

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

**ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL**



**DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA NAVE HORTOFRUTÍCOLA
DESTINADA AL ALMACENAMIENTO Y PROCESADO
DEL CAQUI (*DIOSPYROS KAKI* THUNB.) EN EL
MUNICIPIO DE ALGEMESÍ (VALENCIA)**

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y
DEL MEDIO RURAL**

ALUMNO: D. Luis Carbonell Zaragoza

**TUTOR: Prof. D. Carlos Manuel Ferrer Gisbert
COTUTORA: Prof. Dña. Aurea Cecilia Gallego Salguero**

**Curso académico: 2016/2017
Valencia, 28 de julio de 2017**





DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA NAVE HORTOFRUTÍCOLA DESTINADA AL ALMACENAMIENTO Y PROCESADO DEL CAQUI (*DIOSPYROS KAKI THUNB.*) EN EL MUNICIPIO DE ALGEMESÍ (VALENCIA)

Autor: D. Luis Carbonell Zaragoza

Tutor: Prof. D. Carlos Manuel Ferrer Gisbert

Cotutora: Prof. Dña. Aurea Cecilia Gallego Salguero

Valencia, 28 de julio de 2017

Resumen:

El presente trabajo final de grado ha sido realizado dentro de la iniciativa de la ETSEAMN para promover la realización de trabajos orientados hacia los proyectos de ingeniería rural.

El proyecto desarrolla la ampliación de las instalaciones de la Cooperativa Agrícola de Algemesí COPAL, concretamente el diseño de un almacén con cámaras frigoríficas y de atmosfera controlada especialmente diseñadas para la conservación y el tratamiento de la producción del caqui de la cooperativa.

La nave incluye zona de recepción y expedición de mercancía, zona de almacenamiento refrigerado, espacio para oficinas y espacio para vestuarios y aseos del personal.

Se ha procedido al cálculo y dimensionamiento de la estructura de acero con una superficie de 800 m² junto con las instalaciones de saneamiento, las de fontanería y las instalaciones frigoríficas.

Palabras clave:

Construcción, cercha acero, caqui, central hortofrutícola

Construcció, cintra acer, caqui, central hortofrutícola



DESIGN AND CALCULATION OF A HORTICULTURAL WAREHOUSE FOR THE STORAGE AND PROCESSING OF KAKI (*DIOSPYROS KAKI* THUNB.) IN THE MUNICIPALITY OF ALGEMESÍ (VALENCIA)

Author: Mr. Luis Carbonell Zaragoza

Tutor: Prof. Mr. Carlos Manuel Ferrer Gisbert

Cotutor: Prof. Mrs. Aurea Cecilia Gallego Salguero

Valencia, 28th of July of 2017

Synopsis:

The present final year project has been carried out within the initiative of ETSEAMN to promote the realization of projects oriented to rural engineering projects.

The project develops the expansion of the facilities of the Agricultural Cooperative of Algemesí COPAL, namely the design of a warehouse with coldrooms and controlled atmosphere, specially designed for the conservation and treatment of the production of the persimmon of the cooperative.

The warehouse includes reception and shipping area, refrigerated storage area, office space and space for changing rooms and toilets.

The steel structure, with an area of 800 m², has been calculated and dimensioned sanitation, plumbing and refrigeration installations.

Keywords:

Structure, steel, kaki

ÍNDICE GENERAL

- I. DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA
- II. DOCUMENTO Nº 1: ANEJOS A LA MEMORIA
 - a. Anejo Nº 1: Legislación y normativas
 - b. Anejo Nº 2: Construcción
 - c. Anejo Nº 3: Instalación de fontanería
 - d. Anejo Nº 4: Instalación de saneamiento
- III. DOCUMENTO Nº 2: PLANOS
 - a. Plano Nº 1: Situación
 - b. Plano Nº 2: Emplazamiento
 - c. Plano Nº 3: Distribución
 - d. Plano Nº 4: Cotas y superficies
 - e. Plano Nº 5: Alzados y sección
 - f. Plano Nº 6: Instalación fontanería
- IV. DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

ÍNDICE

1.	Antecedentes	4
2.	Objeto del proyecto	5
3.	Emplazamiento de la parcela y sus comunicaciones	6
3.1.	Descripción de la parcela y de las edificaciones	6
3.2.	Distribución de superficies	8
3.3.	Comunicaciones desde la Cooperativa de Algemesí.....	8
4.	Consideraciones sobre la materia prima.....	9
4.1.	Daños en la conservación de la fruta	9
4.1.1.	Características generales.....	9
4.1.2.	Alteraciones mecánicas.....	10
4.1.3.	Daños por inadecuada atmósfera	10
4.1.4.	Daños por el frío.....	10
4.2.	Tecnología poscosecha del caqui.	11
4.2.1.	Eliminación de la astringencia.....	11
4.2.2.	Tratamientos para el control del frío	12
5.	Maquinaria de transporte considerada	13
6.	Descripción de las obras que se proyectan.....	14
6.1.	Descripción de la nave	14
6.2.	Descripción de la estructura	15
6.2.1.	Justificación de los materiales.....	15
6.2.2.	Justificación de la tipología de la nave	16
6.2.3.	Descripción de las cerchas	16
6.2.4.	Descripción correas	17
6.2.5.	Descripción de los pilares.....	17
6.3.	Descripción de las cubiertas.....	17
6.3.1.	Justificación de las cubiertas	17
6.4.	Descripción de los cerramientos	18
6.4.1.	Justificación de los cerramientos	18
6.4.2.	Cerramientos exteriores.....	18
6.4.3.	Cerramientos tabiquería	18
6.5.	Descripción soleras, solados y alicatados	19

6.6.	Descripción carpintería	20
6.6.1.	Carpintería exterior	20
6.6.2.	Carpintería interior	20
6.7.	Consideraciones materiales empleados.....	20
7.	Descripción de las instalaciones que se proyectan	21
7.1.	Instalación de saneamiento	21
7.1.1.	Consideraciones generales.....	21
7.1.2.	Elementos fundamentales de las redes de evacuación	22
7.1.3.	Red de evacuación de aguas pluviales	22
7.1.4.	Red de evacuación de aguas negras.....	23
7.1.5.	Red de evacuación de aguas residuales	23
7.2.	Instalación de fontanería	23
7.2.1.	Consideraciones generales.....	23
7.2.2.	Red de distribución de agua fría	25
7.2.3.	Red de distribución de agua caliente sanitaria	26
8.	Descripción de la instalación frigorífica y de desastringencia.....	26
8.1.	Consideraciones generales.....	26
8.2.	Descripción de la sala de máquinas	27
8.2.1.	Puertas y aberturas	28
8.2.2.	Ventilación.....	28
8.2.3.	Requisitos de seguridad	29
8.3.	Descripción de las cámaras	29
8.3.1.	Consideraciones en seguridad	30
8.3.2.	Cerramientos.....	31
8.3.3.	Puertas	32
8.3.4.	Solera.....	32
8.3.5.	Sistema equilibrador de presión	33
8.4.	Descripción del sistema de refrigeración	33
8.4.1.	Refrigerante.....	33
8.4.2.	Compresor seleccionado	34
8.4.3.	Condensador seleccionado	34
8.4.4.	Evaporador seleccionado	34
8.4.5.	Sistema de descarche seleccionado	35
8.5.	Descripción del sistema de generación de calor	35

8.6.	Ciclo del circuito de refrigeración para una cámara	36
9.	Resumen general del presupuesto.....	37
9.1.	Presupuesto de ejecución material.....	37
9.2.	Presupuesto de ejecución por contrata.....	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Cartografía catastral.....	6
Figura 2:	Vista aérea de las instalaciones de la cooperativa de Algemés COPAL	7
Figura 3:	Detalle de la parcela del proyecto.....	7
Figura 4:	Mapa de accesos	9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Producciones estimadas del caqui	4
Tabla 2:	Superficie de la parcela afectada	8
Tabla 3:	Distribución de la superficie de la nave.....	8
Tabla 4:	Resumen instalación saneamiento: red de aguas pluviales.....	22
Tabla 5:	Resumen instalación saneamiento: red de aguas negras	23
Tabla 6:	Resumen instalación saneamiento: red de aguas residuales.....	23
Tabla 7:	Dimensiones de las tuberías de la red agua fría.....	25
Tabla 8:	Dimensiones de las tuberías de la red ACS.....	26
Tabla 9:	Dimensiones de la sala de máquinas de la nave	28
Tabla 10:	Dimensiones de las cámaras de la nave	30

1. Antecedentes

El desarrollo del cultivo y comercialización del caqui en la Comunidad Valenciana, especialmente en la Ribera del Xúquer, ha adquirido una importancia y volumen de gran impacto económico. Su éxito reside en la combinación entre el trabajo de las cooperativas agrícolas y la inversión en proyectos de I+D adecuados.

Los estudios de los procesos de desastringencia y poscosecha han sido básicos en el desarrollo de la transformación comercial del caqui rojo brillante al caqui D.O Persimon, al permitir comercializar frutos con mayor resistencia y sin la astringencia. Lo que ha supuesto la clave del éxito del cultivo del caqui en la Comunidad Valenciana.

Las cifras de producción son todo un indicador (véase Tabla 1)

Año	Producción (tn)
1995	1.000
2014	22.000
2020	645.000

Tabla 1: Producciones estimadas del caqui

Actualmente se estiman en la Ribera del Xúquer 8,2 millones de árboles y 13.700 ha de cultivo.

Este importantísimo crecimiento de la producción expone un gran reto a nuestro campo. Plantea que las actuales cooperativas y demás empresas relacionadas con este producto deberían coordinarse para realizar programas de poscosecha, manteniendo una adecuada cadena de conservación y tratamiento de la astringencia, que permita prolongar la campaña de esta fruta con la calidad deseable.

La investigación en la mejora de la conservación y de las características organolépticas del caqui son básicas para el éxito de este cultivo. Como también lo es, la necesidad de un gran desarrollo de los aspectos comerciales y de ampliación de mercados.

La poscosecha del caqui se enfrenta a dos retos importantes:

- Una campaña de recolección relativamente corta (durante los tres meses de otoño) y que a su vez coincide en parte con la de los cítricos y
- El importante crecimiento del volumen de la producción que provoca grandes retos logísticos, sobre todo en lo referente a las cámaras frigoríficas y a las de atmósfera controlada.

Dimensionar las instalaciones, hacerlas polivalentes y modulares puede ayudar a una gestión de la campaña más eficiente.

La finalidad del presente proyecto es complementar los estudios y obtener el título de Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural. También existe una motivación

personal, para complementar mi formación, en tratar la temática de las cámaras refrigeradas debido a la importancia de esta tecnología en la gestión poscosecha.

Se ha decidido el tema del dimensionamiento de una nave almacén, centrada en el área de la conservación refrigerada y de los tratamientos en atmósfera controlada del caqui, para solventar la problemática logística que pueda presentar una cooperativa como la de Algemesí.

2. Objeto del proyecto

El objeto del presente Trabajo Fin de Grado es el dimensionado y cálculo de un almacén hortofrutícola con sus diferentes dependencias; zona de carga y descarga, zona de cámaras de conservación, zona de oficinas y zona de vestuarios y baños. También se han diseñado las instalaciones de cámaras frigoríficas, de la red eléctrica y de la red de fontanería y saneamiento.

El proyecto se plantea como una ampliación de las instalaciones de la Cooperativa Agrícola de Algemesí COPAL, diseñadas para la conservación y el tratamiento de la producción del caqui de esta cooperativa.

Debido al limitado número de créditos destinados al Trabajo Fin de Grado en este plan de estudios, no se puede profundizar ni llegar a alcanzar toda la extensión que requeriría un proyecto de ingeniería. Debido a esto, en el presente proyecto no se ha contemplado la ejecución de la instalación contra incendios, el documento 3 de Pliego de condiciones, los planes económicos estáticos ni dinámicos, ni el plan de Seguridad y Salud, por no considerarse objeto del mismo.

3. Emplazamiento de la parcela y sus comunicaciones

3.1. Descripción de la parcela y de las edificaciones

El proyecto se concibe como una ampliación de las instalaciones de la Cooperativa Agrícola de Algemés. Su referencia catastral es 0624101YJ2402S0001PA. Tiene una superficie total de 111.378 m² y una superficie construida de 60.746 m² (Figura 1).

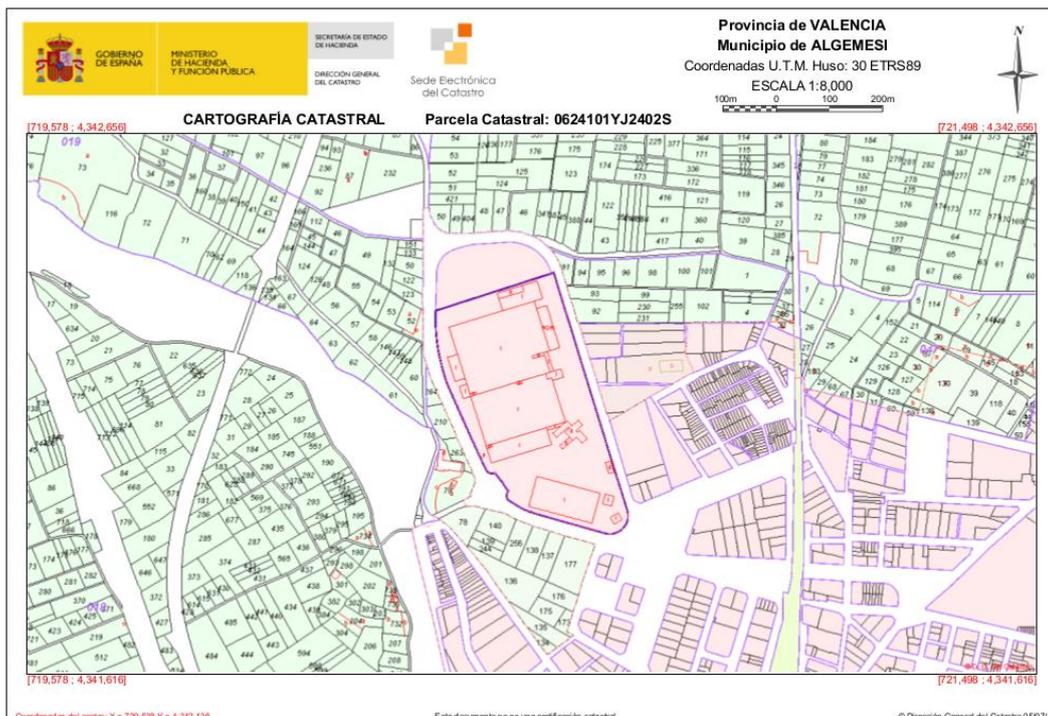


Figura 1: Cartografía catastral

La parcela, a parte de los almacenes y del área de procesamiento hortofrutícola, presenta áreas de aparcamiento, tienda, cantina y oficinas centrales.

La nueva construcción se situará en la parte norte de la parcela, zona libre de construcciones y que permite la ampliación del complejo para nuevas necesidades. (Figura 2 y Figura 3)

La parcela ya cuenta con los servicios urbanísticos necesarios como:

- Suministro de agua potable, energía eléctrica y telefonía.
- Evacuación de aguas residuales a la red municipal de saneamiento.
- Recogida de residuos en contenedores de superficie.
- Acceso rodado por vía pública.



Mapa base del Institut Cartogràfic Valencià



Figura 2: Vista aérea de las instalaciones de la cooperativa de Algemés COPAL



Mapa base del Institut Cartogràfic Valencià

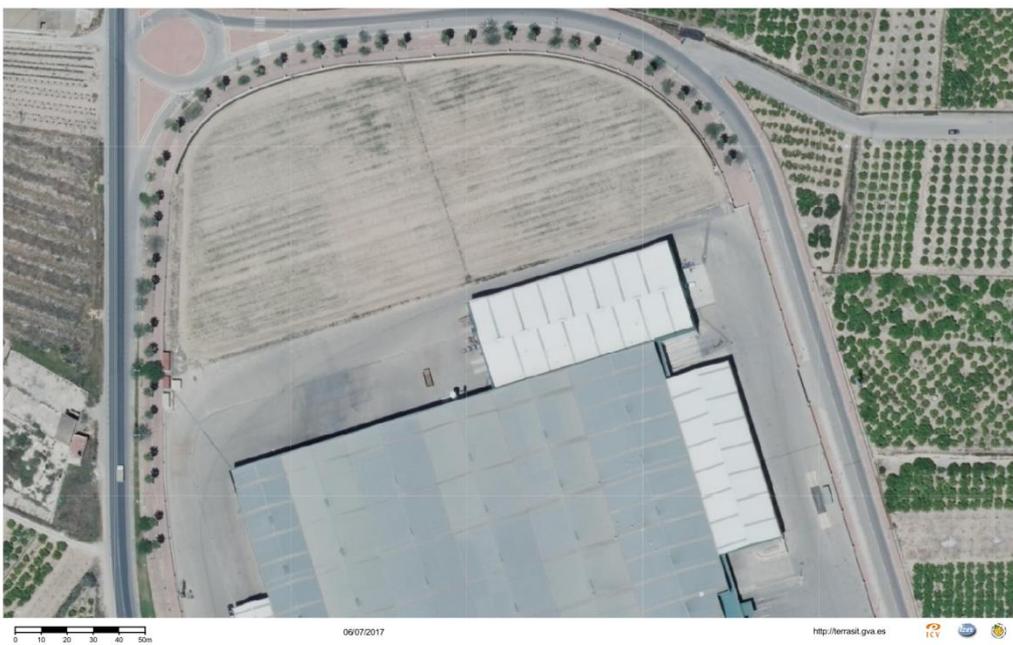


Figura 3: Detalle de la parcela del proyecto

3.2. Distribución de superficies

El terreno donde se proyecta la zona de cámaras de conservación y tratamiento consta de las siguientes superficies (véase Tabla 2).

ÁREA	METROS LINEALES	M ²
Área disponible	35 x 105	3.675
Zona verde y seguridad	3 x 55	165
Área proyecto	16 x 50	800
Área reserva ampliaciones	35 x 50	1.750

Tabla 2: Superficie de la parcela afectada

El edificio que se proyecta comprende los siguientes espacios. (véase Tabla 3)

ÁREA	m ²
Oficina auxiliar	15,52
Aseo y vestuario	19,58
Sala maquinas	39,22
Cámaras	400
Pasillos	360
Total	307,26

Tabla 3: Distribución de la superficie de la nave

3.3. Comunicaciones desde la Cooperativa de Algemés.

La cooperativa se sitúa en una parcela junto a la carretera de circunvalación del pueblo de Algemés. Coordenadas 39.202304, -0.447244.

Se tiene un fácil acceso a la A-7 autovía del Mediterráneo o la paralela AP-7 autopista del Mediterráneo. Véase mapa adjunto fig. 6.

El acceso a la A7 se realiza por la carretera CV 525 en dirección a Alginet (9 Km). El acceso a la AP-7 se realiza por la carretera de circunvalación CV 42, situándose la autopista de peaje junto a la población (5 Km).

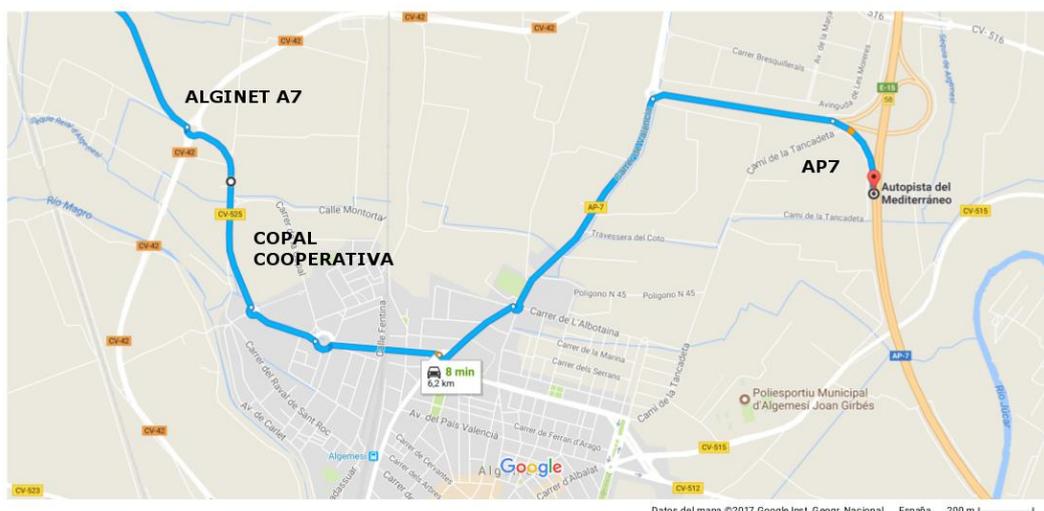


Figura 4: Mapa de accesos

4. Consideraciones sobre la materia prima

Las características del cultivo del caqui (*Diospyros kaki* Thunb), de un corto periodo de recolección y un importante incremento de la producción, nos enfrenta al reto de la mejora del proceso poscosecha. Los principales problemas a considerar son mejorar:

- Los procesos de desastringencia
- Las condiciones de conservación en frío para reducir daños en la fruta
- Los tratamientos pre- y poscosecha
- Las operaciones de confección para evitar daños al fruto
- La comercialización y prolongación de su periodo de mercado

4.1. Daños en la conservación de la fruta

4.1.1. Características generales.

Los daños causados en el caqui los podemos dividir en precosecha y poscosecha. Las alteraciones asociadas al cultivo y a factores climáticos no van a ser consideradas en el presente estudio, dedicándonos a los factores post recolecta que van a tener un impacto importante en los procesos de conservación en frío y desastringencia.

4.1.2. Alteraciones mecánicas.

Los golpes que puede sufrir la fruta desde que se recolecta en el árbol, en su transporte, en su vaciado en líneas de selección, en el cepillado, etc. pueden alterar la coloración y su consistencia; alteraciones que llevan a disminuir su valor comercial. Así mismo inciden en los procesos de conservación y eliminación de la astringencia dificultándolos.

La intensidad del daño, especialmente si se golpean alteran la coloración de la piel y posteriormente la pulpa (pardeamiento y mancha rosada). Este daño se agrava al exponer el fruto al frío en el proceso de conservación.

Las operaciones de confección del caqui requieren una especial formación, iniciándose en la recolección manual, transporte acolchado, cuidadoso volcado y deslizamiento por las líneas de confección. Considerar estos factores es importante para obtener un fruto en condiciones idóneas para su conservación en frío y para la eliminación de la astringencia.

Se recomienda realizar la confección del producto y su adecuado embalaje antes de aplicar el tratamiento de CO₂.

4.1.3. Daños por inadecuada atmósfera

Pardeamiento por sobre-exposición a CO₂. El alargamiento excesivo del tiempo de exposición a CO₂ para eliminar la astringencia, así como la concentración del gas y su homogénea distribución son factores a considerar en este proceso. Deben ser todos ellos considerados en el diseño y funcionamiento de las cámaras para evitar alteraciones organolépticas que alteren la calidad del producto.

Pardeamiento por exposición prolongada a atmósfera bajas en O₂. La conservación del caqui en relación a su atmósfera es variable según el tipo de fruto. El caqui "Rojo Brillante" puede presentar alteraciones internas y posterior pardeamiento, asociado a la conservación en frío con atmósferas bajas en oxígeno.

4.1.4. Daños por el frío

Los daños por el frío dependen de la temperatura y del tiempo de exposición. Las alteraciones aparecen cuando se expone a temperaturas por debajo del umbral crítico (8-11^oC) y la exposición se prolonga en el tiempo. Los daños se manifiestan por ablandamiento, gelificación, gomosidad y nodulación de la pulpa. Posteriormente esta cambia de coloración.

Los daños por el frío se ven agravados por la presencia de etileno. La necesidad de alargar la temporada y racionalizar la entrada y salida del producto hace necesaria su conservación en frío.

El desarrollo de técnicas que permitan una adecuada conservación en frío es necesario para prolongar y conservar la calidad de la fruta. La conservación en cámaras con atmósfera controlada o modificada y la aplicación de 1-metilciclopropeno, que bloquea los receptores de etileno, son técnicas eficaces en proteger la fruta del frío.

4.2. Tecnología poscosecha del caqui.

El buen conocimiento de la etapa de maduración, tanto en su fase fisiológica como en la fase organoléptica, es de gran importancia en la obtención de un producto de calidad. El indicador más importante en la práctica es la coloración de la fruta en su tono anaranjado o rojo anaranjado. Así mismo la firmeza de la fruta en el momento de la recolección es decisiva para obtener un producto de calidad.

Tratamientos químicos en el campo que permitan modular el periodo de maduración, junto a una cuidadosa recolección manual del caqui, evitando golpes y heridas que dañen sus características, son aspectos a considerar. Una inadecuada recolección puede acarrear pérdidas de hasta el 60% de la producción. Frutos con alteraciones no serán adecuados para los procesos de conservación en frío y eliminación de la astringencia.

4.2.1. Eliminación de la astringencia

La astringencia se define como: “El complejo de sensaciones bucales debidas a la constricción y sequedad del epitelio, como resultado de su exposición a sustancias tales como ácidos tánicos.” Se debe al alto contenido de taninos solubles que contiene el caqui. Esta sensación desagradable hace inviable que pueda consumirse directamente y requiere su eliminación.

La astringencia varía considerablemente dependiendo de la variedad del fruto. El caqui rojo brillante, que es el que se produce en la Comunidad Valenciana, pertenece a las variantes astringentes. La búsqueda de variedades no astringentes es un campo en desarrollo. Actualmente la variedad de caqui de la que disponemos requiere un tratamiento para eliminar su astringencia. El método más usado es la exposición del fruto a altas concentraciones de CO₂. Esto provoca la insolubilización de los taninos y pérdida de la astringencia mediante reacciones de polimerización.

Las cámaras mixtas de frío y de eliminación de la astringencia permiten controlar los distintos factores que inciden en el proceso. Se va a precisar de un desarrollo para mejorar y racionalizar la fase de poscosecha. La concentración elevada de CO₂ (95-100%), junto a su

distribución homogénea, adecuada temperatura, duración del proceso y el evitar bolsas de aire, son los parámetros a considerar para obtener un producto idóneo.

Otro factor clave es la calidad del caqui, recogido sin daño y en su adecuado punto de maduración. La correcta realización de las operaciones de confección, que comprenden la limpieza, lavado y encajado de los frutos, es esencial para evitar su daño mecánico. El volcado sin golpes, preferentemente en balsas de agua, eliminación de frutos defectuosos, ligero lavado y cepillado, secado a temperatura bien calculada, selección del tamaño (a ser posible electrónica) y el adecuado encajado, también son fundamentales.

El tratamiento anti astringente del caqui recién recolectado es el idóneo, pero en la práctica es imposible, dada la necesidad de mantener ritmos de comercialización, no inundar el mercado en un periodo corto y poder prolongar la campaña. Este es el motivo por el que se precisan estrategias de conservación del caqui, que permitan una mayor eficiencia de la campaña.

4.2.2. Tratamientos para el control del frío

La conservación en frío permite mantener la firmeza del fruto y mejorar el proceso poscosecha, pero hay que tener en cuenta que antes de realizar la desastringencia con CO₂ hay que llevar la fruta a una temperatura adecuada.

La investigación para permitir mantener el fruto en frío sin causarle daños estructurales y/o bioquímicos, por periodos prolongados de tiempo, es un campo de gran interés en I+D. La creación de atmósferas controladas o modificada es un método de gran impacto para conservar el caqui y evitar su senescencia. El objetivo es conservar el caqui en frío por largos periodos de tiempo sin cambios organolépticos y bioquímicos. Esto permite controlar y alargar la campaña del caqui e incrementar su eficiencia.

La frigoconservación es la principal herramienta para prolongar la vida poscosecha. La acción del frío, ralentizando los procesos bioquímicos, disminuyendo el crecimiento bacteriano y evitando la pérdida de humedad, permite prolongar la viabilidad de gran número de frutas y hortalizas.

El frío en frutas de tipo subtropical, como el caqui, pueden producir los daños antes comentados, siendo muy importante mantener la temperatura por encima del umbral crítico. La necesidad de mantener una producción creciente de calidad ha sido el objetivo de investigaciones para reducir el daño y prolongar el almacenamiento.

La actuación sobre el entorno atmosférico de la fruta, bien con atmosferas controladas o modificadas, ha sido el principal tratamiento estudiado para prolongar la vida de la fruta en frío. Modificar las concentraciones de O₂ y CO₂ de la atmosfera de la cámara permite retrasar el envejecimiento mediante la disminución de la respiración y de la producción de etileno.

La adecuada concentración de O₂ (3-5%) y CO₂ (5-8%) es crítica para permitir la conservación de la fruta a temperaturas inferiores a 5°C, permite prolongar la conservación sin provocar daños organolépticos. Especial importancia tiene la concentración de CO₂, pues su aumento es un factor crítico en el pardeamiento del caqui y en el desarrollo de alteraciones del gusto.

La técnica del pretratamiento de la fruta con calor, mediante su lavado en agua caliente, ha sido también estudiada, pero la dificultad de su control y aplicación hace que esta metodología no se esté aplicando a nivel comercial.

Los estudios sobre el tratamiento con 1-metilciclopropano, potente inhibidor del etileno, que reduce la permeabilidad de la membrana y actúa sobre los sistemas enzimáticos redox impidiendo la acción de las enzimas oxidantes, han contribuido a mejorar la conservación. Su aplicación retrasa el ablandamiento del fruto e impide la gelificación de la pulpa durante el almacenamiento a bajas temperaturas, que son los principales daños observados en el caqui rojo brillante.

Se ha observado que su aplicación previa a la frigoconservación permite el almacenamiento del caqui durante 40 días.

Un buen proceso poscosecha es esencial para la calidad del producto, y permitir su adecuada distribución y comercialización. Se puede resumir en:

- Evitar daños mecánicos desde la recolección hasta el encajonado
- Confeccionar el producto antes del tratamiento anti-astringencia
- Evitar la sobre-exposición a CO₂ y que ésta sea homogénea
- Realizar la conservación en frío antes del proceso de desastringencia, debiéndose valorar las condiciones de frío y la atmósfera en la cámara para evitar daños en la fruta

Bibliografía: Badenes Catalá ML, Intrigliolo Molina DS, Salvador Pérez A, Vicent Civera A (eds.). 2015. El Cultivo del Caqui. Generalitat Valenciana. IVIA. Valencia.

5. Maquinaria de transporte considerada

La maquinaria considerada para efectuar el transporte de la fruta durante el diseño del proyecto ha sido la carretilla estibadora eléctrica.

La carretilla facilitará la carga y descarga de los pallets desde la nave de procesado de la cooperativa hasta la nave almacén diseñada en el presente proyecto.

Se la considera la máquina idónea para efectuar la tarea, debido a su radio de giro y su capacidad de superar las rampas dimensionadas. Incorporará un mástil telescópico para elevar los pallets hasta la altura requerida.

Con respecto a otras alternativas, las carretillas eléctricas se consideran más adaptables al ser más compactas y más maniobrables. También son consideradas la mejor opción desde el punto de vista medioambiental al ser eléctricas.

La zona de carga de las baterías de las carretillas no se considera dentro de la nave diseñada. Esto se debe a que la nave tiene la función de almacén frigorífico, se la considera zona húmeda con respecto al dimensionamiento electrotécnico, no estando por seguridad recomendada la carga de las baterías en este espacio. Además las estaciones de carga emiten calor y precisan de una ventilación que no puede proporcionar adecuadamente la nave diseñada y que resultaría contraproducente para el proceso de frío.

Datos técnicos:

- Altura máxima con el mástil extendido: 7 m
- Longitud total: 2,4 m
- Motor de tracción: 4 kW
- Motor de translación 7,6 kW
- Tensión de batería 24 V

6. Descripción de las obras que se proyectan

6.1. Descripción de la nave

La nave proyectada consistente en una nave de planta rectangular. Sus medidas serán de 16 m de anchura y 50 m de longitud. La superficie total de la estructura será de 800 m². La altura de la fachada será de 5 m con paneles de hormigón, junto a 2,8 m adicionales de chapa metálica, resultando la altura total de 7,80 m. La altura de coronación será de 9,95 m, con una cubierta a dos aguas que presenta una pendiente del 15% (simétrica).

La cubierta se realizará a base de panel tipo sándwich de 15 cm de espesor con placa metálica de 1 mm prelacada en ambas caras.

Los elementos estructurales más relevantes de la nave son:

- Pórtico principal: 16 m de luz y separación entre vanos de 10 m. Se desarrollará como estructura triangulada de cubierta (celosía a dos aguas).
- Correas de cubierta y fachada: las correas de la cubierta se espaciarán cada 2,07 m y las de la fachada cada 1 m entre ellas y 0,5 m entre el hormigón y las correas de cubierta.

Dada la particularidad de su uso, el edificio proyectado se desarrolla en una planta y con distribución interior.

6.2. Descripción de la estructura

6.2.1. Justificación de los materiales

En el diseño de la estructura de la nave proyectada, se ha optado por emplear perfiles de acero en las cerchas, los pilares y las correas. Se ha optado por esta opción, por las características tanto técnicas como comerciales que se detalla a continuación.

Los perfiles de acero son los más utilizados y estandarizados del mercado. Esto proporciona diferentes ventajas:

- En el transporte, tanto los camiones, la maquinaria de montaje, como los operarios, están adaptados a este tipo de vigas.
- La optimización de la forma y del material hace que el peso sea reducido hasta el óptimo para sostener las cualidades mecánicas requeridas.
- En el punto de vista de costes y plazos de entrega, hacen que sea la mejor opción que nos presenta el mercado.

La gran cantidad de tipología de perfiles estandarizados, procura una gran flexibilidad a la hora del montaje de los detalles constructivos, de las soluciones de obra y de las formas irregulares. Su estandarización y modularidad hacen que cualquier posible ampliación sea factible manteniendo las propiedades mecánicas de la nave principal.

Los perfiles de acero tienen las propiedades óptimas de resistencia mecánica para el proyecto de la estructura propuesta. Están constituidos con un material homogéneo, de fabricación estandarizada, presentando menos deterioro, mejor resiliencia y capacidad de disipación de energía en caso de cambios temporales de las cargas dinámicas (sismos).

Este tipo de perfiles, al estar constituidos enteramente de acero, son reciclables al 100%, lo que minimiza los costes de desmontaje de la estructura por el valor residual de los materiales y cumple objetivos medioambientales.

La gran estandarización y utilización de este tipo de estructuras de acero hacen que su cálculo también sea muy extendido y estandarizado, utilizándose métodos abreviados y simplificados cuando se trate de estructuras convencionales como la que tratamos en este proyecto.

Existen algunas salvedades a tener en cuenta a la hora de diseñar estructuras de acero que se detallan a continuación:

- La ubicación de la estructura es esencial para saber el tipo de protección necesaria para la estructura. El acero soporta de manera deficiente la corrosión, por lo que se hacen necesarios tratamientos de pinturas y galvanizados de protección.
- Su coste es mayor que el de una estructura similar montada en hormigón armado.
- Las propiedades mecánicas del acero son sensibles a las altas temperaturas, teniendo impacto en caso de fuego que alcance la estructura a muy alta temperatura.

- Los perfiles de acero al ser más esbeltos, ligeros y flexibles que otras estructuras, dan lugar a la necesidad de sujeción mediante contrafuertes, arbotantes o tirantes metálicos (arriostramiento). También presentan mayor sensibilidad a las vibraciones, lo que puede ocasionar pérdidas de confort.

6.2.2. Justificación de la tipología de la nave

Se puede optar por un pórtico a dos aguas con estructura de cubierta a base de un dintel o una estructura triangulada en celosía.

El pórtico representa un mayor gasto de acero que la estructura triangulada

La estructura triangulada exige en general menos cimentación, porque transmite menos esfuerzos a los apoyos.

6.2.3. Descripción de las cerchas

Para optimizar la construcción de las cerchas, estas se dividen en tres partes con perfiles distintos. Estas partes son:

- la armadura, la parte exterior de la cercha, que comprende el cordón superior y el cordón inferior
- las diagonales, las barras diagonales dentro de la cercha y
- los montantes, barras verticales dentro de la cercha utilizan el mismo perfil que las diagonales
- las primeras diagonales, las barras diagonales que se unen en los extremos de la cercha con la armadura utilizan un último tamaño de perfil.

El tipo de perfil de acero que se ha elegido para las cerchas es el perfil cuadrado. Este perfil consiste en un tubo cuadrado hueco de acero, seleccionando diferentes tamaños para las diferentes partes de la cercha. Los perfiles seleccionados son:

- Armadura: 100x5.0 (mm)
- Diagonales y montantes: 40x3.0 (mm)
- Primeras diagonales: 80x6.0 (mm)

Los cálculos justificativos de los esfuerzos y el dimensionado de los perfiles se adjuntan en el “Anejo n°2: Construcción”

6.2.4. Descripción correas

Las correas son los perfiles de acero que forman parte de la subestructura portante de una cubierta. Por tanto se sitúan por encima de las cerchas para permitir la sujeción de la cubierta. También se emplean para poder sostener la chapa metálica de dos metros que forma parte de los cerramientos laterales. En esta situación las cerchas se sustentan a los pilares y presentan un perfil diferente.

El tipo de perfil de acero que se ha elegido para las correas de la cubierta es el perfil IPE 200. Para las correas de los cerramientos se utiliza un perfil cuadrado de tamaño 40x3.0 (mm).

Los cálculos justificativos de las acciones y las comprobaciones a resistencia y deformación para el dimensionado de los perfiles se adjuntan en el "Anejo nº2: Construcción"

6.2.5. Descripción de los pilares

Los pilares, los elemento que soportan la estructura y transmiten los esfuerzos a la cimentación se han dimensionado utilizando perfiles HEB 320 con unas dimensiones 320x300.

La separación entre pilares será de 10, para la correcta ubicación de las puertas de los muelles teniendo en cuenta las de las cámaras y para el correcto proceso de trabajo dentro de la nave.

6.3. Descripción de las cubiertas

6.3.1. Justificación de las cubiertas

Se pueden utilizar cubiertas ligeras (chapa metálica simple o panel tipo sándwich), cubiertas de pesos medios (teja o pizarra en piezas sueltas o en paneles) y cubiertas pesadas (hormigón como forjado).

Se ha optado por el panel tipo sándwich por sus diferentes ventajas, como son el aislamiento térmico, su impermeabilidad, su resistencia al fuego, aislamiento acústico, ahorro de energía e impacto ambiental.

El peso de los paneles se sitúa entre los 9 y 20 kg/m² (en función del espesor del núcleo y de las coberturas) lo que facilita y economiza el transporte, la manipulación, la instalación y el dimensionado estructural.

En cuanto a la pendiente la cubierta puede ser plana, donde se asegurará la estanqueidad e impermeabilidad al presentar una pendiente del 15 %.

6.4. Descripción de los cerramientos

6.4.1. Justificación de los cerramientos

Las alternativas para los cerramientos son los paneles prefabricados de hormigón o con fábrica (bloques de hormigón hueco o ladrillo). Esta última es menos habitual por su coste, tiempo de ejecución y menor resistencia mecánica, a impactos y al fuego, sólo se utiliza en obras pequeñas.

Los paneles poseen una elevada resistencia, impermeabilidad y resistencia al fuego y buenas cualidades acústicas.

6.4.2. Cerramientos exteriores

El cerramiento de las fachadas y de la medianera será de paneles prefabricados lisos de hormigón armado de 20 cm de espesor y con aislamiento térmico interior formado por una capa interna de poliestireno extruido.

Los paneles prefabricados de hormigón son machihembrados, es decir, tienen una forma para el encaje de dos piezas contiguas. Los paneles contiguos se sellan entre ellos con productos elásticos de silicona.

Los paneles descargan su peso propio, en su base, sobre los zunchos de atado de hormigón entre zapatas.

En las zonas con acceso a la nave es necesario disponer sobre las puertas de una viga de carga que soporte el peso del panel superior.

6.4.3. Cerramientos tabiquería

Los cerramientos de la zona de oficina, la zona de sala de máquinas, los baños y los vestuarios se realizarán con ladrillo hueco de 50 x 20 cm y 12 cm de grosor unido con mortero de cemento. Se completará con enfoscado de yeso y se pintará de blanco.

6.4.3.1. Falso techo

En la zona de oficinas se colocará un falso techo de escayola lisa a una altura de 2,5 m en el que se colocarán las conducciones eléctricas de alumbrado, así como en la zona de alumbrado.

6.5. Descripción soleras, solados y alicatados

De forma general en toda la nave, la solera estará formada por hormigón armado que consistirá en malla electrosoldada. Dado el objeto de este proyecto como trabajo docente, no se ha procedido al dimensionamiento de la solera. La solera de la nave se sitúa a 1,2 m por encima de la solera de la parcela. Se ha diseñado así para facilitar la carga de los camiones desde la nave y de este modo agilizar el traspaso de la fruta de las cámaras a los camiones.

La solera específica de las áreas de las cámaras se especificara en su correspondiente apartado.

La solera de la zona de desplazamientos y la de la sala de máquinas serán revestidas con pintura epoxi para evitar la erosión del hormigón a causa del tránsito de las carretillas, mejorando así el manejo de las mismas y la higiene del proceso en general.

En la zona de oficinas, se colocarán baldosa de grés con rodapié del mismo material.

Las paredes de los vestuarios y de los baños se alicatarán con azulejo blanco.

6.6. Descripción carpintería

6.6.1. Carpintería exterior

En la zona de muelle y carga de camiones y en la zona de unión con la nave principal de la cooperativa se dispondrán de cuatro puertas metálicas de apertura vertical de dimensiones 3,20x2,90 m. Encima de estas cuatro puertas, como marco se utilizarán perfiles de H-200 soldados a los soportes adjuntos, sobre ellos descansarán los cerramientos.

Otra puerta de 2,4 x 2,2 m ubicada en la sala de máquinas, con carácter de puerta de emergencia.

Se contará con un total de 3 puertas metálicas de acceso peatonal de dimensiones 0,9 x 2,2 m situadas en los extremos de la nave., en la fachada sur se ubican dos, y en la norte la restante.

La sala de oficinas contará con una ventana oficina 1,20 x 1,20 m, y en los vestuarios otra de 0,60 x 1,20 m.

6.6.2. Carpintería interior

Las puertas de la oficina, laboratorio y vestuarios serán de carpintería de madera, de unas dimensiones de 0,9 x 2,20 m de alto. Son cuatro

6.7. Consideraciones materiales empleados

Todos los materiales empleados en la estructura estarán en posesión de la autorización de uso. En caso de duda y si la dirección técnica lo considera oportuno se realizarán ensayos de control exigidos por la norma siempre en laboratorio homologado.

Sobre el acero de edificación, empleado en las cerchas, los pilares y las correas, este debe ser del tipo S275JR con las características para perfiles laminados de espesor inferior a 16 mm:

- $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$
- $f_u = 410 \text{ N/mm}^2$
- $E = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$
- $Y_{M1} = 1,10$
- $F_{yd} = 250 \text{ N/mm}^2$
- Tensión admisible = 2500 kg/cm²

Se utilizarán los perfiles laminados en caliente.

Los materiales empleados para la cimentación tendrán las siguientes características.

El hormigón será de tipo HA-25 para las cimentaciones, soleras y forjados. Se tendrá en cuenta la Norma EHE que establece:

- $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
- $\gamma_c = 1,5$
- $f_{cd} = 166,6 \text{ kp/cm}^2$

El acero será corrugado de tipo B500S con las características que establece la Norma EHE:

- $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
- $\gamma_s = 1,15$
- $f_{yd} = 4435 \text{ kp/cm}^2$

Se considerará una densidad para el hormigón armado de 2500 kg/m^3 .

7. Descripción de las instalaciones que se proyectan

7.1. Instalación de saneamiento

7.1.1. Consideraciones generales

El diseño de la red de saneamiento se rige por el Documento Básico HS Salubridad (Sección 5, Evacuación de aguas) del Código Técnico de Edificación.

La instalación que nos ocupa, por consiguiente, presentará tres redes de saneamiento separada.

- Red de saneamiento de aguas pluviales: encargada de recoger las aguas pluviales procedentes de la cubierta de la nave
- Red de saneamiento de aguas negras: encargada de recoger las aguas procedentes de los aparatos sanitarios de la nave (duchas, lavabos e inodoros)
- Red de aguas residuales: encargada de recoger las aguas utilizadas en caso de emergencia ante una fuga del refrigerante R717 (amoníaco).

La red de aguas residuales, como se ha comentado, es una red complementaria para situaciones de emergencia debido a fugas del sistema refrigerante. La red cumplirá con el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas y su instrucción IF-07. Es obligatorio que tanto en la sala de máquinas como en las inmediaciones de las cámaras frigoríficas existirá una conexión de suministro de agua diseñada de tal modo, que el agua contaminada, por absorber los vapores del amoníaco, no retorne a la red. Como medida para garantizar que el agua contaminada se recupera en un recipiente adecuado y se elimina de forma segura, se ha

dimensionado esta red de saneamiento especial, que recoge y almacena separadamente estas aguas.

Los cálculos justificativos del dimensionado de los diámetros nominales y las comprobaciones de presión se adjuntan en el “Anejo nº 5: Instalación de saneamiento”.

7.1.2. Elementos fundamentales de las redes de evacuación

Los elementos que incorporan las instalaciones se resumen en:

- **Canalones:** son los elementos que recogen el agua de la cubierta y la conduce a la red de recogida de aguas pluviales. Habitualmente se instalan en los bordes exteriores de la cubierta en su parte más baja.
- **Bajantes:** son las tuberías, generalmente verticales, que recogen el agua procedente de los canalones y/o sumideros y la conducen a los colectores de la cota horizontal.
- **Colectores:** Conducciones de la red cota horizontal, que recogen y conducen las aguas de las bajantes y las conectan con los puntos de evacuación en las arquetas.
- **Arquetas:** Son depósitos en los que las canalizaciones se reciben, enlazan y distribuyen. Habitualmente enterradas, son asimismo cerradas para evitar accidentes y la entrada de elementos extraños o impurezas, pero mantienen una tapa para el acceso de registro y limpieza en su parte superior.
- **Sumideros:** son las derivaciones individuales de los colectores continuos o de los colectores cubiertos con una rejilla. En el presente proyecto se emplean en la red de aguas residuales.

7.1.3. Red de evacuación de aguas pluviales

En la Tabla 4 se detallan los diferentes elementos de la red de evacuación de aguas pluviales, así como los diámetros calculados.

Conducciones	Unidades	Pendiente (%)	Diámetro (mm)
Canalones	4	2	200
Bajantes	4	-	90
Colectores	2	2	110
Colectores	2	2	160
Colectores	2	2	200

Tabla 4: Resumen instalación saneamiento: red de aguas pluviales

7.1.4. Red de evacuación de aguas negras

En la Tabla 5 se detallan los diferentes elementos de la red de evacuación de aguas negras, así como los diámetros calculados.

Conducciones	Unidades	Pendiente (%)	Diámetro (mm)
Bajante	1		75
ramales colectores	1	2	75
colectores horizontales	1	2	75

Tabla 5: Resumen instalación saneamiento: red de aguas negras

7.1.5. Red de evacuación de aguas residuales

En la Tabla 56 se detallan los diferentes elementos de la red de evacuación de aguas residuales, así como los diámetros calculados.

Conducciones	Unidades	Pendiente (%)	Diámetro (mm)
Colector de tipo continuo	1	2	32
Colectores de tipo continuo	4	2	40
Bajantes	8	-	50
Colectores horizontales	4	2	50

Tabla 6: Resumen instalación saneamiento: red de aguas residuales

7.2. Instalación de fontanería

7.2.1. Consideraciones generales

Todo el diseño de la red y dimensionamiento se realizará de acuerdo con las directrices del CTE, Documento Básico HS Salubridad, epígrafe "Suministro de agua".

La acometida de agua potable se sitúa en las instalaciones ya existentes de la cooperativa de Algemés, partiendo de ese punto la instalación de fontanería dimensionada. Las prestaciones garantizadas en el punto de acometida con la red de agua potable son 20 m.c.a.

La instalación de fontanería se dividirá en una red de abastecimiento de agua fría y otra de agua caliente sanitaria (ACS). Estas redes de acuerdo con el CTE estarán separadas según normativa en su calibrado, llaves de paso y demás elementos necesarios.

El material escogido para las conducciones será polietileno reticulado (PE-X). Este material se ha escogido por su facilidad de montaje, su flexibilidad, baja dilatación y alta resistencia, su baja permeabilidad al oxígeno y su resistencia a la cal. Las conducciones de polietileno reticulado cumplirán con la norma UNE EN ISO 15875:2004 "Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría". Se utilizará el PE-40 con una presión nominal de 6 bar.

Al considerar las longitudes de las tuberías hay que tener en cuenta las diferencias de cotas existentes entre la acometida, las soleras de la parcela y de la nave y la cota de servicio de los diferentes elementos a los que hay que suministrar caudal y presión.

Los cálculos justificativos del dimensionado de los diámetros nominales y las comprobaciones de presión se adjuntan en el "Anejo nº 4: Instalación de fontanería".

7.2.2. Red de distribución de agua fría

La red de agua fría abastecerá elementos sanitarios, el calentador de agua eléctrico y los puntos en la nave donde se ubicarán las tomas de agua para las duchas de emergencia de las cámaras y sala de máquinas.

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Q _{línea} (l/s)	DN (mm)	Presión requerida (m.c.a.)	Presión resultante (m.c.a.)
A		18,58	1,96	63		15,47
B	Calentador	1,00	0,33	25	15	15,35
C	Ducha 1	3,17	0,40	25	10	14,93
D	Ducha 2	1,05	0,20	25	10	14,87
E		2,55	1,30	50		15,35
F	Inodoro 1	1,54	0,10	20	10	16,28
G		0,35	1,20	50		15,33
H	Lavabos	0,95	0,20	20	10	15,18
I		0,46	1,10	50		15,32
J	Inodoro 2	1,54	0,10	20	10	16,25
K		2,29	1,00	50		15,25
L	Toma seguridad	6,87	0,40	32	10	14,29
M	Toma seguridad	10,09	0,40	32	10	13,77
N	Toma seguridad	10,09	0,40	32	10	13,25
Ñ	Toma seguridad	10,09	0,20	20	10	11,65
O		7,31	0,60	32		14,53
P	Toma seguridad	7,31	0,20	20	10	12,78
Q	Toma seguridad	12,75	0,40	32	10	14,67
R	Toma seguridad	10,09	0,40	32	10	14,15
S	Toma seguridad	10,09	0,40	32	10	14,15
T	Toma seguridad	10,09	0,20	20	10	12,56

Tabla 7: Dimensiones de las tuberías de la red agua fría

7.2.3. Red de distribución de agua caliente sanitaria

La red de agua caliente sanitaria será una derivación de la red de agua fría iniciándose en el calentador eléctrico y abastecerá las duchas y lavamanos de los vestuarios.

Línea	Etiqueta	Longitud (m)	Q _{línea} (l/s)	DN (mm)	Presión requerida (m.c.a.)	Presión resultante (m.c.a.)
A	División 1	1,00	0,33	25	15	14,40
B	Ducha 1	1,67	0,20	20	10	14,13
C	Ducha 2	1,05	0,10	20	10	14,09
D	Lavabos	4,09	0,13	20	10	14,10

Tabla 8: Dimensiones de las tuberías de la red ACS

8. Descripción de la instalación frigorífica y de desastringencia

8.1. Consideraciones generales

El diseño de las cámaras frigoríficas y de atmosfera controlada ha estado sujeto al Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias publicado en el Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero de 2011.

La instalación también cumple aquellas otras normativas que les sea aplicable relativas a las máquinas, equipos a presión, prevención de fugas y los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de legionelosis, así como las correspondientes a las condiciones generales de higiene de los productos alimenticios.

La ejecución de las instalaciones se realizará por empresas frigoristas instaladoras acreditadas conforme con lo previsto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

El material empleado para su construcción deberá ser resistente a la acción de las sustancias con las que entre en contacto, de forma que no pueda deteriorarse en condiciones normales de utilización. Se tendrá en cuenta, especialmente, la resistencia a efectos de la resiliencia, es decir, de su fragilidad a baja temperatura. Se tendrá en cuenta para estas cuestiones, el apartado 7,5 del anexo I del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, sobre la aplicación de la Directiva 97/23/CE sobre equipos a presión.

Al realizar la unión de los diferentes equipos y elementos que forman parte de la instalación deberá asegurarse que cada uno de ellos disponga de las declaraciones de conformidad "CE" o certificaciones que le sean de aplicación.

La sala de máquinas en donde se instalen los equipos debe cumplir los requisitos indicados en la Instrucción técnica complementaria IF-07.

Las características con respecto a materiales, espesores y ejecución de los cerramientos y puertas de la sala de máquinas deben cumplir:

- Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales (R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre)
- Código Técnico de la Edificación (R.D. 314/2006, de 17 de marzo)
- Ordenanza municipal de Algemés relativa a la amortiguación del nivel sonoro.

El refrigerante se almacenará en botellas o contenedores en conformidad con lo especificado en la ITC MIE APQ-5, del Reglamento de almacenamiento de productos químicos, del Real Decreto 379/2001, de 6 de abril.

Los materiales que aislen térmicamente las cámaras deberán:

- Cumplir con el R.D. 1630/1992, de 29 de diciembre, la aplicación Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988 y sus disposiciones.
- Ostentar el marcado CE y tener emitido la declaración CE de conformidad por parte del fabricante.
- Cumplir las normas:
 - UNE-EN 13165 para aislamientos a base de espuma rígida de poliuretano.
 - UNE-EN 14509 para paneles sándwich aislante con recubrimiento metálico
 - UNE 41950 para paneles sándwich de poliuretano inyectado
 - ETAC 021 partes 1 y 2 para cámaras frigoríficas
 - ETAG 016 para paneles autoportantes ligeros.

Los generadores de atmosfera cumplirán lo dispuesto en el vigente Reglamento técnico de distribución y de utilización de combustibles gaseosos, aprobado por real decreto 919/2006, de 28 de julio.

8.2. Descripción de la sala de máquinas

Como establece el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas se debe establecer una sala de máquinas específica para instalar partes del sistema de refrigeración, especialmente los compresores con sus componentes más directos.

Su uso exclusivo es el de alojar los componentes de la instalación frigorífica y demás equipos técnicos auxiliares. Es de gran importancia tener presente, durante el funcionamiento

de las instalaciones, que no se puede almacenar, bajo ningún concepto, elementos ajenos a la instalación frigorífica en la sala de máquinas.

Las dimensiones de la sala de máquinas, descritas en la Tabla 9, permiten la instalación de los componentes en condiciones favorables.

Altura	5 m
Ancho	4,9 m
Largo	7,9 m

Tabla 9: Dimensiones de la sala de máquinas de la nave

También hay que tener presente que la cantidad máxima de refrigerante que puede ser almacenado en la sala de máquinas es el 20% de la carga total de la instalación. De esta cantidad, su máximo es de 150Kg.

8.2.1. Puertas y aberturas

La sala de máquinas debe tener un número de puertas suficiente para asegurar, en caso de emergencia, una evacuación rápida del personal.

Las puertas se abrirán hacia fuera y contarán sistema antipánico que permita la apertura desde dentro. Las puertas que dan acceso directo al edificio se cerrarse solas de forma automática.

No debe haber aberturas que permitan el paso accidental de refrigerante, vapores, olores y de cualquier otro gas que se escape hacia otras partes del edificio.

Las dimensiones de la puerta de acceso al exterior del edificio y que tendrá carácter de puerta de emergencia será de 2 x2 m.

8.2.2. Ventilación

La sala de máquinas se aireará mediante ventilación forzada hacia el exterior del edificio de forma que no cause daños o suponga peligro a las personas o bienes.

La capacidad de esta ventilación será acorde a lo establecido en el apartado 5.3 de la Instrucción IF-07 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas que establece una ventilación suficiente tanto para condiciones de funcionamiento normales como en caso de emergencias.

Se ha seleccionado un ventilador con una potencia de 11Kw, suficiente para desplazar el caudal de aire requerido en situaciones de emergencia.

El sistema proporcionará un caudal mínimo de 30 m³/h por persona o por cada 10 m² de superficie de suelo. Se elegirá el mayor de ambos. Cuando no haya personal presente, la ventilación de emergencia se controlará automáticamente mediante un detector de refrigerante.

8.2.3. Requisitos de seguridad

Por razones de seguridad los pasillos deberán estar siempre despejados de cualquier elemento que impida o dificulte la libre circulación del personal.

Fuera de la sala y cerca de su puerta de entrada se deberá instalar un interruptor de emergencia que permita parar el sistema de refrigeración.

El sistema de ventilación forzada tendrá un control de emergencia independiente, localizado en el exterior y cerca de la puerta de la sala de máquinas. Los ventiladores necesarios para la ventilación de salas de máquinas donde se encuentre componentes frigoríficos, deberán ser colocados de tal forma que puedan ser controlados mediante interruptores tanto desde el interior como desde el exterior de las salas.

Debido a que los motores de los ventiladores funcionan con R717 (amoníaco) serán antideflagrantes, es decir, que no contribuirán en ningún caso a originar fuego o a formar alguna chispa.

La sala de máquinas dispondrá de dos extintores portátiles de polvo polivalentes (ABC), uno de ellos situado junto a la puerta de la salida y el otro en el otro extremo de la sala. Junto a esta precaución, se satisfarán las prescripciones emanadas de la normativa vigente sobre protección contra incendios.

En la entrada de la sala de máquinas se colocará un cartel que la identifique como tal y donde advierta de la prohibición de entrar a las personas no autorizadas, de fumar y de utilizar elementos con llama o de incandescencia. Además se situarán carteles que identifiquen la prohibición de la manipulación del sistema a personas no autorizadas.

8.3. Descripción de las cámaras

Las instalaciones diseñadas entran dentro de la categoría de cámaras de fresco o de temperatura positiva, al tener una temperatura de operación por encima de 0°C. Se considerarán cámaras interiores, al encontrarse dentro del recinto de la nave y cámaras de obra, al estar construidas mediante paneles prefabricados.

Las cámaras diseñadas en el proyecto se considerarán cámaras de atmosfera controlada, debido a que permiten la modificación de la composición gaseosa de la atmósfera. Esto se consigue mediante el control de la concentración del dióxido de carbono, del oxígeno y del etileno. También se considerarán aptas para realizar tratamientos con otros gases, concretamente con la sustancia 1-metilciclopropeno, la cual se aplica en forma de gas.

La nave contará con cuatro cámaras de iguales características detalladas en la Tabla 10.

Altura	6 m
Anchura	10 m
Longitud	10 m
Densidad de almacenamiento de superficie	1000 kg/m ²
Densidad de almacenamiento de volumen	170 kg/m ³

Tabla 10: Dimensiones de las cámaras de la nave

Las dimensiones y el volumen de la cámara se han calculado teniendo en cuenta la necesidad de dejar una serie de espacios para cumplimentar las necesidades de disposición de la fruta, de circulación de las carretillas y de la correcta circulación de aire, tanto para la conservación como para los tratamientos con gases. Para la correcta circulación de los elementos de estiba se dejara libre un 20% de la superficie del suelo.

Por tanto se tendrá en mente a la hora de la entrada en funcionamiento de la cámara los siguientes espacios:

- Entre elementos frigoríficos y primera carga: 1 m.
- Entre paletas: 10 cm. Orientadas en sentido del flujo del aire.
- Separación con el techo 1 m.
- Pasillos circulación: 2,5 m.
- Altura mínima sobre el suelo de los pallets o tarimas: 5 cm.

8.3.1. Consideraciones en seguridad

En la proximidad del lugar de operaciones deberá existir un cartel bien visible y adecuadamente protegido con las indicaciones:

- Instrucciones claras y precisas para parar la instalación, en caso de emergencia
- Nombre, dirección y teléfono de la empresa encargada y de la empresa frigorista
- Dirección y teléfono del servicio de bomberos más próximo a la instalación o planta
- Denominación, grupo y carga aproximada, en kilogramos, del gas refrigerante existente en la instalación (R717)

Se dispondrá en todas las cámaras un rótulo en las puertas, con la indicación “Peligro, atmósfera artificial”, prohibiéndose la entrada en ellas hasta la previa ventilación y recuperación de las condiciones normales.

Las puertas isotermas llevarán dispositivos que permitan su apertura manual desde dentro sin necesidad de llave, conocidos como sistemas antipánico.

En el interior de las cámaras frigoríficas, al ser de atmosfera controlada, se dispondrá, junto a cada una de las puertas, un hacha de bombero con mango de tipo sanitario y longitud mínima de 800 mm.

Se dispondrán de equipos autónomos de aire comprimido, para el caso necesario de tener que entrar en la cámara.

Antes de entrar en las cámaras se comprobará mediante analizadores adecuados que la atmósfera es respirable y que se han eliminado los gases estimulantes, interrumpiéndose su alimentación.

Mientras haya personal trabajando en las mismas, la puerta deberá permanecer abierta mediante dispositivos de fijación.

En el interior de las cámaras, al ser de atmosfera controlada, se dispondrá junto a las puertas, y a una altura no superior a 1,25 metros, dos dispositivos de llamada (timbre, sirena o teléfono) junto con aviso luminoso en el exterior. Estos dispositivos irán conectados a una fuente autónoma de emergencia (batería de acumuladores, etc.) estarán convenientemente alumbrados con una lámpara piloto con sistema que impida la formación de hielo sobre aquella. Esta lámpara piloto estará encendida siempre y se conectará automáticamente a la red de alumbrado de emergencia, en caso de faltar el fluido de la red general.

La iluminación de emergencia deberá ser suficiente para llegar a la salida, no pudiendo quedar oculta, ni siquiera temporalmente, por la mercancía. En cualquier circunstancia se deberá respetar el plan de seguridad de la industria.

8.3.2. Cerramientos

El material para la construcción de los cerramientos verticales y el techo será poliuretano expandido autoextinguible. Estos estarán constituidos por paneles tipo sándwich, que contarán con dos capas de chapa de acero galvanizado y lacado.

Los cerramientos verticales, tanto en la parte interior, como en la exterior de la cámara y a la zona de puertas serán protegidos frente a golpes durante la operatividad de la cámara mediante barreras metálicas con una altura de 500 mm.

Las uniones entre las diferentes paredes de la cámara se aislarán y sellarán herméticamente, con espuma de poliuretano inyectada, para garantizar el aislamiento de la unión. En las uniones en esquina, la unión exterior será recubierta con un perfil en forma de L, de manera que se cubra la cara de los paneles que queda sin recubrimiento. Hay que tener en cuenta el sellado de la parte baja del panel vertical con la solera.

El espesor del aislante de los cerramientos para techo y paredes será de 87 mm, más 1 mm de acero galvanizado y lacado tanto en el lado caliente de los cerramientos como en el frío.

La ventaja de los paneles, al tener las dos capas de chapa metálica, es que ésta actúa como barrera antivapor, tanto en el lado caliente como en el frío.

8.3.3. Puertas

El aislamiento de la puerta se ha seleccionado en coherencia con el aislamiento de las paredes. Su resistencia térmica será al menos del 70% del valor de la resistencia térmica de la pared.

El aislamiento de la puerta, siendo también de poliuretano autoextinguible, será de 61 mm.

Las puertas serán de corredera, de manera que su apertura se realice de forma paralela al cerramiento al estar suspendida de un raíl instalado en la parte superior. Dispondrán de un sistema para elevar la puerta desde su posición de cierre durante la apertura, para evitar el rozamiento con el suelo. También contarán con un dispositivo de fijación de seguridad cuando estén abiertas.

Las dimensiones de las puertas serán de 2,80 x 2,00 m.

8.3.4. Solera

Se deberá realizar una excavación para albergar los diferentes elementos constructivos de forma que una vez completado el suelo de la cámara coincida con el de la nave.

Los elementos de la solera, al tratarse de una cámara en fresco, serán los siguientes: una primera capa de hormigón de limpieza, sobre ésta una barrera antivapor y una capa de material aislante y otra capa de barrera antivapor. Después se instalará una capa de material impermeabilizante sobre el material aislante y a continuación una solera de hormigón armado. Por último, se dará un acabado con pintura o resina epoxi con características antideslizantes y fácilmente lavables.

Se emplearán materiales que eviten la formación de suelos resbaladizos como consecuencia del agua procedente de condensaciones superficiales. La solera se construirá con una ligera pendiente, mínima, para evitar la excesiva inclinación del producto apilado.

La capa de material aislante, siendo este también poliuretano, será de 40 mm.

8.3.5. Sistema equilibrador de presión

Teniendo en cuenta el deterioro que se pueda producir por las sobrepresiones y depresiones, debidas a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la misma, la estructura de los paneles sándwich aislante, con recubrimiento metálico, deberá resistir como mínimo, depresiones o sobrepresiones de 300 Pa sin que se produzcan deformaciones permanentes.

Para poder garantizar este requisito, y siendo cámaras con volumen superior a los 20 m³, dispondrán de un sistema de varias válvulas equilibradoras de presión.

Este sistema instalado tendrá una capacidad total de intercambio, mediante extracción o introducción de fluido gaseoso al tratarse de cámaras de atmosfera artificial, tal que impida una sobrepresión de depresión interna superior a 300 Pa (30 mm c.d.a.)

Los dispositivos de regulación y control y la valvulería se situarán en el exterior de las cámaras. Esta ubicación debe permitir llevar a cabo las operaciones de mantenimiento y sustitución de forma segura.

8.4. Descripción del sistema de refrigeración

8.4.1. Refrigerante

El refrigerante seleccionado para la instalación es el R717.

La justificación de la elección de este refrigerante es su gran eficiencia desde el punto de vista energético comparado entre los más habitualmente empleados, sobre todo en instalaciones de medio a gran tamaño. Otro factor para su elección ha sido su nulo impacto sobre el calentamiento global y unos costes de inversión no muy superiores a otras opciones. Presenta unas características de elevada producción frigorífica volumétrica, elevada eficiencia y elevados coeficientes de transmisión de calor.

Según la clasificación de seguridad el refrigerante R717 es del grupo L2 de media seguridad, siendo considerado ligeramente inflamable y de alta toxicidad.

Según la clasificación medioambiental su potencial de destrucción de ozono (ODP) es 0 y su potencial de calentamiento atmosférico (GWP) es prácticamente nulo.

En cuanto al riesgo asociado al amoníaco, y a pesar de su clasificación, habría que decir que es relativamente bajo, ya que posee un fuerte olor y es mucho más ligero que el aire. Por este motivo, en caso de una fuga, éste asciende rápidamente hacia la atmosfera, haciendo que los accidentes sean extremadamente escasos.

8.4.2. Compresor seleccionado

Se ha seleccionado un compresor alternativo de semihermético de una potencia de 500 kW.

La decisión de esta elección se debe a que la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración considera el compresor alternativo más idóneo por ser más eficiente. Esta eficiencia es apreciable a plena demanda del sistema, pero es especialmente destacable a carga parcial. También presenta ventajas por su flexibilidad y su precio.

La elección de un compresor semihermético ha sido por la ventaja que presenta su construcción frente a posibles fugas de refrigerante, al formar el compresor y el motor un solo conjunto. Pero la ventaja principal es la facilidad de su reparación, pudiéndose sustituir las piezas averiadas en un corto espacio de tiempo.

8.4.3. Condensador seleccionado

Se elige un condensador por aire de circulación forzada con una potencia de 15 kW.

La circulación del aire se realiza por varios ventiladores que aspiran el aire a través de toda la superficie del condensador.

Los ventiladores como la envolvente, deben ser resistentes a los agentes ambientales exteriores y estar constituidos con materiales resistentes al amoníaco como el acero o el aluminio.

Es muy importante colocar el condensador adecuadamente y en un lugar bien ventilado.

8.4.4. Evaporador seleccionado

Se ha decidido instalar evaporadores enfriadores de gases, con circulación forzada. Estarán formados por un haz de tubos y aletas, cerrados en una envolvente por donde circula el aire forzado movido por ventiladores. La separación de las aletas estará en acorde a la temperatura de trabajo.

La potencia de los evaporadores será de 7,5 kW.

8.4.5. Sistema de descarche seleccionado

El sistema de descarche elegido para la instalación será por inversión del ciclo.

Conceptualmente es un sistema muy sencillo, al consistir básicamente en intercambiar la función del evaporador y del condensador cuando queramos realizar el descarche.

Tecnológicamente es más complejo, al precisar varios elementos que permitan su correcto funcionamiento. Estos elementos añadidos son:

- Válvula de 4 vías para realizar la inversión de ciclo
- Válvulas de retención

Durante el proceso de descarche se detendrán los ventiladores del evaporador, para evitar dar carga calorífica al producto.

El sistema de descarche estará programado por un microprocesador que establece cuando invertir el sistema. Además contará con una sonda de final de descarche para finalizar el proceso.

8.5. Descripción del sistema de generación de calor

Dado que el tratamiento de desastringencia requiere para su correcta realización una temperatura en el interior de la cámara de 28°C, es necesario diseñar junto al sistema de refrigeración de las cámaras de atmosfera controlada un sistema de generación de calor.

Para este sistema se aprovecha el sistema de descarche de la instalación frigorífica anteriormente descrito, ya que básicamente es un sistema de bomba de calor.

Este sistema es uno de los más eficientes desde el punto de vista energético, y constructivamente no requiere ningún elemento ni maquinaria adicional.

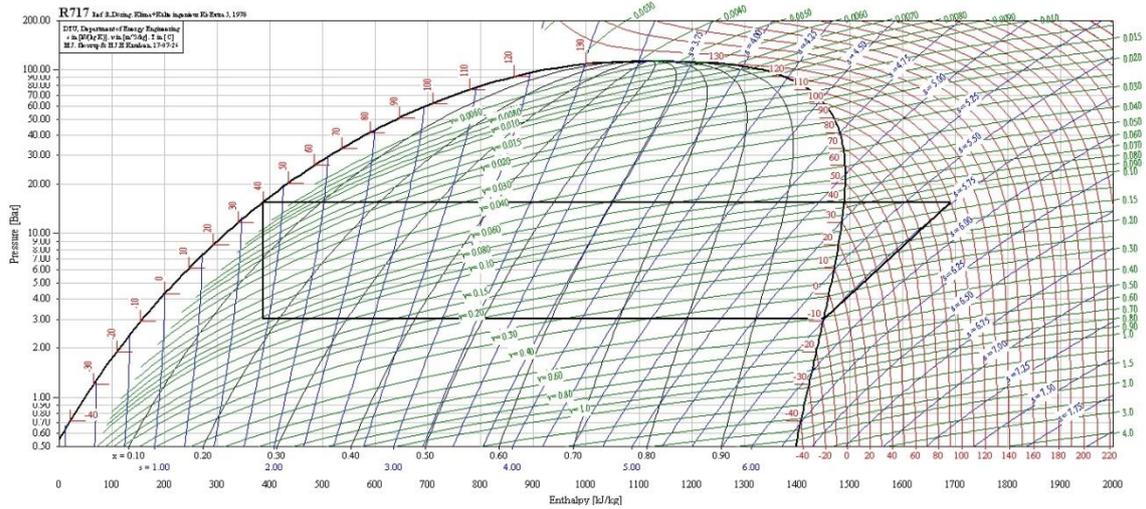
La única diferencia con el funcionamiento del sistema de descarche, es que los ventiladores del evaporador estarán en normal funcionamiento ya que el objetivo de la operación es proporcionar carga calorífica a la cámara y al producto.

Las necesidades de carga caloríficas para el proceso de aumento de la temperatura requerido en el proceso de desastringencia es de 99,62 kW por cámara.

8.6. Ciclo del circuito de refrigeración para una cámara

El ciclo para una de las cámaras en condiciones más desfavorables siendo la temperatura en el interior de la cámara de 1°C y la temperatura exterior de 40°C.

Para la conseguir la temperatura deseada en la cámara el evaporador funcionará a una temperatura de 10°C, menos, es decir a -9°C.



Ciclo R717 Circuito Camara			
Punto	P(bar)	T(°C)	H(kJ/kg)
1	3,028	-9,000	1456049,000
2	15,549	109,822	1691,373
3	15,549	40,000	386,420
4	3,028	-9,000	386043,000

9. Resumen general del presupuesto

9.1. Presupuesto de ejecución material

Capítulo	Importe
Capítulo 1 Movimientos de tierras	820,80
Capítulo 2 Estructura	98.670,49
Capítulo 3 Cubierta	12.742,92
Capítulo 4 Tabiquería	3.098,51
Capítulo 5 Fontanería	1.219,19
Capítulo 6 Saneamiento	2.323,00
Capítulo 7 Aislamiento	20.016,00
Capítulo 8 Seguridad	848,72
	139.739,63

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CIENTO TREINTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS.

9.2. Presupuesto de ejecución por contrata

Presupuesto de ejecución material	139.739,63
13% de gastos generales	18.166,15
6% de beneficio industrial	8.384,38
Suma	166.290,16
21% IVA	34.920,93
Presupuesto de ejecución por contrata	201.211,09

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de DOSCIENTOS UN MIL DOSCIENTOS ONCE EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS.

Valencia, 28 de julio de 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carbonell', with a long horizontal stroke extending to the right.

Luis Carbonell Zaragoza