
FF-18		Llave general
FF-26		Válvula de retención
FF-25		Válvula reductora
FF-29		Grupo de presión
FF-23		Llave de paso
FF-19		Contador divisionario
FF-20		Batería de contadores
FF-17		Contador general

**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL
COLEGIO "Platero y Yo"**

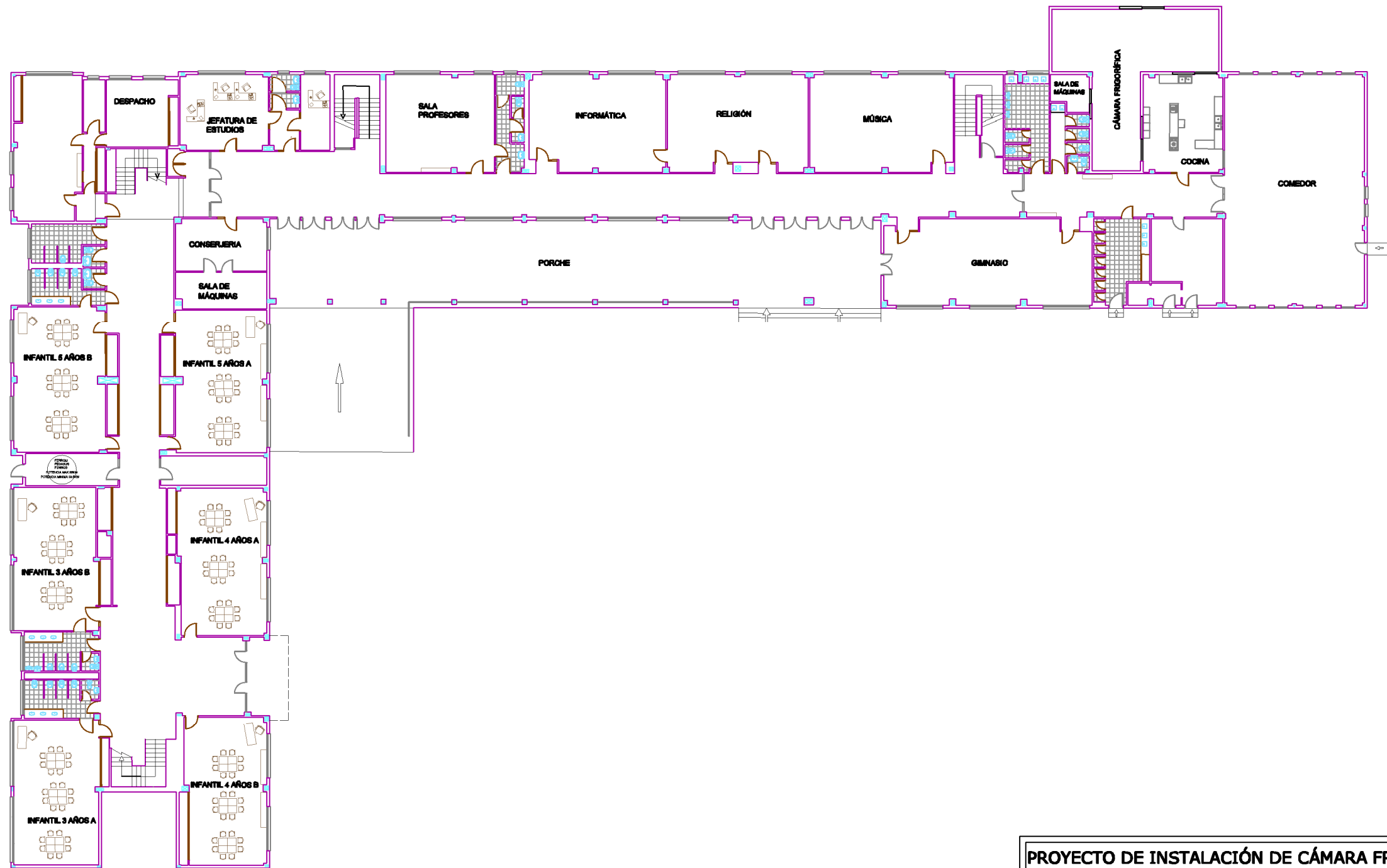
Emplazamiento TÉRMINO MUNICIPAL DE ALDAIA

Plano
INSTALACIÓN FRIGORÍFICA - PLANTA BAJA CON PARCELA

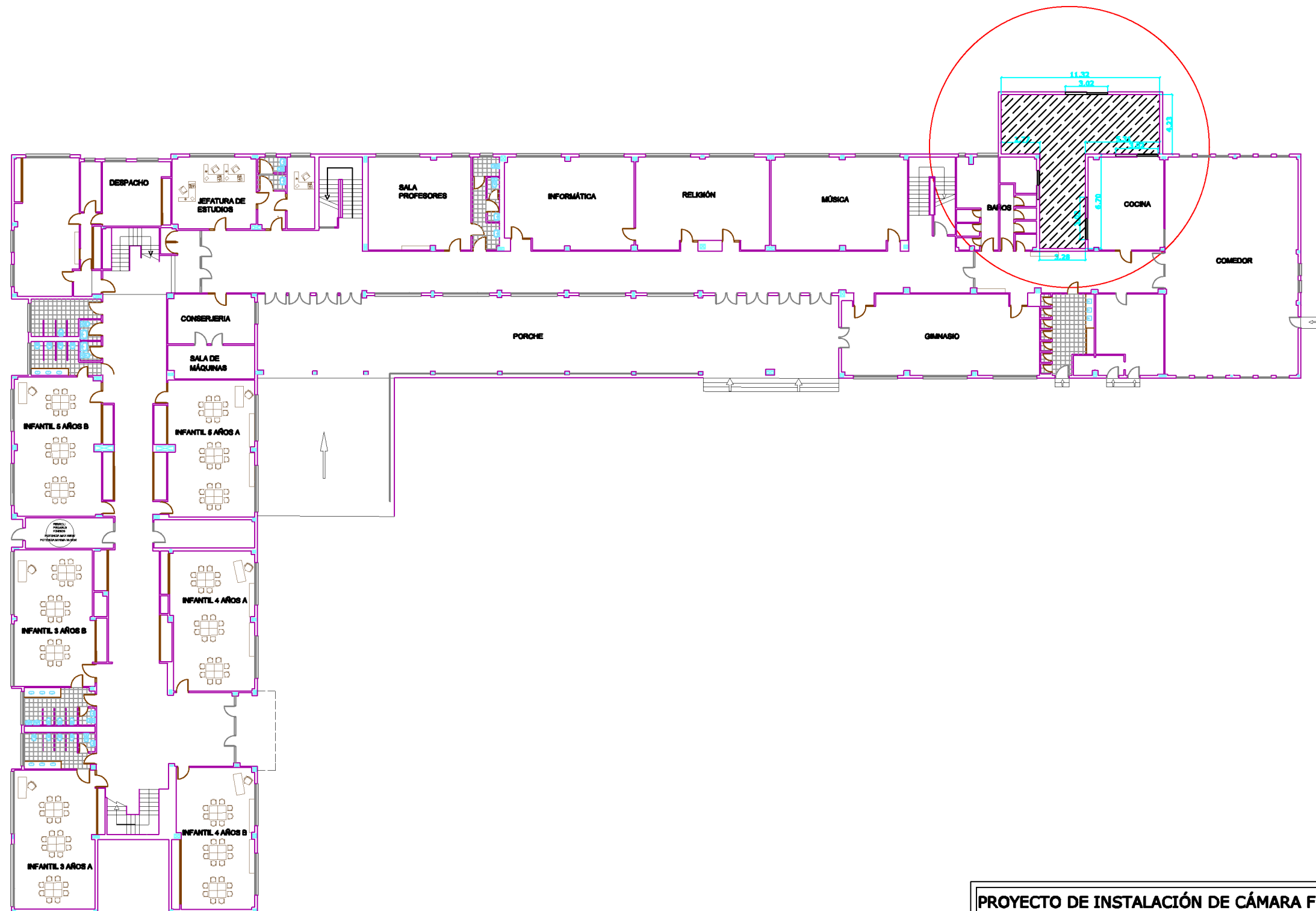
Nº de plano	03	Referencia	32	Escala	1/500
--------------------	-----------	-------------------	-----------	---------------	--------------

Dibujado Francisco José Andrés Serrano	Fecha JUNIO 2021
--	-----------------------------------






PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL COLEGIO "Platero y Yo"			
Emplazamiento		C/BERNABÉ SANCHIS, ALDAIA	
Plano		INSTALACIÓN FRIGORÍFICA - PLANTA BAJA	
Nº de plano	04	Referencia	32
Dibujado		Fecha	JUNIO 2021
Francisco José Andrés Serrano		Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	

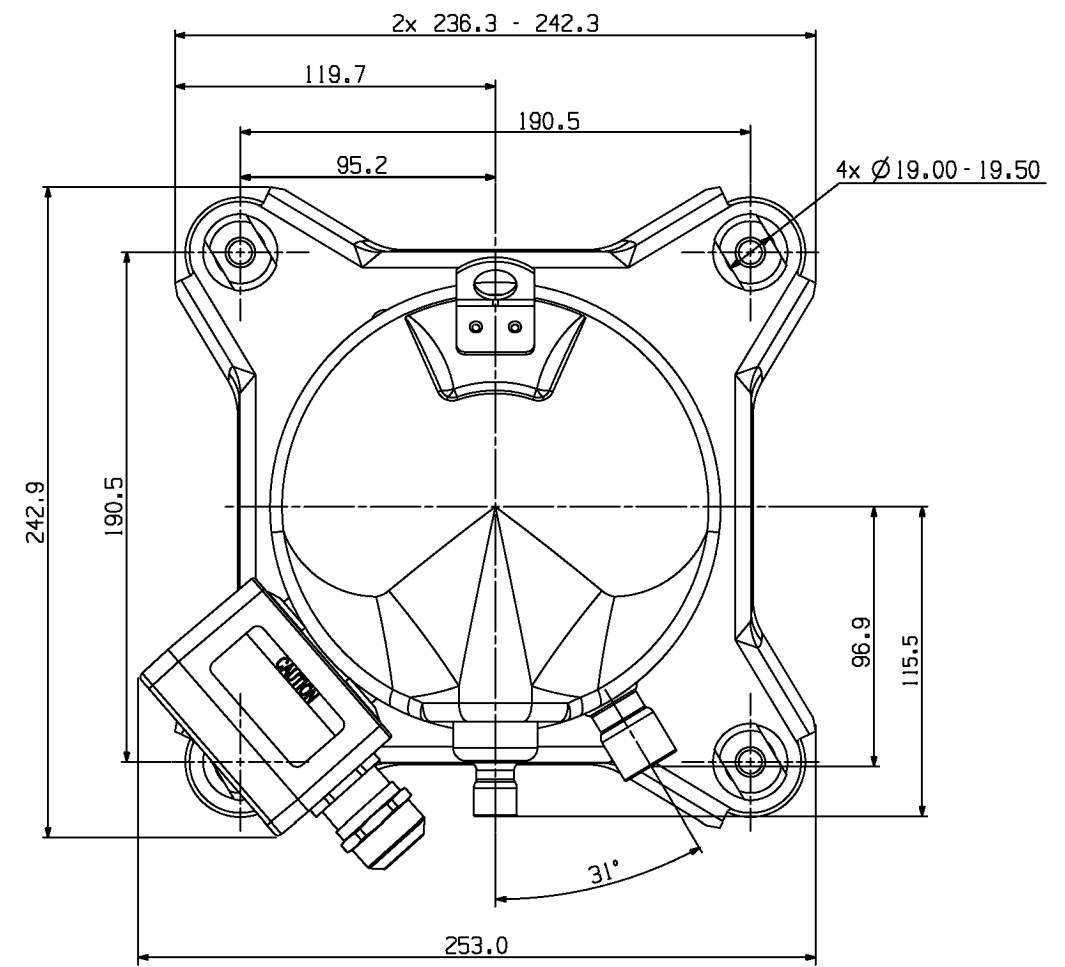
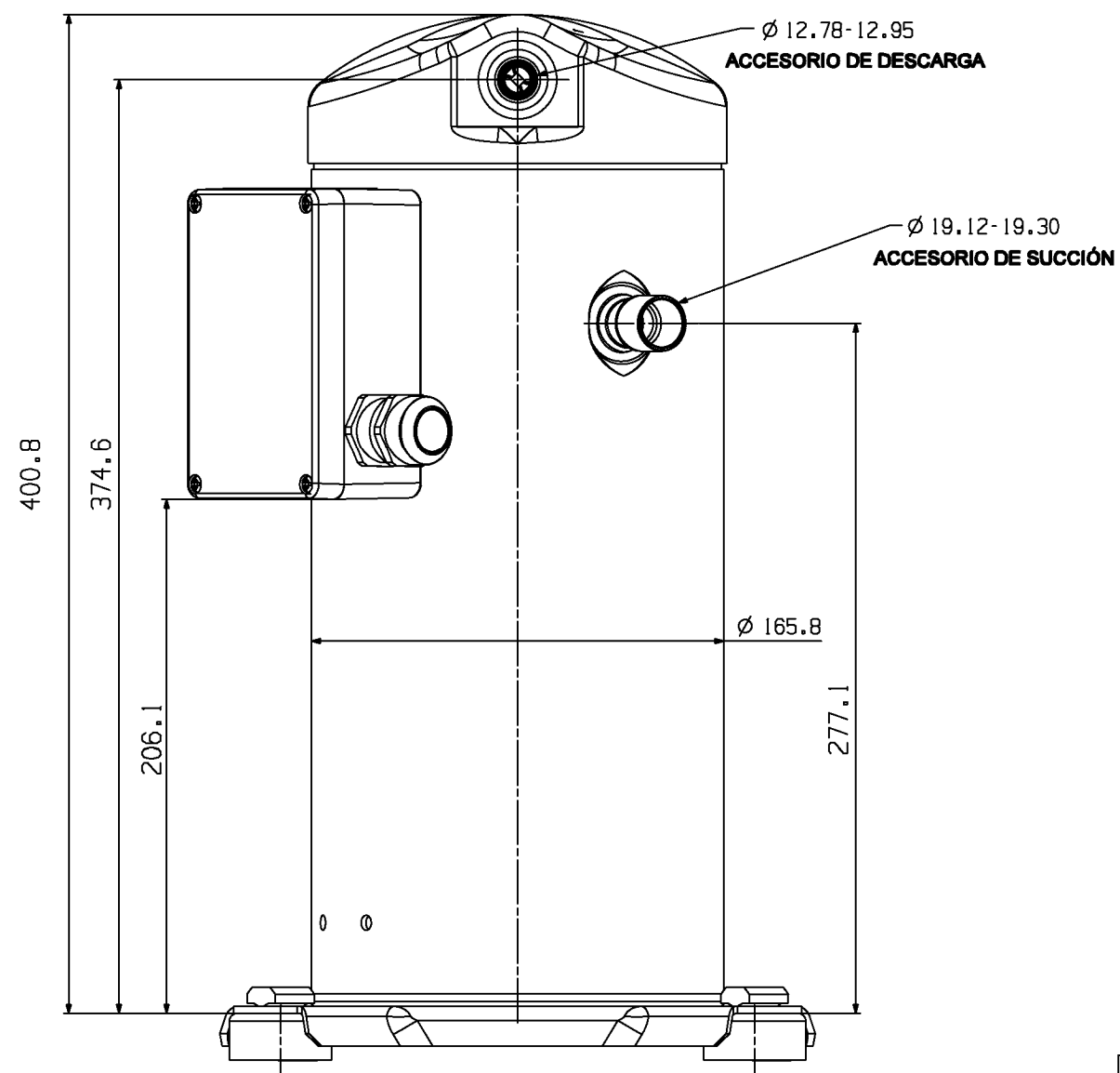


PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL COLEGIO "Platero y Yo"

Emplazamiento **C/BERNABÉ SANCHIS, ALDAIA**

Plano **INSTALACIÓN FRIGORÍFICA - COTAS Y SUPERFICIES**

Nº de plano	05	Referencia	32	Escala	1/200
Dibujado	Francisco José Andrés Serrano	Fecha	JUNIO 2021		



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL COLEGIO "Platero y Yo"

Empizamiento **C/BERNABÉ SANCHIS, ALDAIA**

Piano **INSTALACIÓN FRIGORÍFICA - COMPRESOR**

Nº de plano **06**

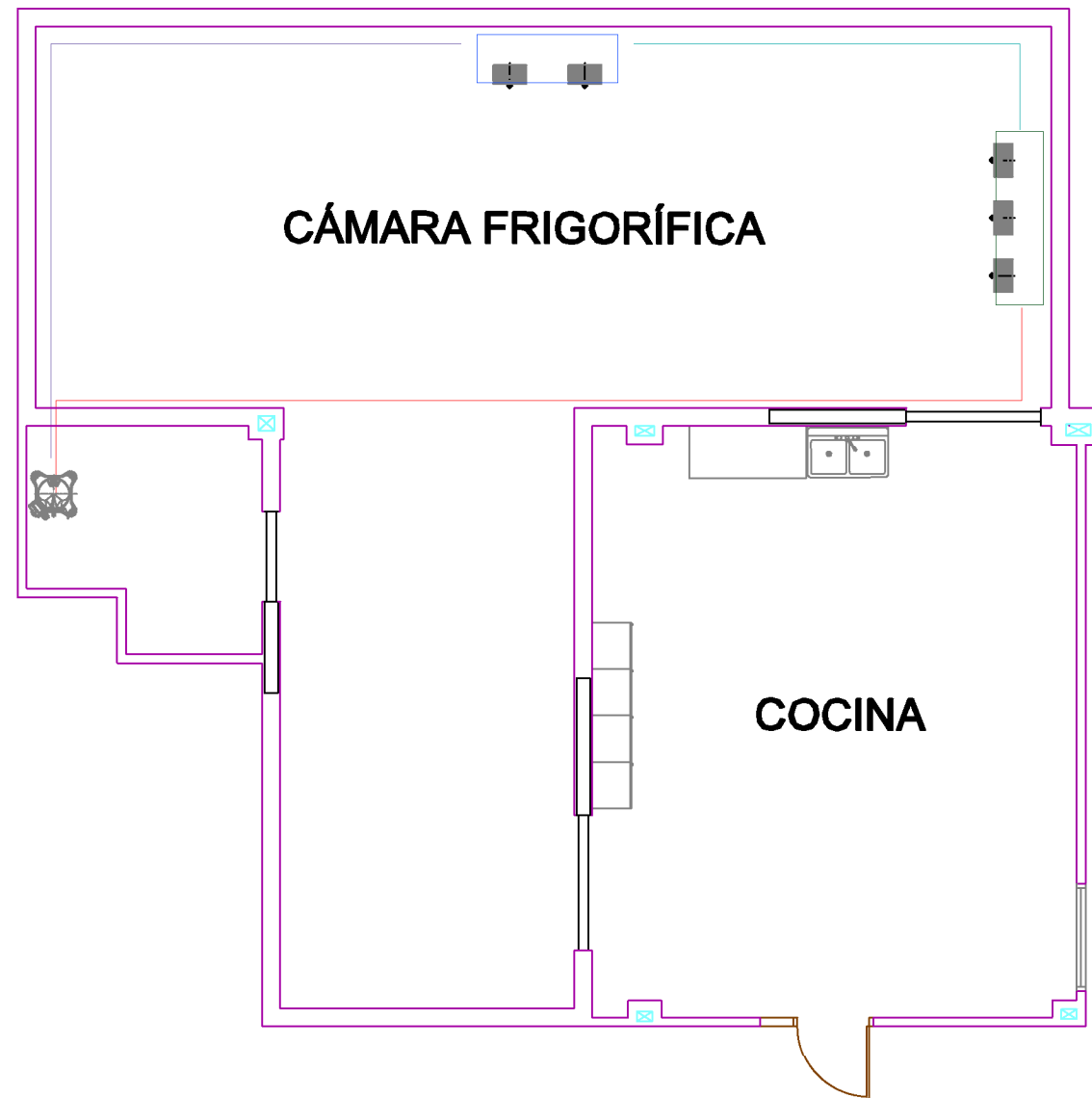
Referencia **32**

Escala **S/E**

Dibujado **Francisco José Andrés Serrano**

Fecha **JUNIO 2021**



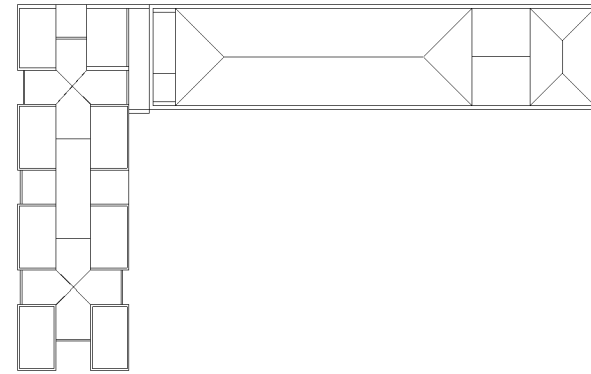


PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL COLEGIO "Platero y Yo"			
Emplazamiento		C/BERNABÉ SANCHIS, ALDAIA	
Plano		INSTALACIÓN FRIGORÍFICA - COMPONENTES	
Nº de plano	06	Referencia	32
		Escala	1/100
Francisco José Andrés Serrano		Fecha	JUNIO 2021
		 <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>	



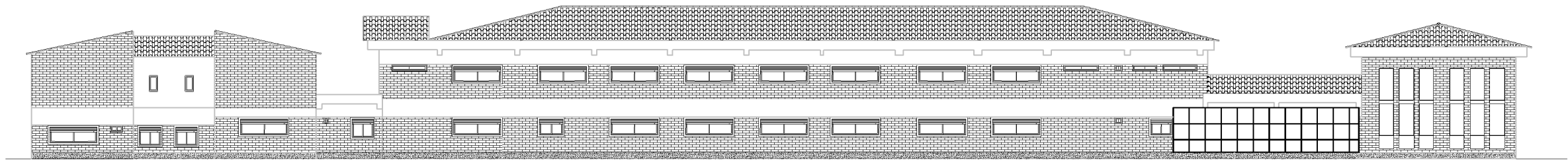
CALLE DISSABTE

AVENIDA BLASCO IBAÑEZ

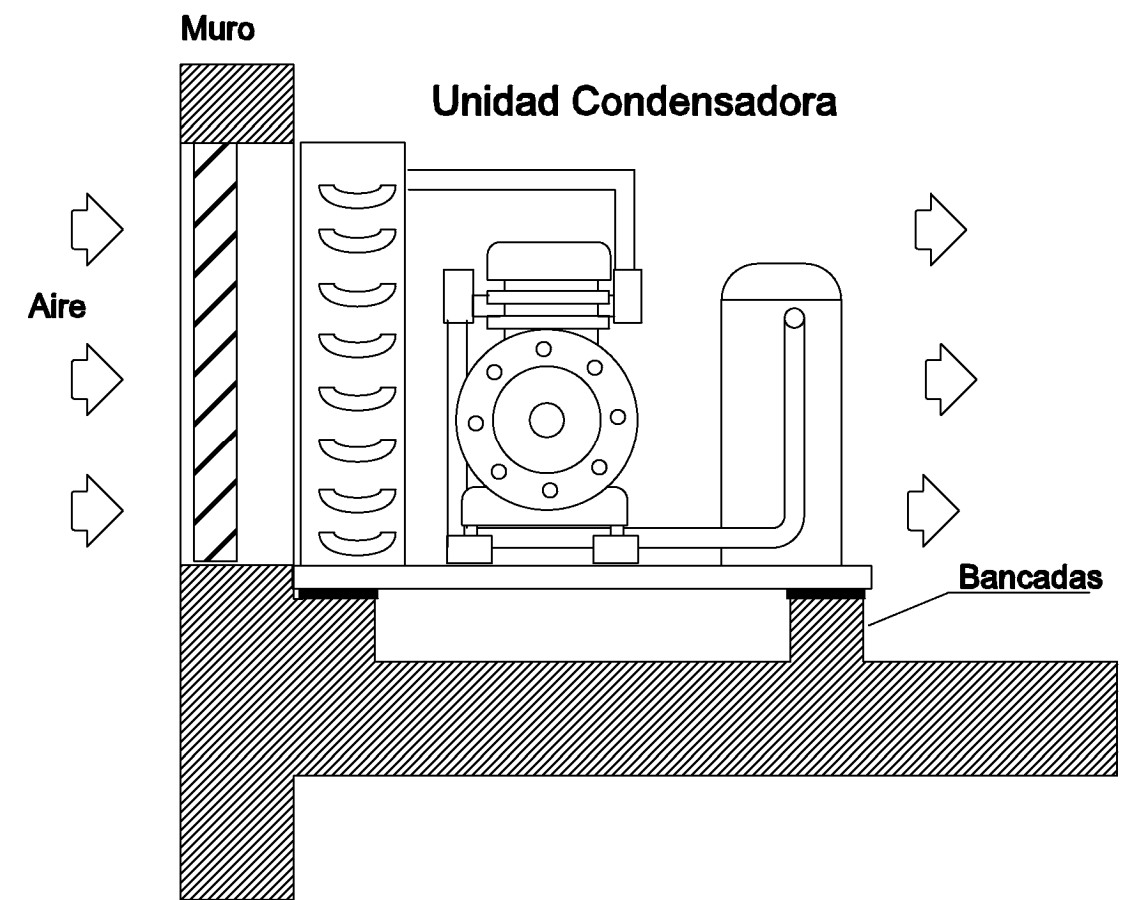
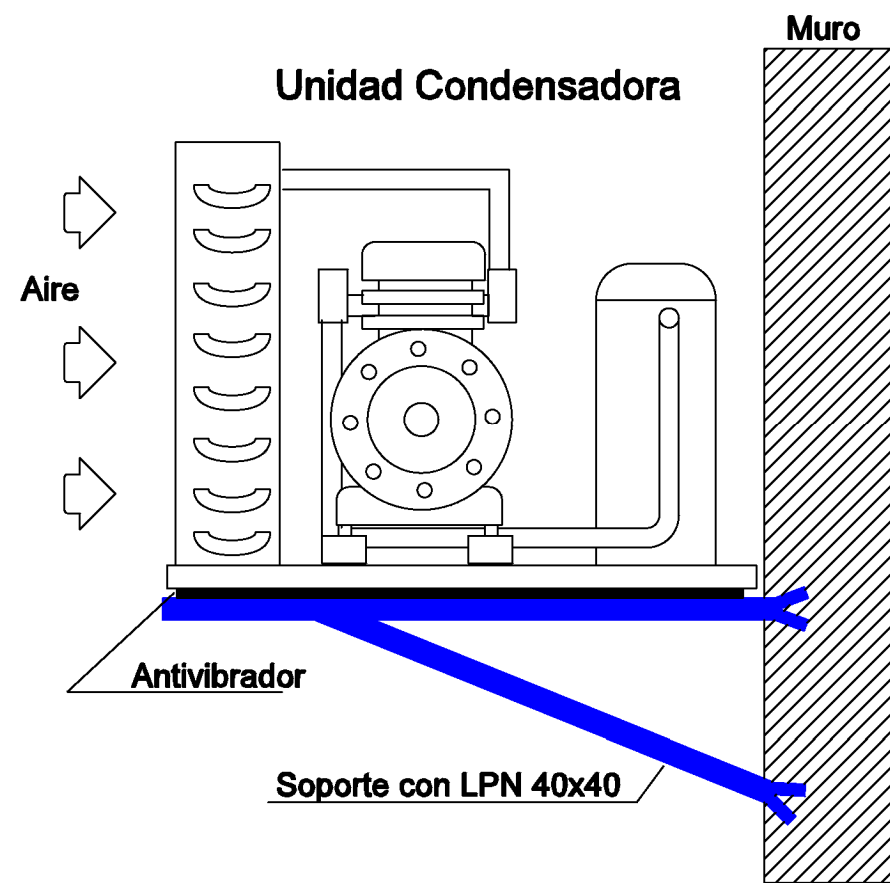


PLAZA EUROPA

CALLE BERNABÉ SANCHIS

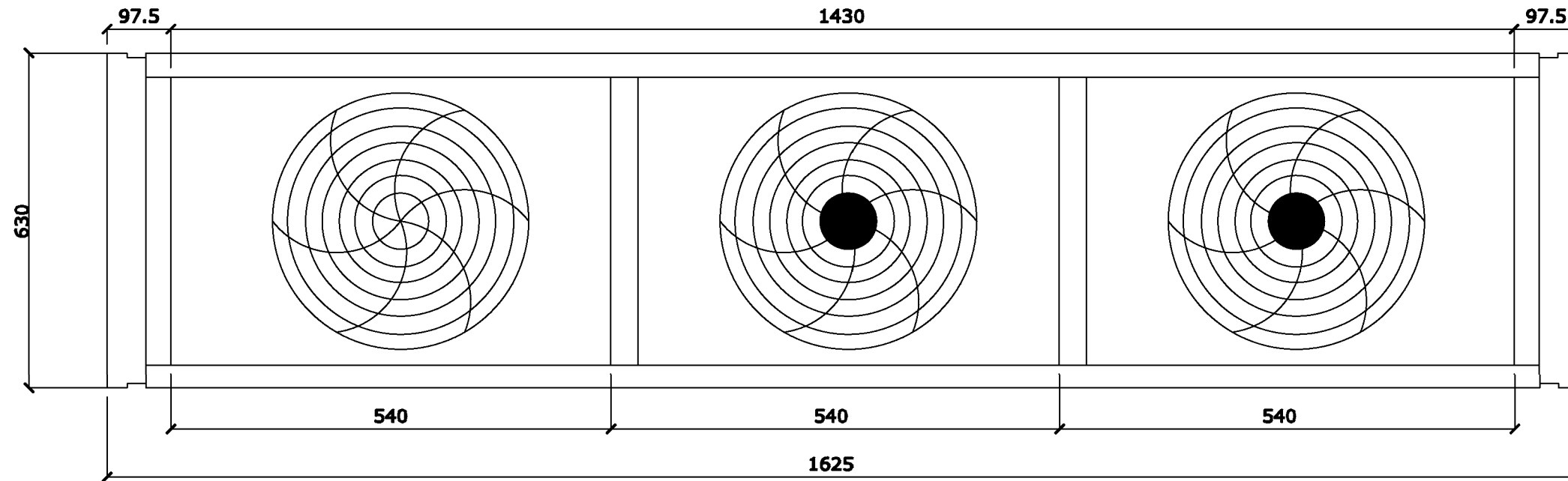


PROYECTO DE INSTALACION DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS DEL COLEGIO "Platano y Yo"			
Reglamento C/BERNABÉ SANCHIS, ALDAIA			
Plano ALZADO C/BLASCO IBAÑEZ, ALDAIA			
Hoja de plano	08	Hojas totales	32
Escala		1/100	
Elaborado por	Fecha		
Francisco José Andrés Serrano	JUNIO 2021		

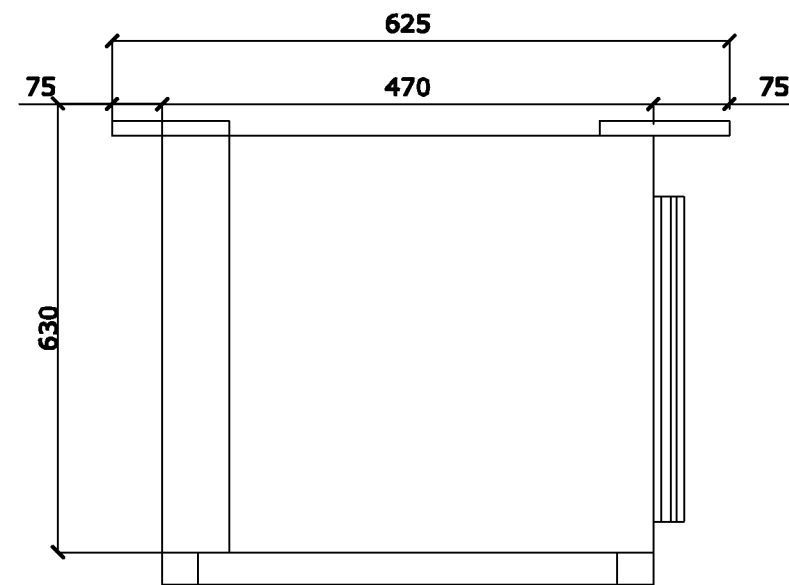


PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL COLEGIO "Platero y Yo"			
Emplazamiento		C/BERNABÉ SANCHIS, ALDAIA	
Plano		UNIDAD CONDENSADORA - CÁMARA FRIGORÍFICA	
Nº de plano	09	Referencia	-
Dibujado		Fecha	S/E
Francisco José Andrés Serrano		JUNIO 2021	

Unidad Evaporadora

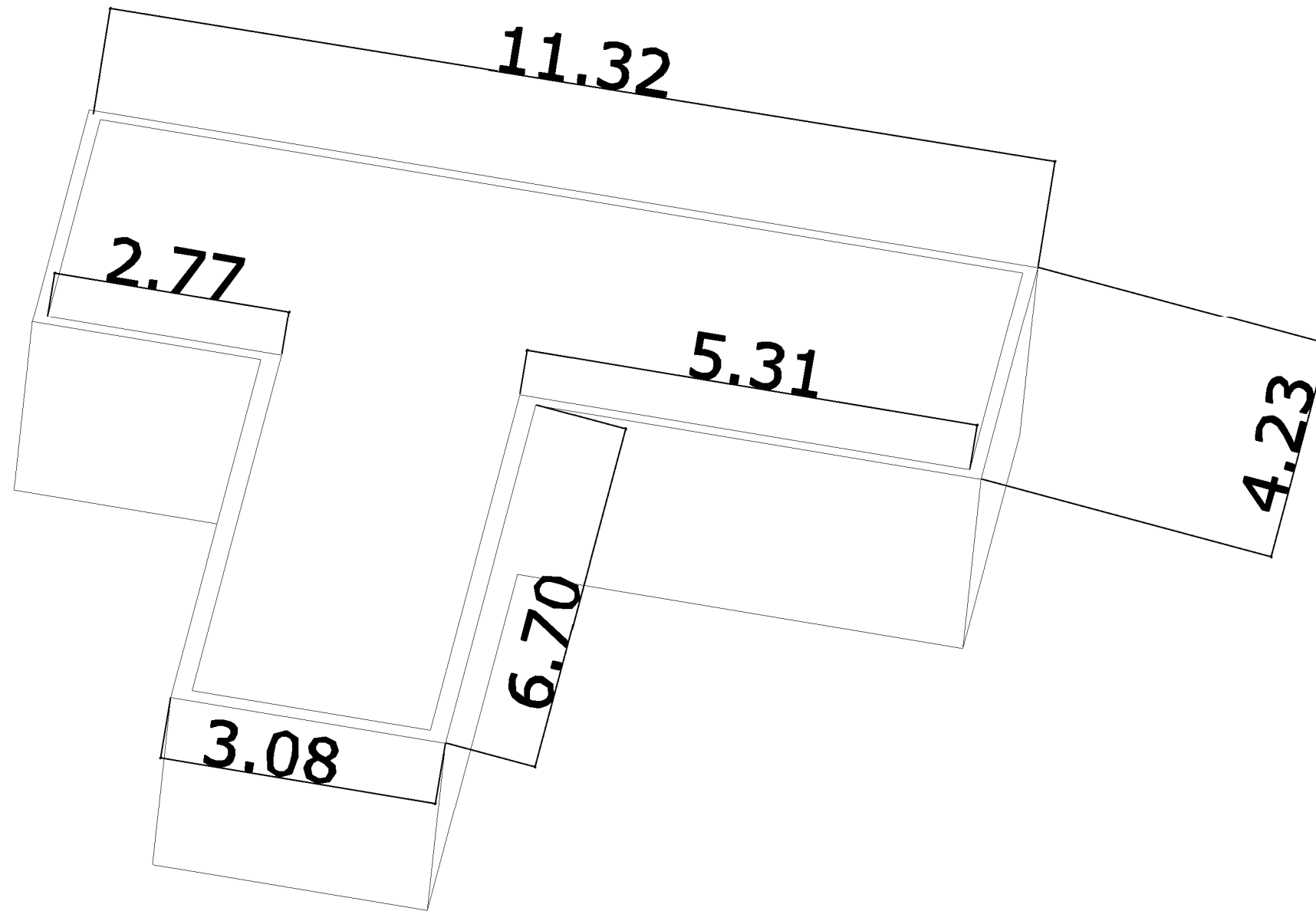


Vista Frontal

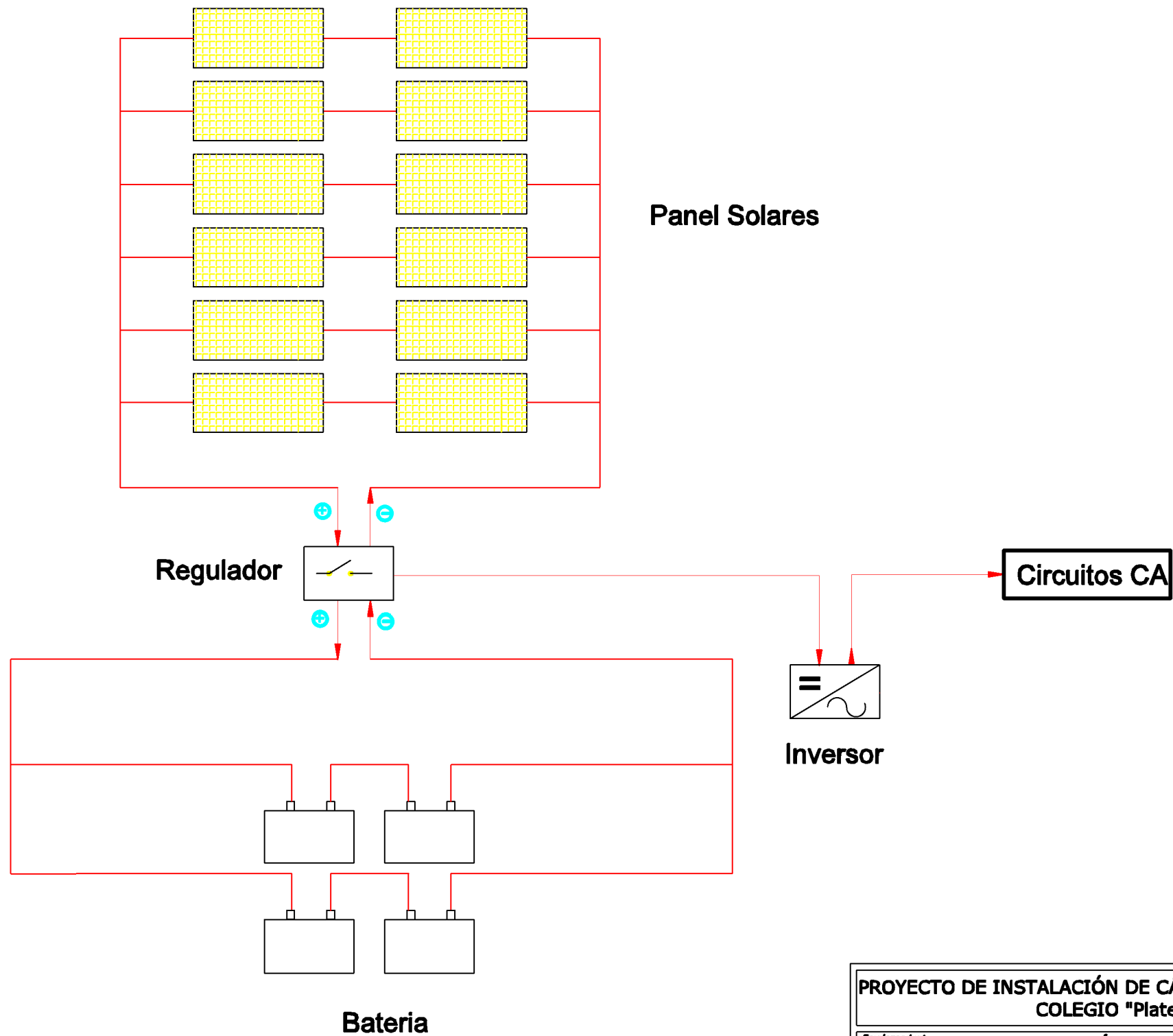



Vista Lateral

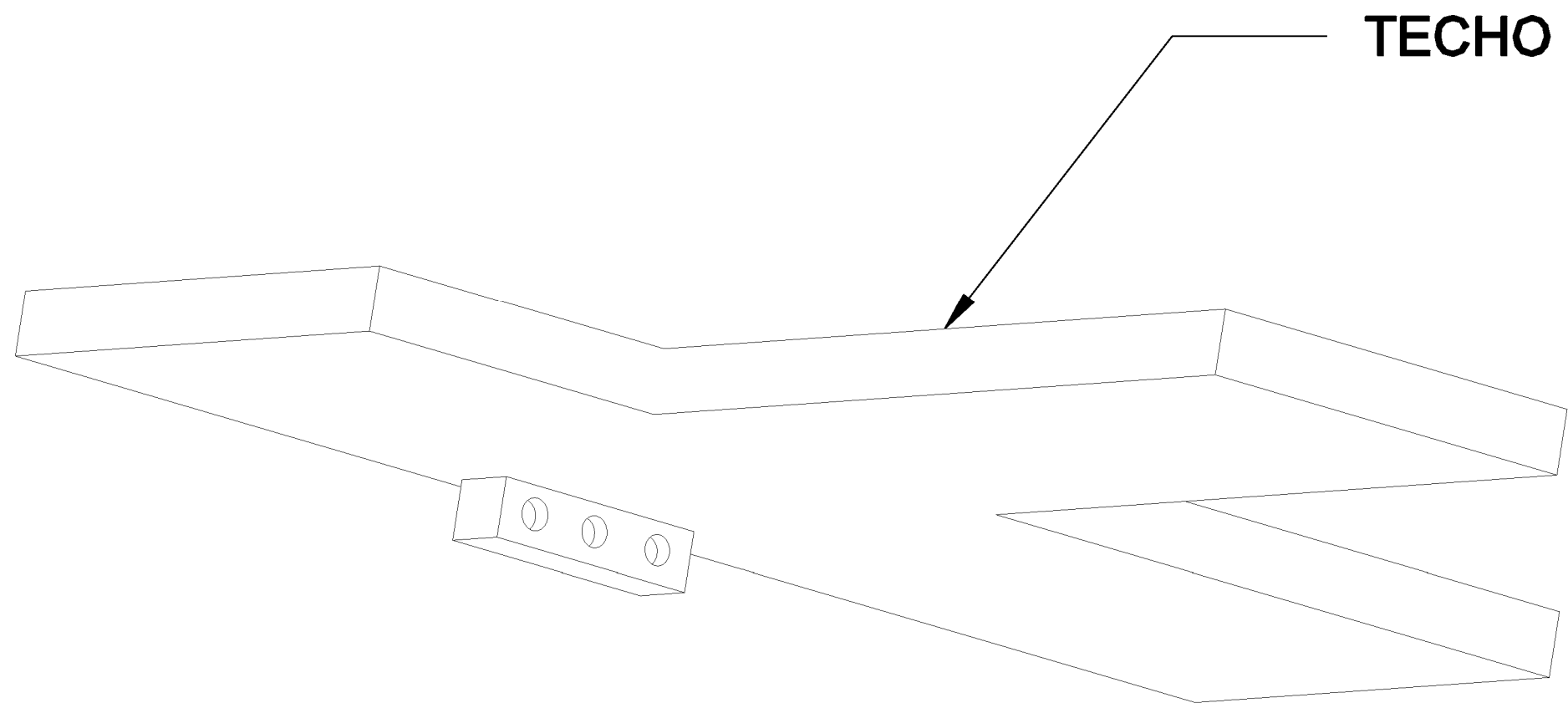
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL COLEGIO "Platero y Yo"			
Emplazamiento C/BERNABÉ SANCHIS, ALDAIA			
Plano UNIDAD EVAPORADORA - CÁMARA FRIGORÍFICA			
Nº de plano	10	Referencia	-
Dibujado Francisco José Andrés Serrano		Fecha JUNIO 2021	Escala S/E
			 <small>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</small>



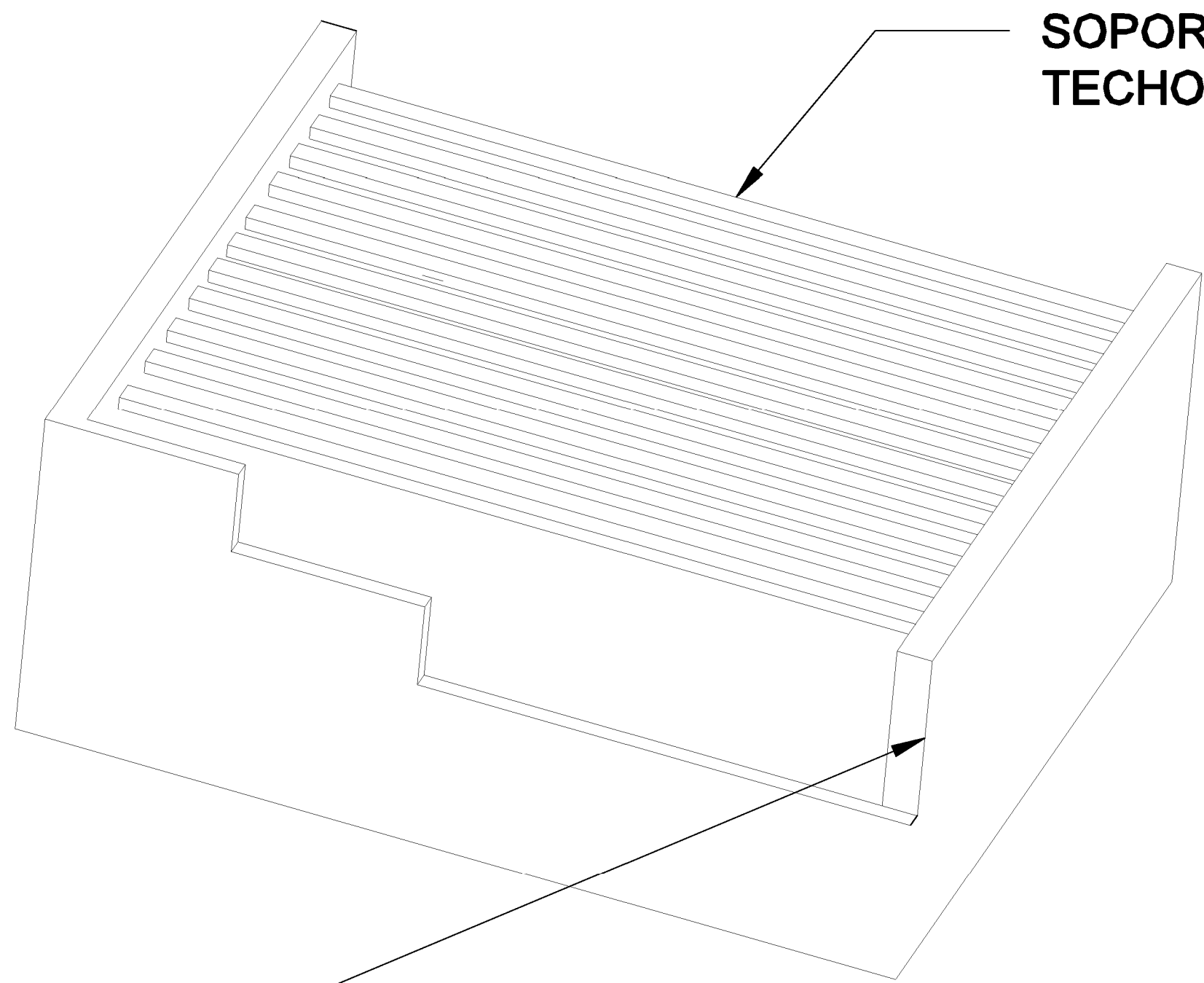
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL COLEGIO "Platero y Yo"			
Emplazamiento		C/BERNABÉ SANCHIS, ALDAIA	
Plano		PERFIL - CÁMARA FRIGORÍFICA	
Nº de plano	11	Referencia	-
Dibujado		Fecha	S/E
Francisco José Andrés Serrano		JUNIO 2021	
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño			



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL COLEGIO "Platero y Yo"			
Emplazamiento		C/BERNABÉ SANCHIS, ALDAIA	
Plano		AMPLIACION DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	
Nº de plano	12	Referencia	-
Dibujado		Fecha	S/E
Francisco José Andrés Serrano		JUNIO 2021	
			



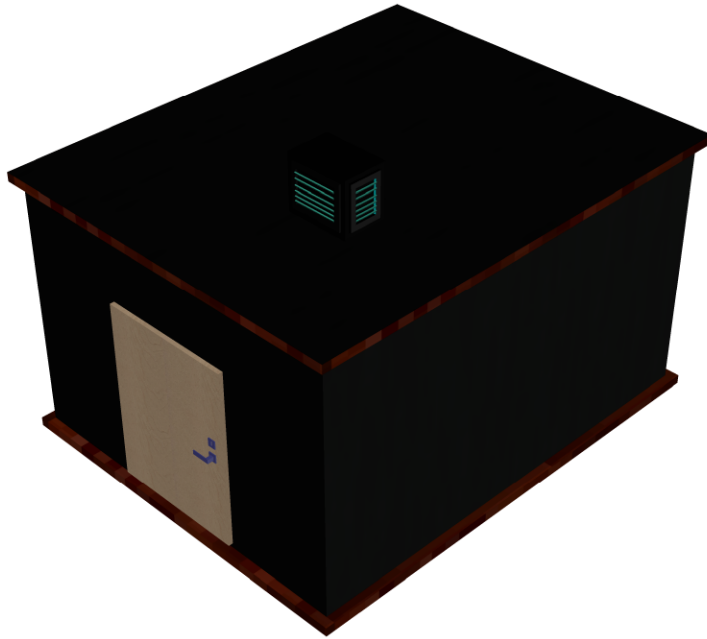
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL COLEGIO "Platero y Yo"			
Emplazamiento		C/BERNABÉ SANCHIS, ALDAIA	
Plano		TECHO - CÁMARA FRIGORÍFICA	
Nº de plano	13	Referencia	-
Dibujado		Fecha	
Francisco José Andrés Serrano		JUNIO 2021	
		 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	



**SOPORTE
TECHO**

PARED

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL COLEGIO "Platero y Yo"			
Emplazamiento		C/BERNABÉ SANCHIS, ALDAIA	
Plano		ESTRUCTURA - CÁMARA FRIGORÍFICA	
Nº de plano	14	Referencia	-
Dibujado	Francisco José Andrés Serrano	Fecha	JUNIO 2021
		Escala	S/E
		 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA EN EL COLEGIO "Platero y Yo"			
Empaquetado: C/BERNABÉ SANCHIS, ALDAIA			
Plano: INSTALACIÓN FRIGORÍFICA - COMPONENTES			
Nº de plano	07	Referencia	32
		Escala	1/100
Francisco José Andrés Serrano		Fecha	JUNIO 2021
			