



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

**PROYECTO DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA E
INSTALACIONES ELÉCTRICA, FRIGORÍFICA Y CONTRA
INCENDIOS DE UNA INDUSTRIA DE EXTRACCIÓN DE
ACEITES ESENCIALES Y PECTINAS DE RESIDUOS DE
NARANJA PARA EL PROCESADO DE 500 KG/H.**

Trabajo final de grado

Ingeniería alimentaria

Autor: Carlos Priego Correa

Tutor: Eduardo Hernández

Fecha: Julio 2018

Resum

Aquest Treball Final de Grau és un projecte en el qual s'elaboren les diferents instal·lacions (elèctrica, contraincendis i cambra frigorífica) d'una indústria dedicada a l'extracció d'olis essencials i pectines, a partir de la pela de taronja resultant de la fabricació de suc (subproducte). Aquesta indústria està situada al poble de Llivia que pertany a la província del Segrià (Lleida).

El projecte conté totes les dades necessàries per a la implantació d'aquesta indústria. Primer comprèn el càlcul (dimensionament) i disseny de la nau a partir de les dimensions mínimes calculades segons producció i maquinària imposada pel promotor.

Després de la distribució de la nau es procedeix al càlcul i disseny de les instal·lacions de l'equip de fred, la instal·lació elèctrica i les mesures contra incendis. Tot dissenyat a partir de la normativa vigent.

Finalment s'elaboren uns pressupostos per conèixer el cost de construcció de la nau així com dels diferents elements que componen les instal·lacions a elaborar.

El projecte també compta amb plànols que plasmen les diferents distribucions i instal·lacions.

Així doncs, el treball constarà de memòria, annexos de càlcul i explicatius, plànols i pressupostos.

Paraules clau: Extracció, pectines, subproducte.

Resumen

Este Trabajo Final de Grado es un proyecto en el que se elaboran las diferentes instalaciones (eléctrica, contraincendios y cámara frigorífica) de una industria dedicada a la extracción de aceites esenciales y pectinas, a partir de la cáscara de naranja resultante de la fabricación de zumo (subproducto). Esta industria está situada en el pueblo de Llivia que pertenece a la provincia del Segrià (Lleida).

El proyecto contiene todos los datos necesarios para la implantación de esta industria. Primero comprende el cálculo (dimensionado) y diseño de la nave a partir de las dimensiones mínimas estimadas según producción y maquinaria impuesta por el promotor.

Tras la distribución de la nave se procede al cálculo y diseño de las instalaciones del equipo de frío, la instalación eléctrica y las medidas contra incendios. Todo diseñado a partir de la normativa vigente.

Finalmente se elaboran unos presupuestos para estimar el coste de construcción de la nave así como de los diferentes elementos que componen las instalaciones a elaborar.

El proyecto también cuenta con planos que plasman las diferentes distribuciones e instalaciones.

Así pues, el trabajo constará de memoria, anejos de cálculo y explicativos, planos y presupuestos.

Palabras clave: Extracción, pectinas, subproducto.

Abstract

This Final Degree Project is a project that prepares the different facilities (electrical, fire-prevention and cold storage) of an industry devoted to the extraction of essential oils and pectin, from resulting orange peel of the manufacture of juice (by-product). This industry is located in the village of Llivia, which belongs to the province of the Segrià (Lleida).

The project contains all the information required for the implementation of this industry. First of all, the project includes the calculation (sizing) and design of the factory from the minimum dimensions estimated according to production and machinery imposed by the developer.

After the distribution of the factory, it proceeds to the calculation and design of the facilities of the cooling equipment, the electrical installation and the fire-fighting measures. All designed from the current regulations.

Finally, budgets are drawn up to estimate the construction cost of the factory as well as the different elements that make up the facilities to be developed.

The project also has plans that capture the different distributions and facilities.

Therefore, the work will consist of memory, calculation and explanatory annexes, plans and budgets.

Keywords: Extraction, pectin, by-product.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 1

- **MEMORIA**

- **ANEJOS**
 - Anejo I: Contexto mercado
 - Anejo II: Dimensionado planta
 - Anejo III: Instalación frigorífica
 - Anejo IV: Instalación contra incendios
 - Anejo V: Instalación luminaria
 - Anejo VI: Instalación eléctrica

DOCUMENTO 2

- **Planos**
 - Planos 1: Situación
 - Plano 2: Emplazamiento
 - Plano 3: Planta
 - Plano 4: Sección
 - Plano 5: Maquinaria
 - Plano 6: Instalación frigorífica
 - Plano 7: Instalación contra incendios
 - Plano 8: Instalación eléctrica y luminaria
 - Planos 9,10,11,12 y 13: Esquema unifilar

DOCUMENTO 3

- **Presupuestos**

DOCUMENTO 1

MEMORIA Y ANEJOS

ÍNDICE MEMORIA

1. OBJETO	7
2. ANTECEDENTES	7
3. BASES DEL PROYECTO	8
3.1. Objetivo.....	8
3.2. Condicionantes promotor.....	8
3.3. Condicionantes proyecto	8
3.4. Normativa y reglamento.....	9
4. INGENIERÍA DEL PROCESO	10
4.1. Producción prevista.....	10
4.2. Descripción proceso productivo.....	10
4.2.1. Obtención aceites esenciales.....	10
4.2.2. Obtención pectinas	11
4.3. Diagrama proceso	11
4.4. Maquinaria y equipos	13
4.4.1. Maquinaria aceites esenciales.	13
4.4.2. Maquinaria pectinas.....	13
5. DIMENSIONADO PLANTA	14
6. INSTALACIÓN EQUIPO FRIGORÍFICO	15
7. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	17
8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y LUMINARIA	17
8.1. Iluminación general	17
8.2. Iluminación emergencia	18
8.3. Instalación eléctrica.....	18
8.4. Conductores, canalización y protecciones.....	19
9. PRESUPUESTOS	20

1. Objeto

Es objeto de este proyecto el diseño de diferentes instalaciones de una planta de procesado de la cáscara de naranja, con una capacidad de 500 kg/h, situada en Llívia, en la comarca de Segrià, provincia de Lleida.

La localización del proyecto se refleja en el **Plano 1**.

El alcance del proyecto comprende:

- Diseño de la distribución en planta con una superficie máxima construible de 700 m².
- Diseño de la instalación frigorífica con una potencia de 4,31 kW.
- Diseño de la instalación eléctrica con una potencia instalada de 43,64 kW
- Diseño de la instalación contra incendios.
- Valoración a nivel de anteproyecto de la construcción

2. Antecedentes

La empresa promotora se dedica a la producción de zumo de naranja. Ha detectado la posibilidad que el mercado ofrece para el aprovechamiento de la cáscara de naranja mediante la extracción de pectinas y aceites esenciales. Este proceso, además de ofrecer la posibilidad de aumentar los beneficios económicos y el rendimiento que se da a la fruta, también disminuye el impacto ambiental que pueden ocasionar los residuos orgánicos.

La empresa dispone de unos terrenos adyacentes a la industria actual y propone la construcción y el diseño de una nave para el proceso de extracción.

3. Bases del proyecto

3.1. Objetivo

Este proyecto tiene como objetivo el aprovechamiento del subproducto procedente del procesamiento de naranjas para la producción de zumos industriales.

Se pretende valorizar el subproducto de la cáscara de naranja y disminuir el impacto ambiental que supone actualmente su gestión.

Se prevé una producción anual de 5.200 L/año de aceites esenciales y 41.600 Kg/año de pectinas.

3.2. Condicionantes promotor.

Los condicionantes impuestos por el promotor afectan al dimensionado del proceso productivo, especifica la maquinaria que debe utilizarse así como otros aspectos relacionados con las instalaciones.

En concreto,

- La planta debe diseñarse para una capacidad de 500 kg/h de materia prima
- La maquinaria viene impuesta por el promotor.
- La nave debe construirse en un espacio disponible junto a la nave actual, con una superficie construible de unos 700 m².

3.3. Condicionantes proyecto

La planta se encuentra en el mismo terreno que la ya existente para el procesado de zumo.

Dispone de los siguientes servicios:

- Red de abastecimiento de agua potable y de aguas pluviales.
- Alumbrado público y accesos pavimentados
- Red eléctrica y telefónica

3.4. Normativa y reglamento

Normativa referente a la industria:

- RD 486/1997, de 14 de Abril, por el que establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Normativa referente a la industria alimentaria

- RD 2484/1967, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el texto del Código Alimentario Español.
- Reglamento (CE) núm. 852/2004 del Parlamento Europeo y del consejo, de 29 de Abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios.

Normativa referente a la instalación frigorífica.

- Real Decreto 138/2011, aprobado el 4 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas y reglamentarias (RISIF).

Normativa referente a la instalación contraincendios

- RD 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales -RSCIEI-.
- RD 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6, MIE APQ-7.
- RD 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. Modificado por el Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre.
- RD 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Código técnico edificación (CTE), documento básico -seguridad y utilización y accesibilidad (SUA)-.
- Código técnico edificación (CTE), documento básico -seguridad en caso de incendio (SI)-.

Normativa referente a la instalación eléctrica

- RD 842/2002, de 2 de agosto, por el cual se aprueba el Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT), junto con sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- Norma UNE-HD 60364 "Instalaciones eléctricas en edificios".

4. Ingeniería del proceso

4.1. Producción prevista

Se diseña la instalación con una capacidad para procesar 500 kg/h de cáscara de naranja. Se prevé una producción de 2,5 kg/h de aceites esenciales y 20 kg/h de pectinas.

4.2. Descripción proceso productivo

4.2.1. Obtención aceites esenciales

Las cáscaras primero se lavan y se trocean hasta un tamaño de 4 cm² aproximadamente. Esta cáscara, debe ser introducida rápidamente al siguiente proceso ya que si se dejara almacenada se perderían muchos compuestos de los aceites y disminuiría la calidad y rendimiento de la pectina. Por lo tanto una vez reducida la cáscara a la medida deseada se pesa y se hace la destilación con vapor de agua a 90°C (se elige esta temperatura ya que una mayor produciría una degradación térmica de los aceites esenciales).

De esta extracción (destilación por arrastre de vapor) y posterior condensación se obtiene el residuo de la cáscara (que nos servirá para la obtención de pectinas) y una emulsión de agua y aceite que se separa fácilmente por decantación simple. Es importante recoger dicho aceite en frascos de color ámbar para evitar la posible descomposición del aceite por efecto de la luz.

Una vez obtenido el aceite es importante deshidratarlo (aumentando su pureza) y posteriormente filtrarlo. Para la deshidratación se incorpora sulfato de sodio en exceso (3 gr por cada 10 mL de aceite durante 30 minutos) y una vez deshidratado se filtra para eliminar dicho compuesto.

4.2.2. Obtención pectinas

Este proceso inicia con el residuo de la cáscara obtenido en la condensación. Esta cáscara se hidroliza en agua acidulada con ácido cítrico, a un pH de 2,8 durante 1 hora a una temperatura de 80°C. La relación cáscara: agua debe ser 1:2, al objeto de evitar aumentar el tiempo de concentración posterior.

Después de esta hidrólisis se filtra para separar el líquido obtenido de los restos de cáscara. Este líquido se concentra en un evaporador al vacío hasta una reducción del 33% del volumen introducido de líquido evitando que la temperatura supere los 40°C (degradación térmica pectina).

Posteriormente se adiciona etanol al 95% (proporción líquido:etanol 1:2) provocando la precipitación de la pectina que se separa por filtración. La pectina se deshidrata en el secador (40 °C) durante 15 h, para conseguir una humedad del 5%. Una vez obtenemos la pectina deshidratada se procede a su molienda y posterior envasado y almacenaje.

4.3. Diagrama proceso

Para una identificación más visual de los procesos en la **Figura 1** se muestra el diagrama de flujo para la obtención de estos dos productos a partir de la cáscara de naranja.

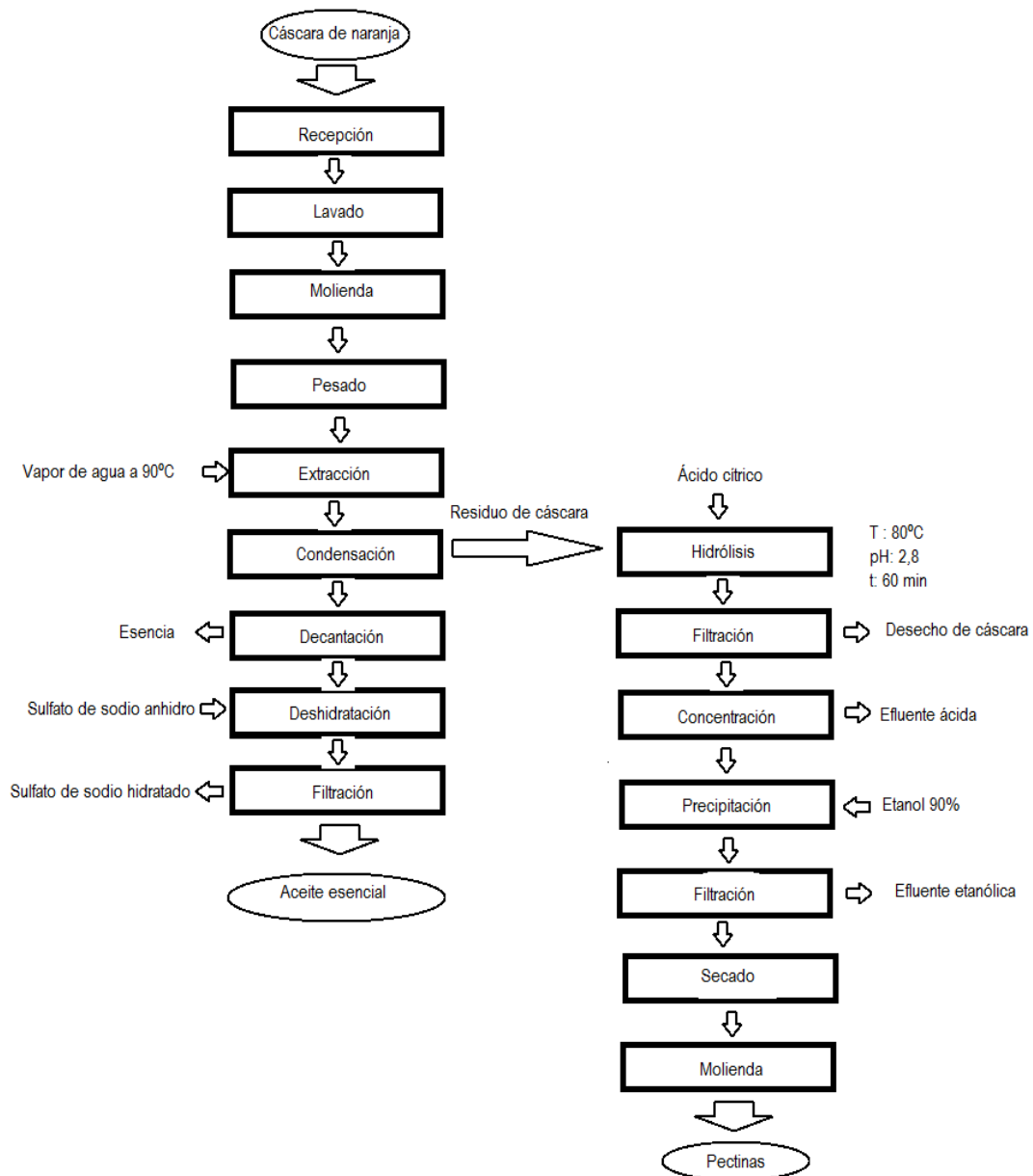


Figura 1. Diagrama de flujo para la extracción de aceites esenciales y pectinas. (Elaboración propia).

Como se observa en el diagrama anterior, ambos procesos se complementan, y se aprovecha el residuo de una parte del proceso de obtención de aceites para obtener pectinas.

4.4. Maquinaria y equipos

Todos los equipos son impuestos por el promotor y utilizan cómo fuente de alimentación la electricidad.

4.4.1. Maquinaria aceites esenciales.

La **Tabla 1** muestra los equipos en la línea de producción de los aceites esenciales.

Tabla 1. Maquinaria del obrador y potencia (kW).

Maquinaria	Función	Potencia (kW)
Lavadora automática con escaldado	Lavado y escaldado de la cáscara	1,30
Molino/cortadora	Cortado de la cáscara limpia	0,75
Destilador con vapor de agua con decantador	Extracción y posterior separación del agua	18

4.4.2. Maquinaria pectinas.

La **Tabla 2** muestra los equipos en la línea de producción de las pectinas.

Tabla 2. Maquinaria del obrador y potencia (kW).

Maquinaria	Función	Potencia (kW)
Tanque abierto con agitador	Inactivación enzimática e hidrólisis acida.	0,8
Evaporador al vacío	Concentrado de pectinas	7,1
Tanque cerrado	Precipitación con etanol	-
Secador	Deshidratación	0,9

Molino de bolas	Molido prealmacenaje	1,5
------------------------	----------------------	-----

5. Dimensionado planta

Teniendo en cuenta las dimensiones mínimas necesarias de las diferentes zonas que componen la nave se determina una superficie útil de 420 m² que se supondrá una superficie construida de 490 m².

En la **Tabla 3** se muestran las diferentes zonas que componen la planta y las superficies ocupadas por cada uno para estimar la superficie mínima de la planta.

Tabla 3. Superficie ocupada

Espacio	Superficie útil (m²)
Recepción	30
Cám. Frigorífica	15
Obrador	254
Almacén prod. Final	25
Almacén otros productos	25
Oficina	25
Vestuarios y aseos (2)	30
Salida prod.acabado	15
Total	420

El cálculo y justificación de espacios se encuentra más detallado en el **Anejo II**.

6. Instalación equipo frigorífico

Las características de la cámara frigorífica establecidas, se encuentran en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Características de la cámara frigorífica.

Superficie	15 m ²
Carga	10.000 kg/día
Refrigerante	407C
Situación	Lleida
Temperatura interior	15°C
Humedad producto	80%
Temperatura seca (TS)	35,6
Temperatura húmeda (TH)	22,3

A partir de esta información se realiza el balance térmico obteniéndose los valores que se indican en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Necesidades frigoríficas de la cámara

Parámetro	Potencia calorífica (kJ/día)
Calor transmisión (Q_{trans})	73.351,66
Calor renovación del aire (Q_R)	22.564,5
Calor del producto (Q_{prod})	185.000
Calor de personas (Q_{pers})	936
Calor luces y motores (Q_L)	540
Calor total (Q_T)	282.392,5
Calor cedido por el evaporador (Q_{evap})	28.239,25

A partir del calor cedido por el evaporador se obtiene el poder calorífico total (**4,31 kW**).

Además de la potencia calorífica requerida, para la selección de equipos se debe tener en cuenta otros datos como la temperatura de evaporación ($T_{\text{evap}}=7,6\text{ °C}$) y la temperatura de condensación ($T_{\text{cond}}= 50,6\text{ °C}$).

En la **Tabla 6** se muestra la elección de equipos y la potencia necesaria para su funcionamiento

Tabla 6. Elección de equipo de frío

Equipo	Descripción
Compresor	Compresor hermético de pistones modelo BEIJER FH5522 accionado por e/m con una potencia frigorífica de 4,54 kW y una potencia eléctrica requerida de 1,3 kW.
Evaporador	Evaporador modelo ECO CTE 113H3 con un ventilador de 250 mm de diámetro ,una capacidad nominal de 5 kW y una potencia eléctrica requerida de 75 W.
Condensador	Condensador modelo ECO TKE 351A3 con una capacidad térmica de 7,32 kW y una potencia eléctrica requerida de 180 W.

Otros valores necesarios para esta instalación son los pertenecientes al dimensionado de las diferentes tuberías de refrigeración, los resultados están indicados en la **Tabla 7**.

Tabla 7. Dimensionado de las tuberías del circuito de refrigeración

Tubería	Longitud equivalente (m)	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)
Aspiración	10	10	8
Circuito líquido	14	6	4
Descarga de gas	2	6	4

Los cálculos detallados de la instalación de la cámara frigorífica se incluyen en el **Anejo III**.

7. Instalación contra incendios

Este establecimiento es de **Tipo C** con un nivel de riesgo intrínseco **medio-5**. Según estos parámetros, se han implementado las medidas pasivas y activas pertinentes cumpliendo el Reglamento (RSCIEI). Las medidas constan básicamente en colocación y señalización de:

- Cuatro extintores
- Cuatro pulsadores manuales de alarma,
- Tres rótulos de la señalización de la instalación,
- Dos sirenas
- Alumbrado de emergencia

Los detalles sobre la instalación y la localización de dichos elementos se incluyen en el **Anejo IV** y el **Plano 7**, respectivamente.

8. Instalación eléctrica y luminaria

La instalación eléctrica se ha elaborado cumpliendo con el Reglamento de Baja Tensión.

8.1. Iluminación general

Para la iluminación del obrador, se han elegido dos tipos de fluorescentes de la marca GEWISS IP55:

- GW80166: De 116 W y 10.800 lm.
- GW80002: De 36 W y 3.450 lm.

El tipo de fluorescentes elegido varía según la iluminación mínima de cada zona y la extensión de ésta. Toda la luminaria tienen una estanqueidad alta (IP>40), con lo que se evita posibles problemas de entrada de humedad en los tubos.

En la **Tabla 8** se indica el número de fluorescentes en cada sección, la luminaria elegida en cada caso y la potencia necesaria para el alumbrado.

Tabla 8. Luminaria de la nave

Tipo	Zona	Núm. Lámparas.	Cantidad total
GEWISS GW80166 ZNT (2x58W)	Recepción	6	29
	Obrador	20	
	Oficina	3	
GEWISS GW80002 ZNT (1x36)	Cámara frigorífica	4	37
	Almacenes	12	
	Vestuarios	12	
	Pasillo	9	

Todos los cálculos de la luminaria y la distribución de los fluorescentes se muestran en el **Anejo V** y **Plano 8**.

8.2. Iluminación emergencia

Para la iluminación de emergencia se utilizarán 13 lámparas “Legrand serie NT65 TL8W” de 8 W y 240 Lm con 1h de autonomía. Siguiendo las condiciones propuestas en el RD 2267/2004.

8.3. Instalación eléctrica

Se solicita a la compañía eléctrica Iberdrola una tensión de **400/230 V** y una frecuencia de 50Hz. La potencia contratada es de **43,64 kW**.

El cuadro general se encuentra en la entrada del personal a la fábrica, que alimenta a los 6 subcuadros que alimentan las diferentes líneas de la planta.

Las líneas deben de cumplir las diferentes condiciones eléctricas según el RD 842/2002. La comprobación de estos cálculos se encuentra en el **Anejo VI** de instalación eléctrica.

A continuación en la **Tabla 9**, se muestran los parámetros eléctricos de los diferentes subcuadros (SC):

Tabla 9. *Parámetros eléctricos de los subcuadros.*

SC	Zona	Tipo	Potencia (W)	IB (A)	PIA (A)	Sección (mm ²)	Iz (A)
1	Recepción, cámara frigorífica y vestuarios.	Monof.	4.516	19,6	25	10	57
2	Equipo de frío	Trif.	1.555	2,2	10	6	20
3	Almacenes	Monof.	560	2,4	10	6	24
4	Obrador	Monof.	3.544	15,4	16	6	24
5	Maquinaria	Trif.	30.350	43,8	50	6	65
6	Oficinas	Monof.	1.414	6,1	10	6	24
7	Pasillos	Monof.	1.538	6,7	10	6	24

Los cálculos justificativos se encuentra en el **Anejo VI**, mientras que la disposición de los distintos receptores y los esquemas unifilares se muestran en los **Planos 8 a 12**.

8.4. Conductores, canalización y protecciones

- Conductores. Los conductores considerados en esta instalación eléctrica son de polietileno reticular (XLPE) **RZ1-K 0,6/1kV** (UNE 21123-4) para líneas generales de alimentación (ITC-BT 14).
- Canalización y bandejas. La sección de los tubos se calcula según la Tabla 9 de la ITC-BT-21. Las bandejas utilizadas son de **tipo E**.
- Protecciones. Se utilizarán PIAs, interruptores diferenciales y tomas de tierra para proteger de cortocircuitos, sobrecargas y contactos directos e indirectos.

Todo lo referente a conductores, canalización y protecciones (número, potencias, secciones...) se indica de forma detallada en los esquemas unifilares.

9. Presupuestos

	PRESUPUESTOS PARCIALES	PRECIO (€)
1	OBRA CIVIL	171.500
2	INSTALACIÓN FRIGORÍFICA	3.270,26
3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	15.204,46
4	INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS	441,90
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN (PEM)	190.416,62
	Gastos general (13%)	24.754,16
	Beneficio Industrial (6%)	11.425
	TOTAL	226.595,78
	IVA (21%)	47.585,11
	PRESUPUESTO TOTAL POR CONTRATA	274.180,89

Este presupuesto de ejecución por contrata asciende a doscientos setenta y cuatro mil ciento ochenta euros con ochenta y nueve céntimos (274.180,89 €.)

CARLOS PRIEGO CORREA

Castelldefels Junio 2018



ANEJOS

ÍNDICE ANEJOS:

- Anejo I: Contexto mercado
- Anejo II: Dimensionado planta
- Anejo III: Instalación frigorífica
- Anejo IV: Instalación contra incendios
- Anejo V: Instalación luminaria
- Anejo VI: Instalación eléctrica



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

ANEJO I

CONTEXTO MERCADO

Autor: Carlos Priego Correa

Tutor: Eduardo Hernández

Fecha: Julio 2018

SUMARIO

1. CONTEXTO MATERIA PRIMA	4
2. CONTEXTO PRODUCTO ELABORADO	5
2.1 Aceites esenciales	5
2.2 Pectinas	7

1. Contexto materia prima

Para elaborar un proyecto en el cuál se depende exclusivamente de la cáscara de naranja no utilizada en la industria zumera, es importante el conocer la situación del mercado de esta fruta.

La producción anual 2016-2017 de cítricos en Cataluña, es la cuarta más significativa de España después de C.Valenciana, Andalucía y Murcia. A partir de dicha producción y conociendo los porcentajes dedicados a la industria del zumo y la cantidad de subproducto, se puede hacer una estimación de la cantidad de subproducto generada en Cataluña.

En la **Tabla 1** se muestra una estimación de la cantidad de cáscara de naranja que se genera como subproducto procedente de la industria zumera.

Tabla 1. Producción y subproducto generado en Cataluña

Producto	Producción anual (toneladas)	Industria del zumo (70%)	Subproducto (50%)
Cítricos	195.000	136.500	68.250

En la Tabla 1, se observa que aproximadamente se crean como subproducto de la industria zumera 68.250 toneladas de cáscara de naranja.

Dicho subproducto está formado por la piel (60-65%), fragmentos de fruto (30-35%) y semillas (0-10%).

2. Contexto producto elaborado

Además de conocer la situación del mercado de la materia prima de nuestra industria, también es importante conocer la situación del mercado de los productos finales que vamos a elaborar, ya que necesitamos comprobar que existen salidas viables para los aceites esenciales y las pectinas.

2.1 Aceites esenciales

Los aceites esenciales (AE) han adquirido un renovado interés gracias a sus potentes y variadas cualidades odorantes.

Dentro del campo de la perfumería industrial (detergentes, ambientadores), su uso se intentó sustituir por el de compuestos orgánicos sintetizados químicamente que aportaban algunas cualidades similares, aunque su interés se ha recuperado en los últimos años gracias a las propiedades extra (bactericidas) que aportan los AE de origen natural.

En cuanto al sector de la perfumería de tocador, el valor y uso de los AE naturales ha aumentado considerablemente últimamente, gracias al creciente interés de los consumidores por los productos de origen natural. Sus propiedades aromáticas, unidas a las medicinales, hacen que también sean ampliamente usados por la industria cosmética, en productos para el cuidado e higiene personal, o en aplicaciones como la aromaterapia. En el ámbito de la medicina son ampliamente usados gracias a sus propiedades biocidas (bactericidas, viricidas y fungicidas). Numerosos estudios han puesto de relieve los efectos antimicrobianos de los AE, incluso contra las bacterias más resistentes.

En hospitales y centros de salud, los AE son ampliamente utilizados para luchar contra las infecciones nosocomiales, como líquido de limpieza para la desinfección de superficies y equipos médicos, o como aerosol, en las salas de operación y salas de espera, para controlar la limpieza de aire y limitar los contaminantes.

Su composición química compleja, compuesta por más de 100 compuestos terpénicos diferentes, les otorga un amplio espectro de actividad antimicrobiana (antibacterianos, antifúngicos, antivirales, control de plagas, repelentes de insectos).

En la industria farmacéutica, los AE están incluidos en la fórmula de muchos productos, y son ampliamente usados en píldoras, pomadas, cremas, jarabes, supositorios, aerosoles y espráis. El número de preparados que incluyen AE está en crecimiento constante, en el mismo grado que la investigación y los laboratorios consiguen aislar y definir los posibles usos de los numerosos compuestos que conforman los AE.

La industria alimentaria también presenta una creciente demanda de AE, debido a sus importantes aplicaciones como saborizantes, aromatizantes y colorantes de bebidas y alimentos. Además, en los últimos años, se ha expandido su uso como conservantes de alimentos, y en la lucha contra los patógenos que generan intoxicación alimentaria peligrosa (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Clostridium perfringens*, *Pseudomonas putida* y *Staphylococcus aureus*).

Numerosos estudios han demostrado la eficiencia de los AE en dosis bajas en la lucha contra los patógenos bacterianos encontrados en la industria alimentaria.

En la última década, ha habido un aumento de la preocupación pública sobre el uso de antibióticos en la alimentación del ganado debido a la aparición de bacterias resistentes a los antibióticos y su posible transmisión de la ganadería a los seres humanos. De hecho, en la Unión Europea, el uso de antibióticos sintéticos, y de potenciadores del crecimiento y la salud, como aditivos en la alimentación del ganado, está prohibida desde 2006. En este contexto, los AE han mostrado ser una alternativa interesante debido a su actividad antimicrobiana bien conocida y documentada. Los AE contienen compuestos con propiedades biocidas y antivíricas que se pueden utilizar como sustitutos a las sustancias de síntesis en el ganado.

Otras aplicaciones comunes de los AE son: los tejidos técnicos para uso médico, como repelentes de insectos, como colorantes, vitaminas, agentes antimicrobianos, materiales de cambio de fase y aplicaciones médicas, tales como antibióticos, hormonas y otros fármacos.

2.2 Pectinas

La pectina es uno de los estabilizadores más versátiles del mercado. Es gelificante, espesante y estabilizante, estos atributos hacen que sea un aditivo esencial en la fabricación de muchos alimentos. (IPPA International Pectin Producers Association, 2001). Tradicionalmente la pectina ha sido usada principalmente en la elaboración industrial y doméstica de mermeladas y jaleas de fruta, y también en la elaboración de productos con o sin azúcar.

La pectina proporciona la textura deseada, limita la creación de agua o jugos en la superficie de los productos y también distribuye la fruta dentro del producto.

El uso de la pectina actualmente es amplio, a continuación se mencionan algunas de sus aplicaciones (IPPA International Pectin Producers Association, 2001)

- Para la elaboración de jaleas, mermeladas y postres de fruta.
- En panadería, rellenos y coberturas para su elaboración con frutas.
- En leches acidificadas, bebidas proteicas y para espesar los yogures.
- Usos médicos y farmacéuticos.



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

ANEJO II

DIMENSIONADO OBRADOR

Autor: Carlos Priego Correa

Tutor: Eduardo Hernández

Fecha: Julio 2018



ÍNDICE

1. CÁLCULO DIMENSIONES MÍNIMAS	2
1.1. Dimensionado obrador.....	3
1.2. Dimensionado cámara frigorífica.....	4
1.3. Dimensionado almacén producto acabado.....	5
2. DIMENSIONADO PLANTA	6

1. Cálculo dimensiones mínimas

1.1. Dimensionado obrador

Para el dimensionado del obrador, a las dimensiones en planta de cada máquina se le suman unas holguras que pueden variar desde 0,45 a 0,6 metros dependiendo del tipo de máquina y de si es zona de paso obligado y de inspección por parte del personal.

Obtenidas las dimensiones de la maquinaria con holgura incluida, se multiplica por un coeficiente de ponderación que varía entre 1,5 y 2.

La ponderación de estas dos variables, es a criterio del proyectista, y en este caso se aplicarán las siguientes

- Holgura maquinaria: 0,5
- Coeficiente de ponderación: 1,6

El área mínima que necesitamos para la el obrador son **250 m²**.

En la **Tabla 1** se muestran la superficie ocupada por los equipos y se aplica el coeficiente de ponderación para establecer las dimensiones mínimas de la planta.

Tabla 1. Dimensionado planta.

Equipo	Ancho (m)	Ancho + holgura (m)	Largo (m)	Largo + holgura	Área ocupada (m ²)
--------	-----------	---------------------	-----------	-----------------	--------------------------------

(m)

Lavadora	3	3,5	1	1,5	5,25
Cortadora	0,8	1,3	0,7	1,2	1,56
Destilador con separador	0,6	1,1	1	1,5	1,65
Tanque abierto con agitador	1	1,5	0,92	1,42	2,13
Evaporador al vacío	6	6,5	3,5	4	26
Tanque cerrado	0,98	1,48	0,98	1,48	2,19
Secador	1,55	1,7	1,2	1,7	3,48
Molino de bolas	0,5	1	0,5	1	1
Área mínima necesaria (m²)					153,78
Coefficiente de ponderación					1,6
Área mínima ponderada (m²)					246

1.2. Dimensionado cámara frigorífica

La cámara frigorífica de esta industria tiene la función de mantener la materia prima en óptimas condiciones si se diera el caso de tener que almacenarla. Esto nos asegura no perder recursos en caso de parada en el proceso productivo.

Conociendo la densidad de la cáscara de naranja, se determina que espacio ocupará según el volumen que deseamos almacenar.

La densidad de la cáscara de naranja es de 1,05 g/cm³, determinamos el área que ocuparán las cajas de 100 kg.

$$100.000g \times \frac{1 \text{ cm}^3}{1,05 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1.000.000 \text{ cm}^3} = 0,10 \text{ m}^3$$

Las cajas para almacenar 100 kg de cáscara de naranja tendrían unas dimensiones de 0,5 x 0,5 x 0,5 m = 0,125 m³ (>0,10 m³)

Se procesarán 500 kg/h de cáscara y queremos asegurar una capacidad mínima para una parada de producción de 24 h.

$$\frac{0,125 \text{ m}^3}{\text{caja}} \times \frac{5 \text{ cajas}}{\text{hora}} \times 24 \text{ horas} = 15 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el espacio ocupado por las cajas será de 15 m³. A criterio del proyectista, se aumenta un 50% este volumen para asegurar que se cumplen las distancias entre mercancía y suelo y otros parámetros. Por lo tanto el volumen mínimo de la cámara debe ser de 22,5 m³

1.3. Dimensionado almacén producto acabado

Para el dimensionado del almacén de producto acabado se utiliza el mismo método que para el dimensionado de la cámara.

En este caso se calcula el volumen necesario para almacenar durante cinco días el producto acabado de pectinas y de aceites esenciales.

Aceites esenciales

El producto acabado se envasa en botellas de 10 mL, con unas dimensiones de 10 x 2 x 2 cm, se almacenan 50 (0,5 L) de estas botellas en cajas de 0,25x 0,2x 0,2 m = 0,01 m³.

Teniendo en cuenta que la producción de aceite es de 2,5 L/h (5 cajas) y se fija un tiempo de almacenaje de 5 días (120 horas):

$$\frac{0,01 \text{ m}^3}{\text{caja}} \times \frac{5 \text{ cajas}}{h} \times 120 \text{ h} = 6 \text{ m}^3$$

Por lo tanto el volumen ocupado por las cajas será de 6 m³.

Pectinas

El producto final se guardará en sacos de 20 kg. Cada saco con unas dimensiones de 1 x 0,6 x 0,6= 0,36 m³. Por lo tanto si el tiempo a almacenar es de 120 h.

$$\frac{0,36 \text{ m}^3}{h} \times 120 \text{ h} = 43,2 \text{ m}^3$$

Por lo tanto para el almacenaje del producto acabado (aceites esenciales y pectinas) necesitaremos 49,2 m³. Le aplicamos un 50% a criterio de proyectista para asegurarnos tener la capacidad suficiente y los espacios entre materias debidos y en este caso también espacio que no dificulte las acciones de entrada, almacenaje y salida del producto final.

Aplicando este coeficiente, determinamos que la cámara debe tener un mínimo de 73,8 m³.

Al conocer la altura de la planta (3,5 m), se determinan una superficie de 5 x 5 m.

2. Dimensionado planta

Teniendo en cuenta las dimensiones mínimas necesarias del obrador y las diferentes zonas que componen la planta, se estima que la nave debe tener una superficie superior a los **420m²**.

En la **Tabla 2** se muestran las diferentes zonas que componen la planta y las superficies ocupadas por cada uno para estimar la superficie mínima de la planta.

Tabla 2. Superficie ocupada

Espacio	Longitud paredes (m)	Superficie útil (m ²)
---------	----------------------	-----------------------------------

Recepción	10 x 3	30
Cámara Frigorífica	5 x 3	15
Obrador	19 x 13	254
Almacén prod. Final	5 x 5	25
Almacén otros productos	5 x 5	25
Oficina	5 x 5	25
Vestuarios y aseos (2)	5 x 3 (x2)	30
Salida producto acabado	5 x 3	15
Total		420 m²

Como se observa en la Tabla 2, la superficie útil necesaria para esta planta es de 420 m². La nave elegida constará de **490 m² (Plano 3)**, un espacio suficiente para establecer la planta con la producción deseada y que daría flexibilidad a futuras modificaciones.



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

ANEJO III

INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

Autor: Carlos Priego Correa

Tutor: Eduardo Hernández

Fecha: Julio 2018



ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. CARACTERÍSTICAS CÁMARA FRIGORÍFICA.	3
2.1 Características principales	3
2.2 Temperatura y humedad	3
2.3 Condiciones exteriores	3
3. NORMATIVA Y CARACTERÍSTICAS REFRIGERANTE	5
3.1. Reglamentación	5
3.2. Clasificación refrigerante	5
4. CÁLCULO NECESIDADES FRIGORÍFICAS	6
5. CICLO DE REFRIGERACIÓN	11
6. SELECCIÓN EQUIPOS FRIGORÍFICOS	16
6.1. Compresor/ Unidad condensadora	16
6.2. Evaporador	18
6.3. Condensador	20
6.4. Recipiente líquido	24
7. DIMENSIONADO TUBERÍAS	25
7.1. Circuito aspiración	25
7.2. Circuito líquido	27
7.3. Circuito descarga	28
8. TEWI	30

1. Objeto

El presente documento tiene como objeto el dimensionado de una cámara frigorífica para la conservación de cáscara de naranja obtenidas del procesado de la industria de zumo de naranja o cítricos.

2. Características cámara frigorífica.

2.1 Características principales

Las características de la cámara frigorífica establecidas, se encuentran en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Características cámara frigorífica.

Superficie	15 m ²
Carga	2.800 T/año
Días laborables	280
Carga diaria	10.000 kg
Refrigerante	407C
Situación	Lleida

2.2 Temperatura y humedad

En la presente industria se elaboran aceites esenciales y pectinas. La cámara frigorífica tiene la función de mantener la cáscara de naranja a una temperatura de 15°C y una humedad relativa del 80% para evitar la pérdida de calidad de los aceites esenciales y de las pectinas.

2.3 Condiciones exteriores

Estas condiciones climáticas se obtienen a partir de diferentes observatorios repartidos por el territorio. Para conocer las condiciones exteriores de este proyecto, se tendrán en cuenta los datos del observatorio más próximo a la planta.

Existe un observatorio en Lleida, por lo tanto los cálculos se basan en los datos de éste para determinar la temperatura seca y húmeda exterior máxima.

En la **Figura 1** se muestran los datos del observatorio.

Provincia	Estación		Indicativo				
Lleida	Lleida (Observatori 2)		9771C				
UBICACIÓN: AEROPUERTO			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO				
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
192	41°37'33"	00°35'42"E	83,944	14,602	9,358		
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)							
TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoín (%)	OMA (°C)		
-9,8	-4,4	-2,8	10,0	95,5	40,0		
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)
39,5	35,6	22,3	34,0	22,2	32,4	22,0	17,2
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)		
24,0	24,0	23,1	23,1	22,6	22,6		

Figura 1. Temperatura seca y temperatura húmeda exterior.

Como se observa en la figura anterior, los datos del observatorio son útiles para el cálculo de proyectos de refrigeración. Los datos de interés en este caso son las temperaturas de bulbo seco (35,6) y de bulbo húmedo (22,3).

A partir de dichos datos, la humedad relativa (80%) y la temperatura (15°C) que requiere la cámara se obtiene la entalpía del aire interior y exterior con ayuda del gráfico psicrométrico (Figura 2).

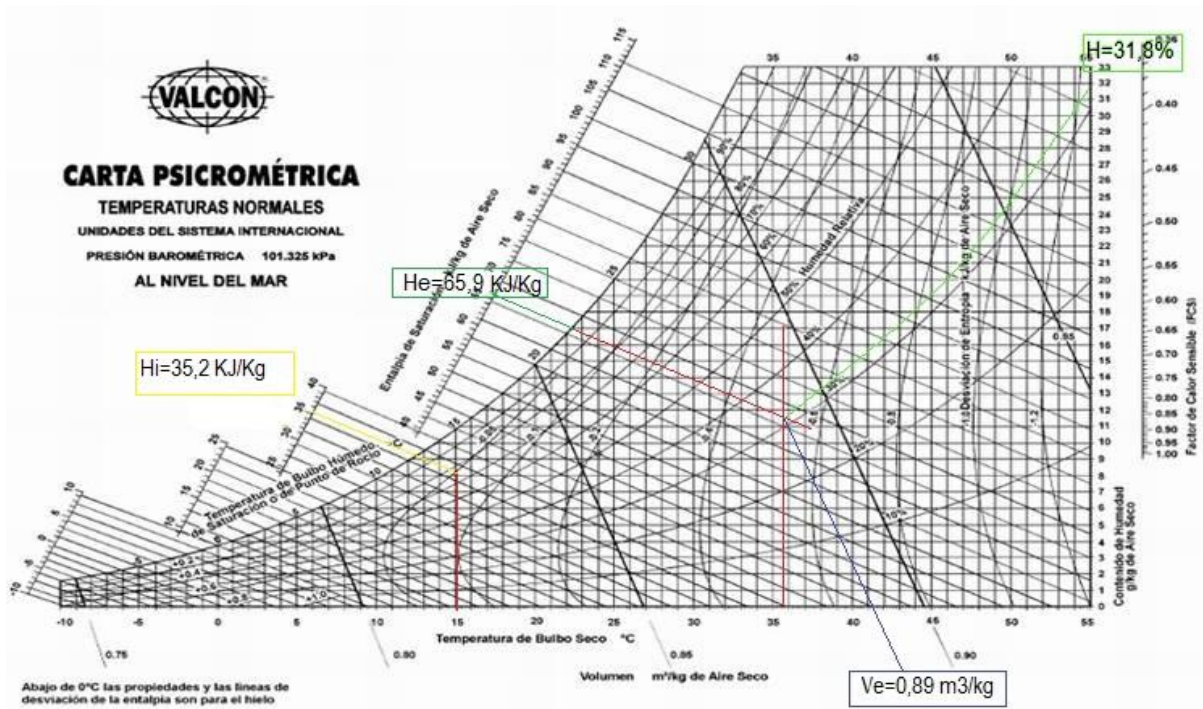


Figura 2. Diagrama psicrométrico.

Los datos de interés para el proyecto obtenidos de la tabla son la humedad relativa del aire (H.R), la entalpía del aire interior (Hi) y exterior (He) y el volumen específico (Ve).

Tabla 2. Datos diagrama psicrométrico.

H.R (%)	He (KJ/Kg)	Hi (KJ/Kg)	Ve (m3/Kg)
31,8	65,9	35,2	0.89

Después de determinar las temperaturas y las entalpías de nuestro sistema, podemos elaborar una tabla con sus características principales (**Tabla 3**).

Tabla 3. Características principales.

Temperatura almacenaje	15°C
Temperatura seca (TS)	35,6°C
Temperatura húmeda (TH)	22,3°C
Humedad relativa almacenaje	80%
Humedad relativa del aire	31,8%
He	65,9 kJ/kg
Hi	35,2 kJ/kg
Volumen específico	0,89 m ³ /kg

3. Normativa y características refrigerante

3.1. Reglamentación

La normativa que se ha considerado es el Real Decreto 138/2011, aprobado el 4 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas y reglamentarias (RISIF).

3.2. Clasificación refrigerante

Los refrigerantes se clasifican en grupos de acuerdo con sus efectos sobre la salud y la seguridad, tal y como establece el artículo 4.2 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas. Además, esta clasificación es según el grado de inflamabilidad y toxicidad.

El gas refrigerante 407C se clasifica como grupo de seguridad A1. El grupo A indica toxicidad que, bajo las pautas del RSIF, significa que este refrigerante no presenta efectos adversos para la mayoría de los trabajadores que pueden estar expuestos al refrigerante durante una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas semanales. Su concentración es igual o superior a una media de 400ml/m³ [400ppm (V/V)]. El grupo 1 hace referencia a la inflamabilidad e implica que este refrigerante no es inflamable en estado de vapor a cualquier concentración en el aire (**Figura 3**).

Clasificación	Grupo L	Grupo seguridad	Refrigerante 2) N.º	DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Práctico 4) 5) kg/m ³	Punto de ebullición a 1,013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento atmosférico 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasif. según: 8) REP
									Temp. Auto-ignición °C	Límites de inflamabilidad		Temp. Auto-ignición °C			
										Limite inferior kg/m ³ % v/v	Limite superior kg/m ³ % v/v				
1	A1 / A1	R-404A ⁽¹¹⁾	R-125/143a/134a (44/52/4)	CF3CHF2+ CF3CH3+ CF3CH2F	97.6	0.48	-46.5 a -45.7	728	-	-	-	-	3 260	0	2
1	A1 / A1	R-405A	R-22/152a/142b/C318 (45/7/5.5/42.5)	CHClF2+ CHF2CH3+ CH3CClF2+ C4F8 ⁽¹⁰⁾	111.9	*	-32.8 a -24.4	*	-	-	-	-	4 480	0.028	2
1	A1 / A1	R-407A ⁽¹¹⁾	R-32/125/134a (20/40/40)	CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F	90.1	0.33	-45.2 a -38.7	685	-	-	-	-	1 770	0	2
1	A1 / A1	R-407B ⁽¹¹⁾	R-32/125/134a (10/70/20)	CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F	102.9	0.35	-46.8 a -42.4	703	-	-	-	-	2 280	0	2
1	A1 / A1	R-407C ⁽¹¹⁾	R-32/125/134a (23/25/52)	CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F	86.2	0.31	-43.8 a -36.7	704	-	-	-	-	1 520	0	2

Figura 3. Clasificación refrigerante.

4. Cálculo necesidades frigoríficas

Las necesidades frigoríficas de la cámara se calculan mediante la siguiente expresión:

$$Q_T = Q_{trans} + Q_R + Q_{prod} + Q_{pers} + Q_L$$

a) Calor de transmisión (Q_{trans})

$$Q_{trans} = A * U * \Delta T$$

Dónde:

A= área de las superficies que pueden transmitir calor (m²).

U= coeficiente global transmisión (W/m²K).

ΔT = incremento de temperatura (K).

En la **Tabla 4** se muestran los datos necesarios para el cálculo de calor de transmisión.

Tabla 4. Datos calor de transmisión.

Parámetro	Justificación/Cálculo	Valor
A	<p>Área suelo: longitud pared mayor * longitud pared menor = $5\text{ m} * 3\text{ m} = 15\text{ m}^2$</p> <p>Área paredes: longitud pared mayor * altura * 2 + longitud pared menor * altura * 2 $5\text{ m} * 3,5\text{ m} * 2 + 3\text{ m} * 3,5\text{ m} * 2 = 56\text{ m}^2$</p> <p>Área techo = Área suelo = 15 m^2</p>	56 m ²
U	$U = \frac{\lambda}{e}$ <p>λ :La lambda se obtiene a partir de la ficha técnica de los paneles con los que se construirá la cámara.</p> <p>e: El valor de e se obtiene también a partir de los datos del fabricante. Se escoge el valor más próximo por exceso.</p> $U = \frac{\lambda}{e} = \frac{0,021}{0,04} = 0,525\text{ W/m}^2\text{K}$	0,525 W/m ² K
ΔT	$\Delta T_{\text{paredes+techo}} = TS_{0,4} - T_{\text{almacenamiento}} =$ $35,6 - 15 = 20,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\Delta T_{\text{suelo}} = \frac{TS_{0,4} + 15}{2} - T_{\text{almacenamiento}}$ $\frac{(35,6 + 15)}{2} - 15 = 10,3\text{ }^{\circ}\text{C}$	20,6 K 10,3 K

$$Q_{\text{paredes + techo}} = (56 + 15) * 0,525 * 20,6 = 767,86\text{ W}$$

$$767,86\text{ W} * 3,6 \frac{\text{kJ}}{\text{Wh}} * 24 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 66.343,54 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

$$Q_{\text{suelo}} = 15 * 0,525 * 10,3 = 81,11\text{ W}$$

$$81,11\text{ W} * 3,6 \frac{\text{kJ}}{\text{Wh}} * 24 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 7.008,12 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

$$Q_{\text{trans}} = Q_{\text{paredes + techo}} + Q_{\text{suelo}} = 66.343,54 + 7.008,12 = \mathbf{73.351,66} \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

b) Calor de renovación del aire (Q_R)

$$Q_R = V \cdot (h_e - h_i) \cdot \rho \cdot N$$

Dónde:

V = volumen cámara (m^3).

h_e = entalpía del aire exterior (kJ/kg).

h_i = entalpía interior del aire (kJ/kg).

ρ = densidad del aire que entra (kg/m^3).

N = Número de renovaciones según el volumen de la cámara.

En la **Tabla 5** se muestran los datos necesarios para el cálculo de calor de renovación de aire.

Tabla 5. Datos renovación de aire.

Parámetro	Justificación/Cálculo	Valor																																																																																														
V	$V = \text{superficie} \cdot \text{altura}$ $V = 15m^2 \cdot 3,5m$	52,5 m^3																																																																																														
h_e	A partir del diagrama psicométrico (Figura 2.)	65,9 kJ/kg																																																																																														
h_i	A partir del diagrama psicométrico (Figura 2.)	35,2 kJ/kg																																																																																														
P	$\rho = 1/v$, donde v es el volumen específico del aire que entra (m^3/kg). Dato obtenido a partir del diagrama psicométrico i (Figura 2.)	1,12 (kg/m^3)																																																																																														
N	La cámara tiene un volumen de 52,5 m^3 , se estima el número de renovaciones a partir de la media entre los dos valores más cercanos: <table border="1" data-bbox="486 1500 1165 1803"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Volumen cámara (m^3)</th> <th colspan="2">Renovaciones aire día</th> <th rowspan="2">Volumen cámara (m^3)</th> <th colspan="2">Renovaciones aire día</th> </tr> <tr> <th>conservación</th> <th>congelación</th> <th>conservación</th> <th>congelación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2,5</td><td>52</td><td>70</td><td>100</td><td>6,8</td><td>9</td></tr> <tr><td>3,0</td><td>47</td><td>63</td><td>150</td><td>5,4</td><td>7</td></tr> <tr><td>4,0</td><td>40</td><td>53</td><td>200</td><td>4,6</td><td>6</td></tr> <tr><td>5,0</td><td>35</td><td>47</td><td>250</td><td>4,1</td><td>5,3</td></tr> <tr><td>7,5</td><td>28</td><td>38</td><td>300</td><td>3,7</td><td>4,8</td></tr> <tr><td>10</td><td>24</td><td>32</td><td>400</td><td>3,1</td><td>4,1</td></tr> <tr><td>15</td><td>19</td><td>26</td><td>500</td><td>2,8</td><td>3,6</td></tr> <tr><td>20</td><td>16,5</td><td>22</td><td>600</td><td>2,5</td><td>3,2</td></tr> <tr><td>25</td><td>14,5</td><td>19,5</td><td>800</td><td>2,1</td><td>2,8</td></tr> <tr><td>30</td><td>13</td><td>17,5</td><td>1000</td><td>1,9</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>40</td><td>11,5</td><td>15</td><td>1500</td><td>1,5</td><td>1,95</td></tr> <tr><td>50</td><td>10</td><td>13</td><td>2000</td><td>1,3</td><td>1,65</td></tr> <tr><td>60</td><td>9</td><td>12</td><td>2500</td><td>1,1</td><td>1,45</td></tr> <tr><td>80</td><td>7,7</td><td>10</td><td>3000</td><td>1,05</td><td>1,30</td></tr> </tbody> </table> $N = \frac{13 + 12}{2} = 12,5$	Volumen cámara (m^3)	Renovaciones aire día		Volumen cámara (m^3)	Renovaciones aire día		conservación	congelación	conservación	congelación	2,5	52	70	100	6,8	9	3,0	47	63	150	5,4	7	4,0	40	53	200	4,6	6	5,0	35	47	250	4,1	5,3	7,5	28	38	300	3,7	4,8	10	24	32	400	3,1	4,1	15	19	26	500	2,8	3,6	20	16,5	22	600	2,5	3,2	25	14,5	19,5	800	2,1	2,8	30	13	17,5	1000	1,9	2,4	40	11,5	15	1500	1,5	1,95	50	10	13	2000	1,3	1,65	60	9	12	2500	1,1	1,45	80	7,7	10	3000	1,05	1,30	12,5
Volumen cámara (m^3)	Renovaciones aire día		Volumen cámara (m^3)	Renovaciones aire día																																																																																												
	conservación	congelación		conservación	congelación																																																																																											
2,5	52	70	100	6,8	9																																																																																											
3,0	47	63	150	5,4	7																																																																																											
4,0	40	53	200	4,6	6																																																																																											
5,0	35	47	250	4,1	5,3																																																																																											
7,5	28	38	300	3,7	4,8																																																																																											
10	24	32	400	3,1	4,1																																																																																											
15	19	26	500	2,8	3,6																																																																																											
20	16,5	22	600	2,5	3,2																																																																																											
25	14,5	19,5	800	2,1	2,8																																																																																											
30	13	17,5	1000	1,9	2,4																																																																																											
40	11,5	15	1500	1,5	1,95																																																																																											
50	10	13	2000	1,3	1,65																																																																																											
60	9	12	2500	1,1	1,45																																																																																											
80	7,7	10	3000	1,05	1,30																																																																																											

$$Q_R = 52,5 * (65,9 - 35,2) * 1,12 * 12,5 = 22.564,5 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

c) Calor aportado por la introducción de mercancías (Q_{prod})

$$Q_{\text{prod}} = m * c_e * \Delta T$$

Dónde:

m= masa (kg producto/día).

c_e = calor específico del producto (kJ/kg*K).

ΔT = incremento de temperatura (K).

En la **Tabla 6** se muestran los datos necesarios para el cálculo de calor de producto.

Tabla 6. Datos calor de producto.

Parámetro	Justificación/Cálculo	Valor
M	La entrada de cáscara de naranja a la cámara frigorífica es de 500 kg/h. $m = 500 \text{ Kg/h} * 20 \text{ h/día}$	10.000 kg producto/día.
c_e	Calor específico obtenido a partir de la tabla "Temperaturas recomendadas, humedad relativa, calor másico y calor de respiración de los alimentos (según K. Breidenbach.)"	3,77 kJ/kg*K
ΔT^*	$\Delta T = T_{\text{recepción}} - T_{\text{interior Cámara}} = 20 - 15 = 5^\circ\text{C}$	5K

*La temperatura de recepción se considera una temperatura de 20°C, correspondiente a un transporte isoterma desde la industria zumera que evite que la cáscara supere dicha temperatura.

$$Q_{\text{prod}} = 10.000 * 3,77 * 5 = 185.000 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

d) Calor de personas (Q_{pers})

$$Q_{\text{pers}} = (272 - 6 * T_i) * I * H_d$$

Dónde:

T_i = temperatura del espacio refrigerado (°C).

I= número de personas dentro de la cámara.

H_d = tiempo que pasa el personal dentro de la cámara (h/día).

En la **Tabla 7** se muestran los datos necesarios para el cálculo de calor de personas.

Tabla 7. Datos calor de personas.

Parámetro	Justificación/Cálculo	Valor
T _i	Temperatura de almacenamiento del producto.	15°C
I	Se considera que solo hay una persona encargada de realizar trabajos dentro de la cámara.	1 pers.
H _d	Se estima que el personal responsable de la cámara trabaja una hora al día en esta.	1h/día

$$Q_{pers} = (272 - 6 * 2) * 1 * 1 = 0.26 \text{ kWh/día} = 936 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

e) Calor de luces y motores (Q_L)

$$Q_L = P * S$$

Dónde:

P= potencia de iluminación (W/m²).

S= superficie (m²).

En la **Tabla 8** se muestran los datos necesarios para el cálculo de calor de luces y motores.

Tabla 8. Datos calor de luces y motores.

Parámetro	Justificación/Cálculo	Valor
P	Potencia de iluminación	10 W/m ²
S	Superficie de la cámara	15 m ²

$$Q_L = 10 \text{ W/m}^2 * 15 = 150 \text{ W} * 1 \text{ h/día} / 1000 = 0.15 \text{ kWh/día} = 540 \frac{\text{kJ}}{\text{día}}$$

Tabla 9. Calor total

	kJ/día
Calor de transmisión (Q _{trans})	73.352
Calor de renovación aire (Q _R)	22.564,5
Calor de producto (Q _{prod})	185.000
Calor de personas (Q _{pers})	936
Calor de luces y motores (Q _L)	540
TOTAL	282.392,5

f) Calor cedido por los ventiladores del evaporador

Se estima que el calor cedido por los ventiladores del evaporador es un diez por ciento del calor total.

$$Q_{\text{evap}} = Q_T * 0.1$$

$$Q_{\text{evap}} = 282.392,5 * 0.1 = \mathbf{28.239,25 \frac{kJ}{día}}$$

g) Potencia calorífica total

Considerando $n_f = 20$ horas de funcionamiento; además de un coeficiente de seguridad de 1.1:

$$Q_{\text{PF}} = Q_{\text{TOTAL}} * 24 \frac{h}{n_f} * 1.1$$

$$Q_{\text{PF}} = 282.392,5 * (24h/20h) * 1.1 = 372.758 \frac{kJ}{día} * \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ h}} * \frac{W}{3,6 \text{ kJ}} * \frac{kW}{1.000W} = \mathbf{4,31 \text{ kW}}$$

5. Ciclo de refrigeración

Para poder calcular los diferentes parámetros del ciclo de refrigeración y la posterior selección de los equipos frigoríficos, se parte de la **Tabla 10** adjunta.

Tabla 10. Datos ciclo de refrigeración.

Temperatura interior cámara	15°C
Temperatura exterior	35,6°C
Temperatura condensación (Tc)*	50,6°C
Temperatura evaporación (Te)**	7,6°C
Sobrecalentamiento evaporador	5°C
Subenfriamiento líquido	5°C
Sobrecalentamiento línea aspiración	1°C

*La temperatura de condensación puede ser calculada de varias maneras en función del sistema de condensación adoptado, en este caso, se ha considerado un sistema de condensación por aire.

Mediante la siguiente expresión se obtiene la temperatura de condensación:

$$T_c = T_{ext} + 15 = 35,6 + 15 = 50,6^{\circ}\text{C}$$

**Para la temperatura de evaporación es necesario que haya un diferencial de temperatura entre la temperatura interior de la cámara y la temperatura de evaporación del refrigerante ($\Delta T = T_{int} - T_e$).

Este diferencial de temperatura viene definido según la humedad relativa de la cámara que depende del alimento a conservar.

Teniendo en cuenta que la humedad relativa dentro de la cámara es del 80% y el diferencial de temperatura obtenido a partir de la **Figura 4**, puede calcularse la temperatura de evaporación:

$$\Delta T = T_{int} - T_e \rightarrow T_e = T_{int} - \Delta T \rightarrow T_e = 15 - 7,4 = 7,6^{\circ}\text{C}$$

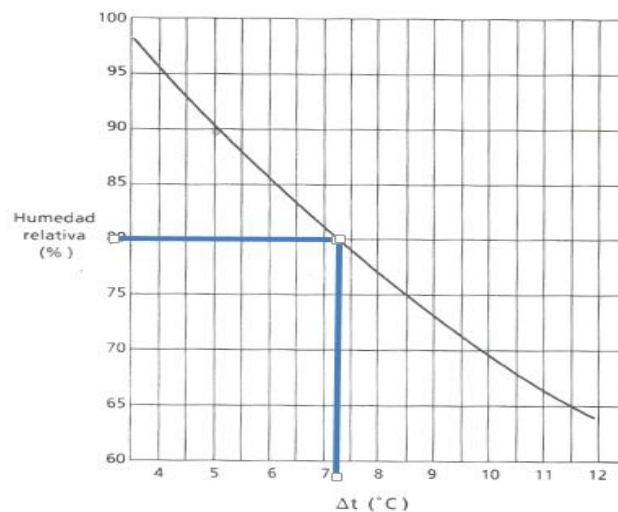


Figura 4. Obtención del diferencial de temperatura a partir de la humedad relativa.

Antes de proceder al cálculo de los parámetros frigoríficos, con la ayuda del software Duprex 3.2, obtenemos los diferentes datos de entalpía y los comparamos con los que hemos obtenido con el diagrama de Molière.

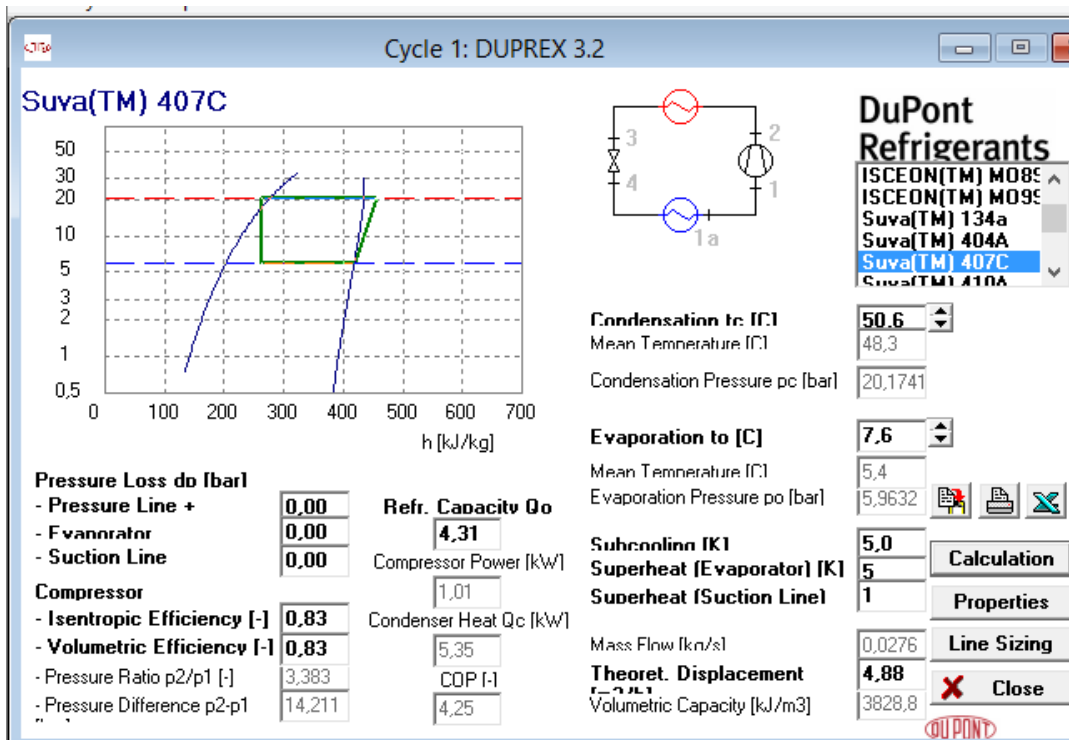


Figura 5. Ciclo refrigeración Dúprex.

Cycle Properties

	t	p	h	s	v	x
	[C]	[bar]	[kJ/kg]	[kJ/kgK]	[dm ³ /kg]	[%]
1a	12,60	5,9632	418,02	1,7849	40,5630	
1	13,60	5,9632	418,99	1,7883	40,7927	
2	73,34	20,1741	455,77	1,8065	13,0377	
3	40,96	20,1741	261,83	1,2063	0,9385	
4	3,23	5,9632	261,83	1,2227	11,7279	28,3
1-2			36,78			
1-2s			30,52			

Figura 6. Propiedades ciclo refrigeración.

El programa proporciona los diferentes datos de interés para el posterior cálculo de los parámetros frigoríficos (Tabla 11).

Tabla 11. Entalpías obtenidas con programa Dúprex 3.2.

Dato	Resultado
h2 (3 en Dúprex)	261,83 kJ/kg
h3 (4 en Dúprex)	261,83 kJ/kg
h4 (1a en Dúprex)	418,02 kJ/kg
h5 (1 en Dúprex)	418,99 kJ/kg
h6 (2 en Dúprex)	455,77 kJ/kg
X	28,3 %

CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS FRIGORÍFICOS

A partir de las entalpías obtenidas se procede al cálculo de los parámetros frigoríficos.

- Producción frigorífica específica (qe):

$$q_e = h_5 - h_3 = 419 - 261,83 = 157,17 \text{ kJ/kg}$$

- Producción calorífica específica (qc):

$$q_c = h_6 - h_2 = 455,77 - 261,83 = 193,94 \text{ kJ/kg}$$

- Coeficiente rendimiento frigorífico (COPE):

$$\text{COPE} = \frac{h_5 - h_3}{h_6 - h_5} = \frac{157,17}{455,77 - 419} = 4,28 > 1 \rightarrow \text{MUY EFICIENTE}$$

- Coeficiente rendimiento calorífico (COPc):

$$\text{COP}_c = \frac{h_6 - h_2}{h_6 - h_5} = \frac{193,94}{36,77} = 5,27 > 1 \rightarrow \text{MUY EFICIENTE}$$

- Capacidad calorífica por volumen aspirado (Qp)

$$Q_p = 3.828,8 \text{ kJ/m}^3$$

- Caudal másico refrigerante (m):

$$m = \frac{Q_e}{q_e} = \frac{4,31}{157,17} = 0,0274 \text{ kg/s} = 98,82 \text{ kg/h}$$

- Caudal aspirado (Va):

$$V_a = m * V_c = 98,82 * 0,041 = 4,05 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Rendimiento volumétrico (η_v):

$$\eta_v = 1 - 0,05 * \frac{P_c}{P_e} = 1 - 0,05 * \frac{20}{6} = 0,83$$

- Caudal desplazado (Vb):

$$V_b = \frac{V_a}{\eta_v} = \frac{4,05}{0,83} = 4,88 \text{ m}^3/\text{h}$$

- h6' a partir de Rendimiento isoentrópico ($\eta_i=0,83$)

$$\eta_i = \frac{h_6 - h_5}{h_{6'} - h_5} \rightarrow h_{6'} = \frac{h_6 - h_5}{\eta_i} + h_5 = \frac{36,77}{0,83} + 419 = 463,3 \text{ kJ/kg}$$

- COP real

$$COP_r = \frac{h_5 - h_3}{h_{6'} - h_5} = \frac{157,17}{463,3 - 419} = 3,55$$

- Potencia teórica necesaria para compresión (Qw')

$$Q_{w'} = \frac{Q_e}{COP_r} = \frac{4,31}{3,55} = 1,21 \text{ kW}$$

- Potencia real del compresor (Qr)

$$Q_r = Q_{w'} * \frac{1}{\eta_i} = 1,21 * \frac{1}{0,83} = 1,46 \text{ kW}$$

- Potencia real motor eléctrico del compresor (Qu) $\eta_m=0,9$ $\eta_e=0,95$

$$Q_u = \frac{Q_r}{\eta_m * \eta_e} = \frac{1,46}{0,9 * 0,95} = 1,7 \text{ kW}$$



- Calor a evacuar en el condensador (Q_c')

$$Q_c' = Q_e + Q_u = 4,31 + 1,7 = 6 \text{ kW}$$

6. Selección equipos frigoríficos

A continuación, se muestran los diferentes modelos elegidos de compresor, evaporador y condensador para nuestra instalación frigorífica que cumplan con las necesidades de la cámara.

6.1. Compresor/ Unidad condensadora

Para escoger el compresor hay que tener en cuenta el tipo de refrigerante (R-407C) y la potencia térmica que se necesita, 4,3 kW (calculado anteriormente en el apartado 5 “Potencia calorífica total”). Así pues, para bajas potencias, se usan compresores herméticos, para medias los semiherméticos y para grandes los de tornillo.

Los parámetros que permiten seleccionar el compresor son el rendimiento (3.740 W) y la temperatura de evaporación, que en este caso es 7,6°C. También es importante tener en cuenta el valor el caudal desplazado (4,23 m³/h; apartado 6, Cabal desplazado V_b), ya que el compresor debe ser capaz mover un cabal de refrigerante superior o igual al que nos proporciona el Dúprex. Es por eso que según el catálogo completo **Beijer 2015** el modelo de compresor escogido es el **FH5522C** (Figura 7), dado que subministra un rendimiento térmico (W) ligeramente superior a la carga térmica calculada.

Así pues, como se puede observar en la **Figura 7**, la potencia eléctrica del compresor seleccionado es de 1,75 CV = 1,3 kW.

Compresor Hermético de pistones

APLICACIÓN ALTA TEMPERATURA A/A - BOMBA DE CALOR

R-407C

Monofásico 230V / 50Hz

HP	Cilind. (cm ³)	Potencia Frigorífica (W) a la Temperatura de Evaporación			Aplica.	Enfr.	MODELO	CÓDIGO	Precio EUROS
		+7,2°C	0°C	-5°C					
1/2	12,05	1.350	940	700	C	F	AE5465C	640470	268,00
5/8	13,25	1.429	977	729	C	F	AE5470C	640715	278,00
7/8	18,60	1.897	1.238	883	C	F	AJ5510C	640716	359,00
1	21,75	2.429	1.624	1.175	C	F	AJ5512C	640717	363,00
1 1/4	25,95	3.170	2.180	1.617	C	F	AJ5515C	640719	389,00
1 1/2	32,70	4.038	2.833	2.136	C	F	AJ5518C	640720	411,00
1 5/8	34,45	4.247	2.995	2.262	C	F	AJ5519C	640721	434,00
1 3/4	40,80	4.543	3.013	2.169	C	F	FH5522C	640722	654,00
2	43,90	5.053	3.347	2.408	C	F	FH5524C	640723	656,00
2 1/4	49,10	5.869	4.011	2.919	C	F	FH5527C	640724	663,00
2 1/2	56,65	6.856	4.710	3.489	C	F	FH5531C	640725	684,00
3	74,25	9.151	6.462	4.918	C	F	FH5540C	640727	756,00

Figura 7. Modelo compresor (Catálogo BEIJER REF 2014/2015, Capítulo 1: Compresores y unidades herméticas.)

Una vez elegido el tipo de compresor, es importante conocer las características (Figura 8).

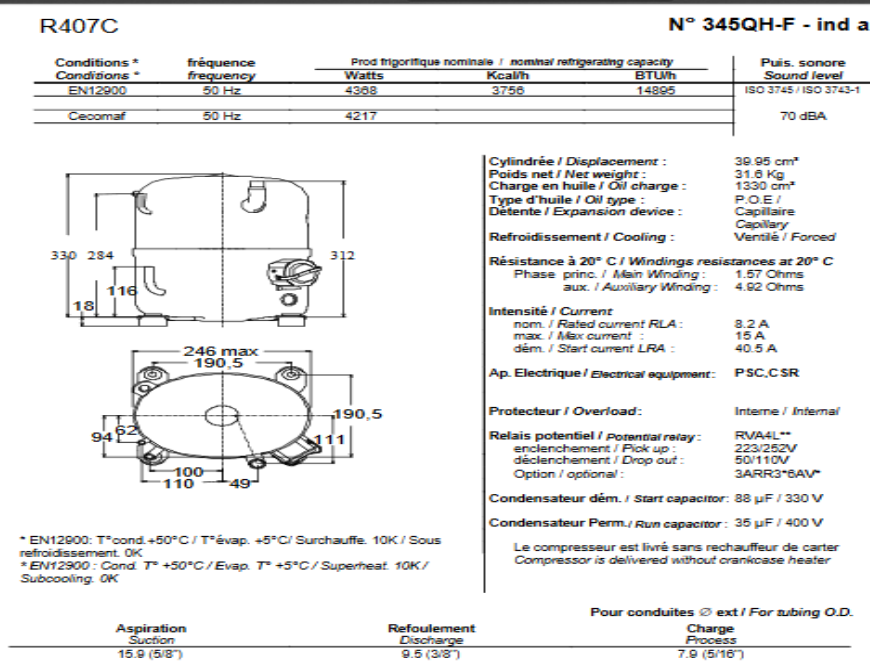


Figura 8. Características compresor FH5522C. (Origen: pdf Beijer 2015)

6.2. Evaporador

Para poder elegir el evaporador teniendo en cuenta las características de la cámara, se precisa determinar la capacidad del evaporador a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Capacidad evaporador} = \frac{\text{Carga térmica}}{F_1 \times F_2}$$

Carga térmica = potencia calorífica total (4,3 kW).

F1 = coeficiente de corrección de la capacidad nominal.

F2 = coeficiente de corrección de los fluidos refrigerantes

Los factores F_1 y F_2 se determinan a partir del **catálogo ECO 2015**, así como, posteriormente, el evaporador.

Para la obtención del F_1 se calcula la diferencia de temperatura entre el interior de la cámara y la temperatura de evaporación ($\Delta T = T_{int.} - T_e = 15 - 7,6 = 7,4^\circ\text{C}$).

Dado que el refrigerante R407C no se encuentra en esta tabla, para encontrar los valores de F_1 y F_2 , se utiliza el refrigerante R404A, dado que es similar al R407C.

Así pues, tal y como se muestra a continuación (**Figura 9**), $F_1 = 1,027$.

$\Delta T [K] ^1)$	1,087	1,087	1,099	1,129	1,159	1,190	1,220	1,250	1,293	1,337	1,380	1,424	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467
10	1,087	1,087	1,099	1,129	1,159	1,190	1,220	1,250	1,293	1,337	1,380	1,424	1,467	1,467	1,467	1,467	1,467
9	0,978	0,978	0,989	1,016	1,043	1,071	1,098	1,125	1,164	1,203	1,242	1,282	1,321	1,321	1,321	1,321	1,321
8	0,870	0,870	0,879	0,903	0,928	0,952	0,976	1,000	1,035	1,070	1,104	1,139	1,174	1,174	1,174	1,174	1,174
7	0,761	0,761	0,769	0,790	0,812	0,833	0,854	0,875	0,905	0,936	0,966	0,997	1,027	1,027	1,027	1,027	1,027
6	0,652	0,652	0,659	0,678	0,696	0,714	0,732	0,750	0,776	0,802	0,828	0,854	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880
5	0,543	0,543	0,550	0,565	0,580	0,595	0,610	0,625	0,647	0,668	0,690	0,712	0,734	0,734	0,734	0,734	0,734
4	0,435	0,435	0,440	0,452	0,464	0,476	0,488	0,500	0,517	0,535	0,552	0,570	0,587	0,587	0,587	0,587	0,587
$^{\circ}\text{C} ^2)$	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12

Figura 9. Coeficiente corrección capacidad nominal (F_1). (Fuente: Catálogo general equipos con ventilación forzada, ECO heat transfer coolers, apartado "Selection".)

El coeficiente de corrección de los fluidos refrigerantes (F_2) viene determinado por la temperatura interior de la cámara (T_i), tomando aquella que simule la situación más desfavorable, y el refrigerante utilizado (**Figura 10**).

Tab. 3 | F2 - Fattore di correzione per i fluidi refrigeranti - F2 - Facteur de correction pour les fluides réfrigérants
F2 - Factor de corrección para líquidos refrigerantes

T. room (°C)	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12
R424a	-	-	-	-	0,86	0,88	0,89	0,91	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93
R404A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R507A	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97

Figura 10. Coeficiente corrección líquidos refrigerantes (F_2). (Fuente: Catálogo general equipos con ventilación forzada, ECO heat transfer coolers, apartado “Selection”.)

Así pues, el cálculo para saber la capacidad del evaporador es:

$$\text{Capacidad evaporador} = \frac{4,3}{1,027 \cdot 1} = 4,18 \text{ kW}$$

Así pues, teniendo en cuenta la capacidad nominal (4,18 kW), se ha escogido el modelo **CTE 113H3 (Figura 11)**. La gama CTE ha sido estudiada para aplicaciones en cámaras frigoríficas para la conservación de productos frescos y congelados. Los equipos son compactos para tener disponible un mayor volumen en la cámara donde están instalados. Dentro de la gamma CTE, el modelo de interés es el H3 ya que son para altas temperaturas (superiores a 2°C) y con un paso de aleta estrecho (3,5 mm) ya que se contempla que no habrá formación de escarcha y por lo tanto no hay necesidad de un paso de aleta de mayor dimensión.

Modello	Modèle	Modelo	CTE	26H3	38H3	44H3	53H3	75H3	80H3	113H3
Cap. nominale	Capacité nom.	Capacidad nominal	kW	1,35	1,67	1,89	2,73	3,33	4,11	5
Portata aria	Débit d'air	Caudal de aire	m³/h	750	650	750	1500	1300	2250	1950
Freccia aria	Flèche d'air	Flecha de aire	m	8	7	8	9	8	11	10
1) Freccia aria streamers	Flèche d'air streamers	Flecha de aire streamers	m	-	-	-	-	-	-	-
Passo alette	Pas d'ailettes	Paso aleta	mm	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Sup. interna	Surf. intérieure	Superficie interna	m²	0,7	1,1	1,4	1,4	2,1	2,1	3,2
Sup. esterna	Surf. extérieure	Superficie externa	m²	7,3	10,9	13,8	14,6	21,8	21,8	32,7
Attacchi scamb.	Racc. échang.	Conexiones interc.	In tube (mm)	12	12	12	12	12	12	12
			In connect. (SAE)	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
			Out tube (mm)	16	16	16	22	22	22	22
2) Peso netto	Poids net	Peso neto	kg	15,8	17,9	20,9	25,1	27,9	35,4	40,3

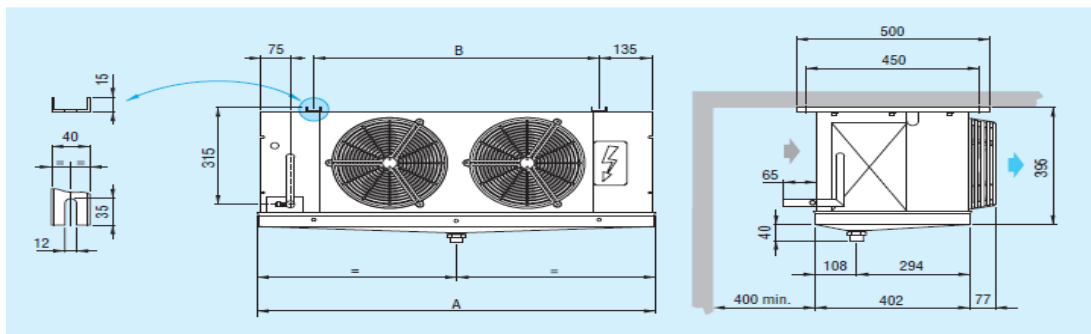
Figura 11. Características técnicas evaporador. (Fuente: Catálogo general equipos con ventilación forzada, ECO heat transfer coolers, apartado “CTE”.)

Como vemos en la **Figura 12** y **Figura 13**, el modelo elegido, **CTE 113H3** tiene un ventilador de 250mm de diámetro, monofásico 230V/1/50Hz de polos sombreados y rejilla en poliamida con fibra de vidrio. Sus dimensiones son 1.380x 500x 396 mm.

Datos comunes		
Motoventiladores	n° x Ø mm	1x250
Intensidad absorb. motov.	A	0,47
Capacidad nominal	W	75
Intensidad absorb. motov. EC	A	0,19
Capacidad nominal EC	W	26
Capacidad circuito	dm ²	1,56
Desescarche eléctrico	W	750
Desescarche eléctrico potenciado	W	-
Desescarche agua	l/h	400
Conexión desagüe	Ø (GAS)	1
	WD vers. Ø (GAS)	1 1/4
Conexión desescarche	Ø (GAS)	3/4

Figura 12. Características evaporador CTE 113H3. (Fuente: Catálogo general equipos con ventilación forzada, ECO heat transfer coolers, apartado “CTE”.)

CTE Ø 250 mm



Modello	Modèle	Modelo	CTE Ø 250	26H3	-	44H3	53H3	80H3	113H3	150H3
					38H3	-	75H3	-	-	-
				20M6	-	35M6	41M6	-	-	-
					29M6	-	58M6	86M6	115M6	-
				16L8ED	-	28L8	34L8ED	51L8ED	90L8ED	-
					23L8ED	-	45L8ED	58L8ED	90L8ED	-
Dimensioni	Dimensions	Dimensiones	mm	A	680	680	780	1030	1380	1730
				B	380	380	480	730	1080	1430

Figura 13. Características dimensionales modelo CTE 113H3.

(Fuente: Catálogo general equipos con ventilación forzada, ECO heat transfer coolers, apartado “CTE”.)

6.3. Condensador

Según el catálogo **ECO 2015**, para determinar la capacidad del condensador se debe aplicar la fórmula indicada en la **Figura 14**.

Condensatori ad aria	Condenseurs à air	Condensadores por aire
Capacità richiesta al condensatore	Capacité demandée au condenseur	Capacidad necesaria al condensador
La capacità richiesta al condensatore può essere ottenuta mediante seguente formula:	La capacité demandée au condenseur peut être obtenue par la formule suivante:	La capacidad se puede alcanzar utilizando la siguiente fórmula:
$Q_{cond} = Q_{evap} \times F_c$		

Figura 14. Cálculo capacidad necesaria condensador.

(Fuente: Catálogo general equipos con ventilación forzada, ECO heat transfer coolers, apartado “Selection”.)

$$Q_{Con} = Q_{Evap} * F_c = 5 * 1,24 = 6,2 \text{ kW}$$

Q_{Evap} = capacidad nominal del evaporador: 6,2 (según el modelo del evaporador elegido, Figura 11).

F_c = coeficiente para compresores herméticos o semi-herméticos: 1,24 (Figura 15).

Tab. 1 | Coefficiente per compressor ermetici o semiermetici - Coefficient pour compresseurs hermétiques ou semi-hermétiques - Coeficiente para compresores herméticos o semi-herméticos

T. evap.	T. évaporation	T. evaporación	°C	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	
T. cond.	T. condensation	T. condensación	°C	35	1,68	1,60	1,53	1,47	1,41	1,35	1,31	1,27	1,23	1,19	1,14
40				1,77	1,66	1,58	1,51	1,44	1,39	1,34	1,29	1,25	1,21	1,18	
45				1,88	1,74	1,63	1,55	1,48	1,43	1,38	1,33	1,29	1,24	1,21	
50				2,04	1,86	1,72	1,62	1,54	1,48	1,42	1,37	1,33	1,28	1,24	
55				2,28	2,08	1,90	1,75	1,62	1,53	1,46	1,41	1,37	1,32	1,25	

Figura 15. Determinación coeficiente compresores herméticos o semi-herméticos (F_c). (Fuente: Catálogo general equipos con ventilación forzada, ECO heat transfer coolers, apartado “Selection”.)

Tal y como dice el catálogo, el cálculo de capacidad del condensador estándar es:

Calcolo delle capacità	Calcul des capacités	Cálculo de la capacidad
La capacità del condensatore, in altre condizioni diverse da quelle di riferimento, può essere calcolata con la seguente formula:	La capacité du condenseur, dans des conditions différentes de celles de référence, peut être calculée par la formule suivante:	El rendimiento del condensador en otras condiciones de trabajo, puede ser calculado con la siguiente fórmula:
$Q_{cond} = Q_{condSTD} \times K1 \times K2 \times K3 \times K4 \times K5$		

Figura 16. Fórmula capacidad condensador estándar. (Fuente: Catálogo general equipos con ventilación forzada, ECO heat transfer coolers, apartado “Selection”.)

$$Q_{condSTD} = \frac{Q_{Cond}}{K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5} = \frac{6,2}{1 \times 0,87 \times 0,97 \times 1 \times 1,00} = 7,38 \text{ kW}$$

Q_{cond} = capacidad necesaria condensador: 6,2 kW
 K_1 = coeficiente relativo a ΔT ; 1
 K_2 = coeficiente refrigerante empleado; 0,87
 K_3 = coeficiente de temperatura de entrada del aire; 0,97
 K_4 = coeficiente de altitud de la instalación; 1.
 K_5 = coeficiente relativo al material de aletas; 1,00.

1) Para R407C y otros refrigerantes con glide muy alto.
 2) Consultar con el Departamento Técnico.
 3) Aluminio propintado.

Tab. 3

Δt (K)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
K_1	0,53	0,60	0,67	0,73	0,80	0,87	0,93	1,00	1,07	1,13	1,20	1,27	1,33
$K_1^{1)}$	0,46	0,54	0,62	0,69	0,77	0,85	0,93	1,00	1,08	1,15	1,23	1,31	1,38

Tab. 4

Refrigerant	Kältemittel	Xnappor	R407C	R134a	R404A - R507A
K_2			0,87	0,93	1,00

Tab. 5

T. ingr. air	T. entrée air	T. entrada aire	°C	+15	+20	+25	+30	+35	+40 ²⁾	+45 ²⁾	+50 ²⁾
K_3				1,03	1,02	1,00	0,99	0,97	0,95	0,94	0,93

Tab. 6

Altitudine	Altitude	Altitud	m	0	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
K_4				1,00	0,96	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,87	0,85



Tab. 7

Matériau ailette	Material aletas	Material aletas	Cu	Al	Al PV ³⁾
K_5			1,03	1,00	0,97

Figura 17. Determinación diferentes coeficientes capacidad. (Fuente: Catálogo general equipos con ventilación forzada, ECO heat transfer coolers, apartado "Selection".)

Así pues, al escoger el tipo de condensador, hay que tener en cuenta varios factores como el ruido que provoca, ya que va al exterior. En cambio a la práctica, el factor más relevante es la capacidad, que en este caso es de 7,32 kW, y se elige un modelo que pueda alcanzar esa potencia, en este caso el modelo elegido es el **TKE 351A3**, como podemos ver en la **Figura 18**, este tiene una capacidad térmica de 8,8 kW y una potencia eléctrica de 180 W (0,18 kW). Además, consta de un ventilador de 350 mm de diámetro.

Caratteristiche tecniche - Caractéristiques techniques - Características técnicas

Ø 350 mm								
Modello	Modèle	Modelo	TNE	351A2R	351A3R	351A2	351A3	351A4
Capacità	Capacité	Capacidad	ΔT = 15K (KW)	4,5	5,8	6,7	8,8	10
Portata aria	Débit d'air	Caudal de aire	m ³ /h	2300	2160	2500	2310	2160
RPM	RPM	RPM		1420	1420	1420	1420	1420
Potenza effettiva	Puissance réelle	Potencia efectiva	W	180	180	180	180	180
Potenza nominale	Puissance nominale	Capacidad nominal	W	180	180	180	180	180
Absorb. totale	Absorption tot.	Intensidad absorb.	A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
1) Potenza nominale EC	Puissance nominale EC	Capacidad nominal EC	W	113	113	113	113	113
1) Absorb. totale EC	Absorption tot. EC	Intensidad absorb. EC	A	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
LpA 10m	LpA 10m	LpA 10m	dB(A)	43	43	43	43	43
Atacchi	Raccords	Conexiones	In/Out (mm)	16 12	16 12	22 16	22 16	22 16
Classe efficienza	Classe efficacité	Clase eficiencia		E	D	D	C	C

Motoventilatori	Motoventilateurs	Motoventiladores	n° x Ø mm	1 x 350	1 x 350	1 x 350	1 x 350	1 x 350
Superficie interna	Surface intérieure	Superficie interna	m ²	0,5	0,7	0,9	1,3	1,7
Sup. esterna	Surface extérieure	Superficie externa	m ²	6,3	9,5	11,9	17,9	23,9
Volume interno	Volume interne	Volumen interno	dm ³	0,5	0,8	1	1,5	2
Peso netto	Poids net	Peso neto	kg	14	15	18	20	22

Figura 18. Condensador selezionado (Fuente: Catálogo general equipos con ventilación forzada, ECO heat transfer coolers, apartado “Identificación modelos”.)

En la **Tabla 12** se muestra la potencia eléctrica requerida para alimentar la cámara frigorífica según las diferentes unidades que la conforman.

Tabla 12. Potencia equipo frigorífico.

Unidad	Potencia (W)
Compresor	1.300
Evaporador	75
Condensador	180
Total	1.555

6.4. Recipiente líquido

Para seleccionar el recipiente del refrigerante se debe conocer el volumen necesario para contener todo el refrigerante que hay en el circuito. Para calcularlo se utiliza la siguiente expresión:

$$v_r = v_c + v_e + v_{LL}$$
$$v_r = v_c + v_e + v_{LL} = 0,9 + 1,56 + 1,21 = 3,67 dm^3$$

v_{LL} = volumen de las distintas tuberías de líquido para la circulación del refrigerante a partir del diámetro interno: $D= 10$ mm; $r_1= 2$ mm; $L_1= 25$ m (calculado posteriormente).

v_c = volumen del condensador seleccionado en $0,9 dm^3$ (7-12).

v_e = volumen del evaporador seleccionado en $1,56 dm^3$ (7-6)

Conociendo el volumen del condensador (v_c) y el volumen del evaporador (v_e) se calcula el volumen total de la tubería de líquido seleccionada:

$$v_{LL} = v_a + v_d + v_l = (\pi * (r_a^2) * (L_a)) + (\pi * (r_d^2) * (L_d)) + (\pi * (r_l^2) * (L_l))$$

$$v_{LL} = (\pi * (0.5^2) * 1000) + (\pi * 0.2^2 * (200)) + (\pi * (0.3^2) * (1400)) =$$

$$v_{LL} = 1206.4 cm^3 * \frac{1 dm^3}{1000 cm^3} = 1.21 dm^3$$

V_a = volumen de las tuberías de aspiración para la circulación del refrigerante a partir del diámetro interno: $D_a= 10$ mm; $R_a= 5$ mm; $L_a= 10$ m.

V_d = volumen de la tubería de descarga para la circulación del refrigerante a partir del diámetro interno: $D_d= 4$ mm; $R_d= 2$ mm; $L_d = 2$ m.

V_l = volumen de las tuberías de líquido para la circulación del refrigerante a partir del diámetro interno: $D_l= 6$ mm; $R_l= 3$ mm; $L_l = 14$ m.

Se realiza el cálculo mencionado anteriormente:

$$v_r = v_c + v_e + v_{LL} = 0,9 + 1,56 + 1,21 = 3,67 dm^3$$

Para terminar, se aplica el factor de corrección (F_c), en este caso 1,25 para saber el volumen que se encuentra en el sistema de refrigeración:

$$v_{rf} = 3,67 * 1,25 = 4,6 dm^3$$

7. Dimensionado tuberías

Las longitudes equivalentes de las tuberías del circuito de refrigeración se encuentran en la (Tabla 13).

Tabla 13. Longitudes equivalentes.

	Longitud equivalente tuberías (m)
Aspiración	10
Línea de líquido	14
Descarga de gas	2

7.1. Circuito aspiración

Para el cálculo del circuito de aspiración deben de tenerse en cuenta diversos aspectos. Entre los más importantes están, la caída de presión, que no debe superar un grado centígrado y que la velocidad del gas esté comprendida entre 5 y 20 m/s (incluyendo los periodos de carga mínima), siendo los valores óptimos de 8 a 15 m/s. Como se puede ver en la tabla 14, la tubería de aspiración tiene una longitud de 10m. Ajustamos ese parámetro de longitud en el Dúprex.

Suction line	Liquid line	Discharge line
Suction line / Cu / EN 12735-1 / Total pressure drop		<input type="checkbox"/> inch <input type="checkbox"/> dp <input type="checkbox"/> bar
Next smaller pipe	Inside diameter [mm]	Next larger pipe
8,00 x 1,00 (di = 6,00 mm)	7,24	10,00 x 1,00 (di = 8,00 mm)
11,17	Velocity [m/s]	6,28
	7,68	
0,24	Equivalent length [K/m]	0,06
	0,10	
4674,42	Pressure drop [Pa/m]	1140,72
	1863,18	
2,39	Total pressure drop [K]	0,58
	L = 10,00 m dp = 0,95 K	

Figura 19. Dimensionado tubería gas aspirado.

Como se observa en la Figura 19, nos dan dos opciones de tubería, una más pequeña (izquierda) y otra más grande (derecha), escogemos la de 10 x 1 con un diámetro de 8

mm, ya que cumple todos los requisitos comentados anteriormente (la tubería de 8 x 1, tiene una caída presión superior a 1).

Una vez dimensionada la tubería, es importante comprobar que la tubería aguanta estas condiciones. Para verlo se calcula el intervalo de presión a 1°C, en nuestro caso al ser la temperatura de 7,6°C se calculará la presión a 7 y 8 °C.

t [C]	p' [bar]	p''	h' [kJ/kg]	h''	s' [kJ/kgK]	s''	v' [dm3/kg]	v''
7,00	7,087	5,846	210,02	412,79	1,0358	1,7681	0,8263	40,1691
8,00	7,307	6,042	211,47	413,25	1,0409	1,7669	0,8289	38,8760

Figura 20. Variaciones refrigerante 407C de 7°C a 8°C

Este incremento de presión en un grado debe ser superior al incremento de presión que sufre la tubería de aspiración ($P_{ta} = 1.140,72 \text{ Pa/m}$)

- $\Delta P_{ta} = 1.140,72 \text{ Pa/m} * 10\text{m} = 11.407,2 \text{ Pa} * (1\text{kPa}/1000 \text{ Pa}) = \mathbf{1,14 \text{ kPa}}$
- $\Delta P_{\Delta 1^\circ\text{C}} = P(8^\circ\text{C}) - P(7^\circ\text{C}) = 7,307 - 7,087 = 0,02 \text{ bar} * (100000\text{Pa}/\text{bar}) * (1\text{kPa}/1000\text{Pa}) = \mathbf{2 \text{ kPa}} \rightarrow \text{OK } \Delta P_{\Delta 1^\circ\text{C}} > \Delta P_{ta}$

Otra comprobación que debemos hacer es que la velocidad se encuentre dentro del rango entre 5-20 m/s. Exportamos la tabla de dúplex que nos aporta los datos y nos permite hacer esta comprobación.

Outside diameter mm	Suction line Velocity m/s	Pressure dro kPa/m
6	25,13	35,058
8	11,17	4,674
10	6,28	1,141
12	4.02	0.385

Figura 21. Comprobación parámetros tubería aspiración

Como se puede observar en la figura 21, la tubería de 12 mm de diámetro exterior cumple los requisitos de velocidad $5 < 6,28 < 20 \text{ m/s}$ y aunque la presión es un poco superior a 1kPa/m, sigue siendo el diámetro que más se ajusta ya que la de 12 mm tiene una velocidad demasiado baja y la de 8 mm una caída de presión excesiva.

7.2. Circuito líquido

El dimensionado del circuito de líquido tiene como objetivo evitar que se acumulen burbujas de gas en el tubo. Para que esto no ocurra la velocidad debe estar en el rango 0,5-1,25 m/s y la pérdida de carga debe ser menor a 1°C.

Ajustamos en el programa Dúprex 3.2 la longitud de la tubería, que en este caso es de 14, además de una presión inferior a 1, cómo hemos hecho en el caso del circuito de gas aspirado escogemos 0,95 K.

Suction line	Liquid line	Discharge line
Liquid line / Cu / EN 12735-1 / Total pressure drop		
Next smaller pipe	Inside diameter [mm]	Next larger pipe
6,00 x 1,00 (di = 4,00 mm)	3,22	6,00 x 1,00 (di = 4,00 mm)
0,58	Velocity [m/s]	0,58
	0,94	
0,02	Equivalent length [K/m]	0,02
	0,07	
1201,45	Pressure drop [Pa/m]	1201,45
	3483,64	
0,34	Total pressure drop [K]	0,34
	L = 14,00 m dp = 0,95 K	

Figura 22. Dimensionado tubería líquido.

En este caso tanto a la derecha como a la izquierda de los datos, nos dan la misma opción de tubería, que por lo tanto será de 6 x 1 y 4 mm de diámetro.

Una vez dimensionada la tubería, aguanta estas condiciones. Para verlo se calcula el intervalo de presión a 1°C, en nuestro caso al ser la temperatura de 50,6°C se calculará la presión a 50 y 51 °C.

t [C]	p' [bar]	p''	h' [kJ/kg]	h''	s' [kJ/kgK]	s''	v' [dm ³ /kg]	v''
50,00	20,889	19,894	272,54	377,78	1,2385	1,5656	0,9970	8,1180
51,00	21,370	20,375	274,20	377,91	1,2435	1,5649	1,0039	7,8742

Figura 23. Variaciones refrigerante 407C de 50°C a 51°C

Este incremento de presión en un grado debe ser superior al incremento de presión que sufre la tubería ($P_t = 1.201 \text{ Pa/m}$)

- $\Delta P_t = 1.201 \text{ Pa/m} \cdot 14\text{m} = 16.814\text{Pa} \cdot (1\text{kPa}/1000 \text{ Pa}) = \mathbf{16,81 \text{ kPa}}$
- $\Delta P_{\Delta 1^\circ\text{C}} = P(51^\circ\text{C}) - P(50^\circ\text{C}) = 21,27 - 20,89 = 0,48 \text{ bar} \cdot (100000\text{Pa}/\text{bar}) \cdot (1\text{kPa}/1000\text{Pa}) = \mathbf{48 \text{ kPa}} \rightarrow \text{OK } \Delta P_{\Delta 1^\circ\text{C}} > \Delta P_t$

Otra comprobación que debemos hacer es que la velocidad se encuentre dentro del rango entre 0,5-1,25 m/s. Exportamos la tabla de Dúprex que nos aporta los datos y nos permite hacer esta comprobación.

Outside diameter mm	Suction line Velocity m/s	Pressure drop kPa/m	Discharge line Velocity m/s	Pressure drop kPa/m	Liquid line Velocity m/s
6	25,13	35,058	8,35	11,967	0,58
8	11,17	4,674	3,71	1,611	0,26
10	6,28	1,141	2,09	0,396	0,14
12	4,02	0,385	1,34	0,134	0,09

Figura 24. Comprobación parámetros tubería líquido

Como se observa en la Figura 24, la velocidad es 0,58 m/s, por lo tanto se encuentra dentro del rango (0,5-1,25 m/s)

7.3. Circuito descarga

Para el dimensionado del circuito de descarga, la pérdida de carga debe ser inferior a 1°C. La velocidad del gas debe ser superior a 5m/s en tramos verticales y superior a 2,5 m/s en tramos horizontales. Por lo tanto la velocidad debe de ser superior a 5m/s. Se ajustan la longitud de 2 m y caída de presión 0,95, y el software ajustará el resto de parámetros.

Suction line	Liquid line	Discharge line
Discharge line / Cu / EN 12735-1 / Total pressure drop		
<input type="checkbox"/> inch <input type="checkbox"/> dp <input type="checkbox"/> bar		
Next smaller pipe	Inside diameter [mm]	Next larger pipe
6,00 x 1,00 (di = 4,00 mm)	3,50	6,00 x 1,00 (di = 4,00 mm)
8,35	Velocity [m/s]	8,35
0,24	10,94	0,24
0,24	Equivalent length [K/m]	0,24
11967,48	0,48	11967,48
0,48	Pressure drop [Pa/m]	0,48
	23493,56	
	Total pressure drop [K]	
	L = 2,00 m dp = 0,95 K	

Figura 25. Dimensionado tubería descarga.

En este caso, el programa solo nos da una opción que es un diámetro de 6 x1 mm y 4 mm de diámetro interno.

Una vez dimensionada la tubería, aguantará estas condiciones. Para verlo se calcula el intervalo de presión a 1°C, en nuestro caso al ser la temperatura de 50,6°C se calculará la presión a 50 y 51 °C.

t [C]	p' [bar]	p''	h' [kJ/kg]	h''	s' [kJ/kgK]	s''	v' [dm3/kg]	v''
50,00	20,889	19,894	272,54	377,78	1,2385	1,5656	0,9970	8,1180
51,00	21,370	20,375	274,20	377,91	1,2435	1,5649	1,0039	7,8742

Figura 26. Variaciones refrigerante 407C de 50°C a 51°C

Este incremento de presión en un grado debe ser superior al incremento de presión que sufre la tubería ($P_t = 11.967 \text{ Pa/m}$)

- $\Delta P_t = 11.967 \text{ Pa/m} * 2\text{m} = 23.934 \text{ Pa} * (1\text{kPa}/1000 \text{ Pa}) = \mathbf{23,93 \text{ kPa}}$
- $\Delta P_{\Delta 1^\circ\text{C}} = P(50^\circ\text{C}) - P(51^\circ\text{C}) = 21,37 - 20,89 = 0,48 \text{ bar} * (100000\text{Pa}/\text{bar}) * (1\text{kPa}/1000\text{Pa}) = \mathbf{48 \text{ kPa}} \rightarrow \text{OK } \Delta P_{\Delta 1^\circ\text{C}} > \Delta P_t$

Otra comprobación que debemos hacer es que la velocidad sea superior a 5 m/s. Exportamos la tabla de Dúprex que nos aporta los datos y nos permite hacer esta comprobación.

Outside diameter mm	Suction line Velocity m/s	Pressure drop kPa/m	Discharge line Velocity m/s
6	25,13	35,058	8,35
8	11,17	4,674	3,71
10	6,28	1,141	2,09
12	4,02	0,385	1,34

Figura 27. Comprobación parámetros tubería descarga

Como se observa en la Figura 27, los datos de velocidad son adecuados ya que $8,35 > 5 \text{ m/s}$.

8. TEWI

La tendencia global para medir el impacto de un fluido refrigerante en la atmósfera es la adopción de un nuevo concepto, llamado TEWI (Total Equivalente del Impacto en el Calentamiento) en reemplazo al GWP (Potencial de Calentamiento Global) que estaba siendo utilizado hasta ahora.

Este parámetro evalúa la contribución total al calentamiento atmosférico producido durante su vida útil por un sistema de refrigeración utilizado, englobando así, la contribución directa de las emisiones de refrigerantes a la atmósfera y la indirecta debida a las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Se expresa en kilogramos equivalentes de CO₂.

$$\text{TEWI} = \text{Impacto Directo} + \text{Impacto Indirecto}$$

Vaciamiento/escape del fluido Consumo de energía

Cálculo del factor TEWI:

$$TEWI = [PCA \times L \times n] + [PCA \times m(1 - \alpha_{\text{recuperación}})] + [n \times E_{\text{anual}} \times \beta]$$

PCA= potencial de calentamiento atmosférico, referido a CO₂
L= pérdidas anuales por fugas, en kg/año
n= tiempo funcionamiento del sistema, en años
m= carga del refrigerante, en kg
 $\alpha_{\text{recuperación}}$ = factor de recuperación, de 0 a 1
E_{anual}= consumo energético, en kWh/año
 β = emisión de CO₂, en kg/kWh

En la **Tabla 14** se muestran los datos para el cálculo del TEWI.

Tabla 14. Datos TEWI.

Parámetro	Justificación/Cálculo	Valor
PCA	El potencial de calentamiento atmosférico se determina a partir de la tabla de clasificación de refrigerantes según establece el RSIF (Figura 3).	1.520
L	Las pérdidas por fuga son de un 5% al año. $5\% * 4.64 \text{ kg gas} = 0.23 \text{ kg/año}$	0,23 kg/año
N	La vida útil del compresor está entre 10-15 años.	12 años
M	Volumen del recipiente del refrigerante (calculado en el apartado 7.4): $4,6 \text{ dm}^3$ La densidad del líquido a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ es de $1,134 \text{ kg/L}$. $4,6L \times \frac{1,134 \text{ kg}}{1L} = 4.64 \text{ kg gas}$	5,22 kg gas
$\alpha_{\text{recuperación}}$	Porcentaje unitario de gas emitido. $(1 - \alpha) = (1 - 0,5) = 0,5$	0,5
E_{anual}	Corresponde a la potencia eléctrica de los equipos compresor ($1,3 \text{ kW}$), evaporador ($0,075 \text{ kW}$) y condensador ($0,18 \text{ kW}$) teniendo en cuenta las horas anuales de funcionamiento (calculada posteriormente). Potencia eléctrica = $1,3 + 0,075 + 0,18 = 1,55 \text{ kW}$ 280 días laborables, trabajando 20 horas al día: $\frac{280 \text{ días}}{1 \text{ año}} \times \frac{20 \text{ horas}}{\text{día}} = 5.600 \text{ horas/año}$ $1,55 \text{ kW} \times 5.600 \frac{h}{\text{año}} = 8.680 \text{ kWh/año}$	33.880 kWh/año
β	Emisión de CO_2 respecto a la producción de 1 kWh de energía eléctrica del año 2015 en la península ibérica es del $0,35 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$.	0,35 kg CO_2/kWh

$$TEWI = [1.520 \times 0,23 \times 12] + [1.520 \times 5,22 \times (1 - 0,5)] + [12 \times 8.680 \times 0,35] = 4.195 + 3.967 + 36.456 = \mathbf{44.618 \text{ kg CO}_2}$$



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

ANEJO IV

INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

Autor: Carlos Priego Correa

Tutor: Eduardo Hernández

Fecha: Julio 2018



ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. NORMATIVA	3
3. ASPECTOS GENERALES	4
3.1. Descripción general nave	4
3.1.1. Emplazamiento	4
3.1.2. Características de la edificación	4
3.1.3. Configuración establecimiento.	5
3.1.4. Usos previstos	5
3.2. Descripción general actividad	6
4. CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN	6
6. MEDIDAS PASIVAS. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	10
6.1. Relación sectores de incendio/superficie construida	10
6.2. Locales y zonas riesgo especial	11
6.3. Reacción al fuego materiales	11
6.4. Estabilidad al fuego	13
6.5. Resistencia al fuego elementos constructivos	13
6.6. Evacuación y señalización	13
6.6.1. Ocupación	13
6.6.2. Espacios exteriores seguros	14
6.6.3. Recorridos máximos de evacuación	14
6.6.4. Escaleras de evacuación	14
6.6.5. Características puertas	14
6.6.6. Señalización	14
6.7. Sistemas de alumbrado de emergencia	14
6.8. Ventilación y evacuación de humos	15
6.9. Riesgo de incendio forestal	15
7. MEDIDAS ACTIVAS CONTRA INCENDIOS.	16
7.1. Sistemas automáticos detección	16
7.2. Sistemas manuales de alarma	16
7.3. Sistemas comunicación de alarma	16
7.4. Sistemas hidrantes exteriores	16
7.5. Extintores	17
7.5.1. Sistemas extinción por agentes extintores gaseoso	18
7.6. Sistemas bocas de incendio equipadas	18

7.7. Sistemas abastecimiento de agua.....	18
7.8. Sistemas columna seca	19
7.9. Sistemas extinción por rociadores automáticos.....	19
7.10. Sistemas extinción por agua pulverizada.....	19
7.11. Sistemas extinción por espuma física	19
7.12. Sistemas extinción por polvo	19
8. MEDIDAS PROTECCIÓN ACTIVA NECESARIAS	20

1. Objeto

El presente documento recoge las medidas a adoptar en una industria de sustracción de aceites esenciales y pectinas situada en Llívia para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de medidas contra incendios.

2. Normativa

La normativa considerada para la realización de este anejo ha sido la siguiente:

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales -RSCIEI-.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6, MIE APQ-7.
- Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. Modificado por el Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios -RIPIC-.
- Código técnico edificación (CTE), documento básico -seguridad y utilización y accesibilidad (SUA)-.
- Código técnico edificación (CTE), documento básico -seguridad en caso de incendio (SI)-.

3. Aspectos generales

3.1. Descripción general nave

3.1.1. Emplazamiento

La nave está situada en la localidad de Llivia, en la provincia de Segrià (Lleida).

3.1.2. Características de la edificación

Se trata de una nave de 6 metros de altura con una superficie de planta de 490 m² construidos con una superficie útil de 420 m². Las superficies de cada zona se especifican en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Superficie útil.

Espacio	Superficie útil (m ²)
Recepción	30
Cámara Frigorífica	15
Obrador	254
Almacén prod. Final	25
Almacén otros productos	25
Oficina	25
Vestuarios y aseos (2)	30
Salida producto acabado	15
Total	420

La estructura y las vigas de cubierta están hechas con elementos de acero. Las paredes de la fachada son un ladrillo macizo, revestidas con mortero de hormigón. Las paredes divisorias son tabiques de ladrillo hueco. La cubierta está hecha de placas de fibrocemento.

3.1.3. Configuración establecimiento.

Según el Anejo I del RSCIEI nuestro establecimiento es de Tipo C. Por lo tanto, como podemos ver en la **Figura 1**, el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

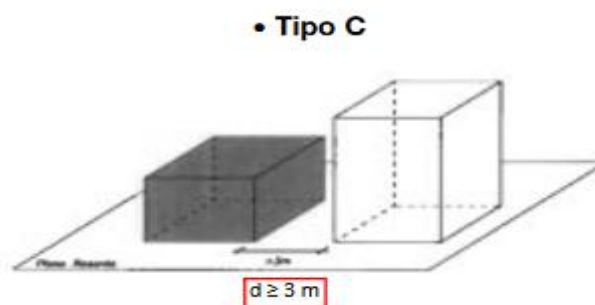


Figura 1. Representación gráfica establecimiento Tipo C. (Origen: RSCIEI, Anexo I: “Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios”. Autores: Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cataluña, Consejo de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales de Catalunya, ECA, SAU.)

3.1.4. Usos previstos

En la **Tabla 2** se muestra el uso de cada espacio.

Tabla 2 Uso espacios.

Espacio	Usos
Recepción	Recepción del producto
Cámara frigorífica	Conservación cáscara a temperatura controlada
Obrador	Sustracción de aceites esenciales y pectinas
Almacén 1/2	Almacenaje producto final/materiales
Oficina	Administración
Vestuarios y Aseos	Cambiador e higiene personal
Expedición	Salida del producto

3.2. Descripción general actividad

Establecimiento dedicado a la producción de aceites esenciales y pectinas a partir de la cáscara de naranja (500 kg/h).

4. Configuración y ubicación

A continuación se muestra la **Tabla 3**, dónde se resumen las principales características de la instalación de contra incendios.

Tabla 3. Distribución espacio considerada.

Construcción	Nave cerrada con estructura y viguetas de acero. Fachada de ladrillo macizo. Paredes divisorias de ladrillo hueco. Cubierta de placas de fibrocemento. Pavimento de hormigón.
Superficie construida total	490 m ²
Configuración	Tipo C
Sectores de incendio	1

5. Cálculo carga de fuego.

Para determinar el riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio, se evalúa la carga de fuego. Para determinarla, se ha usado la metodología definida en el Anejo I del RSCIEI: “*Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios*”).

Existen dos maneras distintas de calcular el nivel de riesgo intrínseco de cada sector de incendios, según las masas de los combustibles existentes y según la actividad y la superficie dedicada a esta.

En este caso se calcula a partir del segundo método (Nivel intrínseco según la actividad y la superficie dedicada a esta).

Cálculo del nivel intrínseco según actividad y superficie:

Este método consiste en evaluar la densidad de carga de fuego ponderada y corregida, Q_s , del sector de incendio. Como ésta industria está dentro la categoría “a”. Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento”, se resuelve aplicando la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ / m}^2\text{) o (Mcal / m}^2\text{)}$$

Q_s = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida del sector de incendios (MJ/m² o Mcal/m²).

q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m² o Mcal/m².

S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} será diferente en cada caso, en m² (Ver valores en el apartado 3 de este anejo).

C_i = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad, por su combustibilidad, de cada uno de los combustibles.

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio.

A = Superficie construida del sector de incendio.

En la **Figura 2** se muestran las diferentes cargas de fuego y coeficientes de peligrosidad.

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Aceites químicos	200	48	1,5	200	48	1,5
Aceites comestibles	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Aceites comestibles, expedición	900	216	1,5	18.900	4.543	2,0
Aceites: mineral, vegetal y animal	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Acero	40	10	1,0			
Acero, agujas de	200	48	1,0			
Acetileno, llenado de botellas	700	168	1,5			
Ácido carbónico	40	10	1,0			

Oficinas técnicas	600	144	1,0			
Orfebrería	200	48	1,0			
Guardarropa, armarios metálicos	80	19	1,0			
Alimentación, expedición	1.000	240	2,0			
Alimentación, materias primas				3.400	817	2,0
Alimentación, platos precocinados	200	48	1,0			
primas				3.400	817	2,0
Alimentación, platos precocinados	200	48	1,0			
Almacenes de talleres, etc.	1.200	288	2,0			
Almidón	2.000	481	2,0			

Figura 2. Carga de fuego. (Origen: RSCIEI, Anexo I, Tabla 1.2. “Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, Ra. Autores: Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cataluña, Consejo de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales de Catalunya, ECA, SAU.)

En la **Figura 3** se muestra el grado de peligrosidad.

Baja

- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.
- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.

VER pdf TEMPERATURA DE IGNICION NORMALMENTE C-1

C₁ = 1,00

A partir de la “Tabla 1.1. Grado de peligrosidad de los combustibles” del RSCIEI y Real Decreto 379/2001, de 6 de abril se ha considerado la categoria baja para determinar el valor del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad.

En todos los casos se ha establecido un coeficiente de 1, ya que se ha considerado que los materiales sólidos contenidos en la industria comienzan su ignición a una temperatura >200°C y los líquidos tienen un punto de inflamación superior a los 100°C (ver pdf “Temperatura de ignición”).

Figura 3. Valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad. (Origen: RSCIEI, Anexo I, Tabla 1.2. “Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, Ra. Autores: Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cataluña, Consejo de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales de Catalunya, ECA, SAU.)

Una vez obtenidos los diferentes parámetros de la fórmula se puede calcular la densidad de carga de fuego.

En la **Tabla 4** se agrupan los diferentes datos necesarios para el cálculo.

Tabla 4. Parámetros para el cálculo de la carga de fuego

Actividad	q_s	S_i (m ²)	C_i	$(q_s * S_i * C_i)$	A (m ²)	Ra
Fabricación	1.000	Recepción + obrador 150 + 254 = 304	1	304.000	490	2
Almacenaje MP	3.400	Cám. Frigorífica 15		51.000		
Almacenaje producto final	18.900	Almacén 1 25		472.500		
Almacenaje materiales	1.200	Almacén 2 25		30.000		
Oficina	600	25		25.500		
Vestuarios	80	24		1.920		

Se aplica la fórmula siguiente:

$$Q_s = \frac{(q_{sF} \times S_F \times C_i) + (q_{sAMP} \times S_{AMP} \times C_i) + (q_{sAP} \times S_{AP} \times C_i) + (q_{sAM} \times S_{AM} \times C_i) + (q_{sO} \times S_O \times C_i) + (q_{sV} \times S_V \times C_i)}{A \text{ (m}^2\text{)}} \times R_a =$$

Por lo tanto:

$$Q_s = \frac{304.000 + 51.000 + 472.500 + 30.000 + 25.500 + 1.920}{490} \times 2 = 2.528,34 \text{ MJ/m}^2$$

Con el resultado de la carga de fuego, se calcula el nivel de riesgo intrínseco a partir de la **Figura 4** extraída del RSCIEI.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_S \leq 100$	$Q_S \leq 425$
	2	$100 < Q_S \leq 200$	$425 < Q_S \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_S \leq 300$	$850 < Q_S \leq 1275$
	4	$300 < Q_S \leq 400$	$1275 < Q_S \leq 1700$
	5	$400 < Q_S \leq 800$	$1700 < Q_S \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_S \leq 1600$	$3400 < Q_S \leq 6800$
	7	$1600 < Q_S \leq 3200$	$6800 < Q_S \leq 13600$
	8	$3200 < Q_S$	$13600 < Q_S$

Figura 4. Nivel de riesgo intrínseco. (Origen: RSCIEI, Anexo I, Tabla 1.3. "Clasificación del nivel de riesgo intrínseco según la densidad de carga de fuego ponderada y corregida". Autores: Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cataluña, Consejo de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales de Catalunya, ECA, SAU.)

Así pues para determinar las medias pasivas y activas se considera un nivel intrínseco 5 (medio).

6. Medidas pasivas. Requisitos constructivos

6.1. Relación sectores de incendio/superficie construida

Se trata de una nave Tipo C, con un riesgo intrínseco medio (5) y una superficie de 490 m². Tal y como se observa en la **Figura 5**, las naves de tipo C de estas características, deben estar construidas por al menos un sector de incendios de como máximo 3.500 m². Así pues, esta industria solo tiene un sector de incendios.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
	1	2000	SIN LÍMITE
	2	1000	6000
	MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)
3		500	3500
	4	1000	5000
	5	300	2500
ALTO	6	2000	3000
	7	NO ADMITIDO	1500
	8	NO ADMITIDO	2500
		NO ADMITIDO	2000

Figura 5. Sectores de incendio. (Origen: RSCIEI, Anexo II, Tabla 2.1. "Máxima superficie construida admisible a cada sector de incendio". Autores: Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cataluña, Consejo de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales de Catalunya, ECA, SAU.)

6.2. Locales y zonas riesgo especial

La nave no presenta zonas de riesgo especial.

6.3. Reacción al fuego materiales

En la **Tabla 5**, se ve reflejada la reacción al fuego de los materiales y revestimientos de suelos, paredes y techos:

Tabla 5. Medidas protección pasiva contra incendios.

Tipo de configuración: C				
Nivel de riesgo intrínseco: medio - 5				
Superficie del sector: 490 m ²				
Elemento	Descripción	Reacción al fuego del material	Exigencia reglamentaria	Artículo RSCIEI
Distancia con naves próximas	-	-	No se exige	Anejo II Art. 4.3
Estructura cubiertas	Acero	-	R 15 (EF – 15)	Tabla 2.3 Art. 4.2
Estructura forjado planta altillo	Acero	-		Tabla 2.2 Art. 4.1
Pilares estructura	Acero	-	R 60 (EF - 60)	Tabla 2.2 Art. 4.1
Pared medianera de la nave	-	-		-
Pared de cerramiento nave	-	-	-	-

Elemento	Descripción	Reacción al fuego del material	Exigencia reglamentaria	Artículo RSCIEI
Paredes fachada	Ladrillo macizo, revestidas con mortero de hormigón	A1 (M0)	-	-
Pavimento	Hormigón	A1 _{FL} (M0)	C _{FL} -s1 (M2) o más favorable	Anejo II
	Gres	A1 _{FL} (M0)		Art. 3.1
Material de revestimiento de paredes	Placas lisas de PVC	C s3-d0 (M2)	C s3-d0 (M2) o más favorable	Anejo II Art. 3.1
	Azulejo	A1 (M0)		
	Panel sándwich con acero galvanizado	B S2-d0 (M1)		
Material de revestimiento techos	Placas de PVC	C s3-d0 (M2)	C s3-d0 (M2) o más favorable	Anejo II Art. 3.1
Puertas cortafuegos	-	-	-	-

En la Tabla 5, se puede observar que los materiales que configuran la fachada, el pavimento y el revestimiento, tanto de paredes como techos, están clasificados como categoría A o B, siendo estos más resistentes al fuego y, por tanto, más favorables, que los establecidos por la normativa tipo C. Así pues, no hay que llevar a cabo ninguna acción correctora.

6.4. Estabilidad al fuego

Según el Artículo 4.3 del Anejo II del RSCIEI, en aquellos establecimientos industriales que sean de una sola planta o con zonas administrativas en más de una planta, situados en edificios del tipo C y separados, al menos, 10 m de distancia de límites de parcela con posibilidad de edificar en ellas, no será necesario justificar la estabilidad al fuego de la estructura en cuestión.

Así pues, si se dieran las circunstancias indicadas en este artículo, no sería necesario justificar la estabilidad al fuego de la estructura en cuestión. Dado que no se tiene la información suficiente para poder asegurar que se dan dichas condiciones, no se puede justificar la estabilidad al fuego.

Aún y así, sí que es necesario determinar los requerimientos sobre estabilidad al fuego de los distintos elementos estructurales de la nave:

- i. **Estructura pilares:** se trata de elementos portantes, deben presentar una estabilidad EF-60 (Tabla 5) previniendo el colapso del edificio.
- ii. **Estructura planta/altillo:** También se trata de elementos portantes, pero aquí la estabilidad es algo menor la EF es de 30 minutos (Tabla 5).

6.5. Resistencia al fuego elementos constructivos

Esta industria se sitúa a más de diez metros de otras parcelas, no presenta paredes medianeras ni de cerramiento

Por otro lado, las paredes de la fachada, son un elemento delimitador, por lo que no requieren estabilidad al fuego.

6.6. Evacuación y señalización

6.6.1. Ocupación

Según el artículo 6 del Anejo II del RSCIEI relativo a las exigencias sobre la evacuación de los establecimientos industriales, cuando el número de personas (p) es menor de 100, debe aplicarse el siguiente cálculo, teniendo en cuenta que el número de trabajadores en esta nave industrial es de 8:

$$p = 1.10p, \text{ cuando } p < 100 \text{ por lo que } \rightarrow P = 1.10 * 8 = 8,80 = 9 \text{ personas}$$

El valor de la ocupación (P) se redondeará al entero inmediatamente superior. Así pues, la ocupación en esta nave industrial es de 9 personas.

6.6.2. Espacios exteriores seguros

Toda la nave está rodeada de espacios seguros.

6.6.3. Recorridos máximos de evacuación

Según el Artículo 6.3 del Anejo II del RSCIEI, el recorrido máximo de evacuación para aquellas industrias con un riesgo intrínseco medio con 2 posibles salidas es de 50 m.

6.6.4. Escaleras de evacuación

Según el DB-SI del CTE no se requieren escaleras de evacuación, ya que hay menos de 10 personas en la industria.

6.6.5. Características puertas

En el DB-SI del CTE se especifican las características de las puertas; la presente instalación solo dispone de un sector de incendio, por lo tanto, no se requieren puertas cortafuegos en esta industria.

6.6.6. Señalización

Según el Artículo 17 del Anejo III del RSCIEI, se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida.

Para la realización correcta de la señalización se ha consultado el Real Decreto 485/1997 y el DB-SI del CTE. Así pues, en el **Plano 7** se puede ver representada la señalización sobre la acción contra incendios.

6.7. Sistemas de alumbrado de emergencia

Tal y como establece el apartado 2 del CTE de seguridad de utilización y accesibilidad (SUA), la iluminación de emergencia es necesaria en todo el establecimiento para facilitar la evacuación del local, en caso de fallo de la iluminación normal, para los locales que dispongan de equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios.

En los equipos de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución de alumbrado, la iluminancia horizontal será de 5 lux, como mínimo.

La instalación de dicho alumbrado debe estar situada al menos a dos metros por encima del nivel del suelo y debe ser colocado como mínimo: en las puertas existentes al recorrido de evacuación, en las escaleras, en cualquier otro cambio de nivel, en los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

Por otro lado, teniendo en cuenta la normativa del RSCIEI, según el Artículo 16.2 del Anejo III, confirma que se requiere de la instalación de alumbrado de emergencia en las vías de evacuación, en los espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios y los espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

Así pues, en el **Plano 7** se puede ver representado el sistema de alumbrado de emergencia sobre la acción contra incendios.

6.8. Ventilación y evacuación de humos

Según el Artículo 7.1 del Anejo II del RSCIEI, al ser una superficie pequeña situada en rasante, debe disponer, como mínimo, de una superficie aerodinámica de 0.5 m² por cada 150 m². La ventilación debe ser natural y los huecos deben estar uniformemente repartidos en la parte alta del sector.

Respecto a la evacuación de humos, el diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-23 585.

6.9. Riesgo de incendio forestal

La instalación no se encuentra cerca de ninguna zona forestal con riesgo de fuego.

7. Medidas activas contra incendios.

7.1. Sistemas automáticos detección

Según el Artículo 3 del Anejo III del RSCIEI, este establecimiento no necesita establecer sistemas automáticos de detección de incendios para la producción y el almacenamiento, ya que la superficie de la industria es menor a la exigida por la normativa.

Esta normativa lo exige para industrias Tipo C superiores a 3.000 m², y este establecimiento es de 490 m².

7.2. Sistemas manuales de alarma

Los sistemas manuales son un conjunto de pulsadores que permiten que se pueda transmitir una señal a una central de control en caso de incendio permanentemente vigilada.

Éstos deben estar situados a una distancia máxima de 25 metros.

Según el Artículo 4 del Anejo III del RSCIEI, el sistema se debe implantar en este establecimiento, ya que no se instalarán sistemas automáticos de detección. Así pues, en el **Plano 7** se pueden ver representados los sistemas manuales de alarma de incendio

7.3. Sistemas comunicación de alarma

En este caso tampoco es necesario implantar un sistema de comunicación de alarma, cómo en el caso de los sistemas automáticos de detección de incendios, según el Anejo III, la industria tiene una superficie inferior a la que exige la norma (10000 m² > 490 m²).

7.4. Sistemas hidrantes exteriores

En la **Figura 6** se establecen los parámetros para determinar si se necesitan hidrantes exteriores según el tipo de nave, superficie y riesgo intrínseco.

Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m ²)	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥300	NO	SÍ	
	≥1000	SÍ*	SÍ	
B	≥1000	NO	NO	SÍ
	≥2500	NO	SÍ	SÍ
	≥3500	SÍ	SÍ	SÍ
C	≥2000	NO	NO	SÍ
	≥3500	NO	SÍ	SÍ
D o E	≥5000		SÍ	SÍ
	≥15000	SÍ	SÍ	SÍ

Figura 6. Necesidad hidratantes. (Origen: RSCIEI, Anexo III, Artículo 7, Tabla 3.1. "Hidratantes exteriores según configuración, superficie construida y riesgo intrínseco". Autores: Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cataluña, Consejo de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales de Catalunya, ECA, SAU.)

Como podemos observar en la Figura 6 extraída del Artículo 7 del Anejo III del RSCIEI, no se debe instalar sistemas hidratantes exteriores.

7.5. Extintores

Según el Artículo 8 del Anejo III del RSCIEI, es necesario instalar extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

El emplazamiento de dichos extintores debe permitir que sean fácilmente visibles y accesibles. En la **Figura 7** se muestra la eficacia mínima del extintor y el área máxima protegida.

Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
Bajo	21 A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
Medio	21 A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
Alto	34 A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)

Figura 7. Determinación eficacia mínima extintor y área máxima protegida. (Origen: RSCIEI, Anexo III, Artículo 8, Tabla 3.1. "Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A". Autores: Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cataluña, Consejo de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales de Catalunya, ECA, SAU.)

Así pues, según la **Figura 7** extraída del Artículo 8 del Anejo III del RSCIEI, esta empresa al tener un grado medio de riesgo intrínseco necesita una eficacia mínima del extintor de 21 A, siendo suficiente para proteger 400 m².

En la **Figura 8** se muestra la eficacia mínima del extintor en relación al volumen máximo de combustible líquido en el sector de incendio.

	Volumen máximo, V (l), de combustibles líquidos en el sector de incendio (1) (2)			
Eficacia mínima del extintor	V≤20	20 < V≤50	50 < V≤100	100 < V≤200
	113 B	113 B	144 B	233 B

Figura 8. Determinación dotación extintores (combustibles clase B) según eficacia mínima. (Origen: RSCIEI, Anexo III, Artículo 8, Tabla 3.2." Autores: Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Cataluña, Consejo de Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales de Catalunya, ECA, SAU.)

Según la Figura 8, extraída del Artículo 8 del Anejo III del RSCIEI, al tener un volumen entre 20 y 50, se necesitaría una eficacia mínima de 113 B para extintores con carga de fuego aportada por combustibles de clase B.

Así pues, en el **Plano 7** se pueden ver representados los extintores necesarios sobre la acción contra incendios.

7.5.1. Sistemas extinción por agentes extintores gaseoso

Según el Artículo 15 del Anejo III RSCIEI, en recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos, es necesario instalar sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos (extintores de anhídrido carbónico), en vez de extintores de polvo polivalente, ya que la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos (apartado b).

7.6. Sistemas bocas de incendio equipadas

Según el Artículo 9 del Anejo III del RSCIEI, al ser un establecimiento de tipo C, con un nivel intrínseco medio y una superficie inferior a 1000 m², no es necesario instalar un sistema de bocas de incendios equipada.

7.7. Sistemas abastecimiento de agua

Acorde al Artículo 4 del Anejo III del RSCIEI, al no requerir un sistema de bocas de incendio equipadas, no es necesario instalar un sistema de abastecimiento de agua.

7.8. Sistemas columna seca

No se requiere la instalación de sistema de columna seca según el Artículo 10 del Anejo III del reglamento RSCIEI debido a que el establecimiento no supera los 15 metros de altura de evacuación.

7.9. Sistemas extinción por rociadores automáticos

Según el Artículo 11 del Anejo III RSCIEI, los sistemas de extinción por rociadores automáticos de agua no son necesarios dado que no se superan los 3.500 m² de superficie exigida para su instalación.

7.10. Sistemas extinción por agua pulverizada

Según el Artículo 12 del Anejo III RSCIEI; no se requiere la instalación de sistemas de extinción por agua pulverizada ya que, por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo no es necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de la estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

7.11. Sistemas extinción por espuma física

Según el Artículo 13 del Anejo III RSCIEI, no se requiere la instalación de sistemas de espuma física, ya que no existen áreas de ningún sector de incendio en las que se manipulen líquidos inflamables.

7.12. Sistemas extinción por polvo

Según el Artículo 14 del Anejo III RSCIEI, no se requiere la instalación de sistemas de extinción por polvo.

8. Medidas protección activa necesarias

Así pues, las medidas de protección activa que se deben tener en esta instalación se muestran a continuación en la **Tabla 6**

Tabla 6. Resumen medidas protección activa contra incendios.

Medida activa	Necesario	Justificación	Inclusión	Imagen
Sistema manual de alarma	Sí	No se requiere de la instalación de sistemas automáticos.	Sí	
Extintores de incendio	Sí	Siempre	Sí	
Sistema de alumbrado de emergencia	Sí	Siempre	Sí	
Señalización	Sí	Siempre y cuando no sea localizable o visible desde el punto de la zona protegida.	Sí	
Sirena electrónica	Sí	Siempre	Sí	

La colocación de cada elemento así como las salidas de emergencia de la planta se indican en el **Plano 7**.



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

ANEJO V

INSTALACIÓN LUMINARIA

Autor: Carlos Priego Correa

Tutores: Eduardo Hernández

Fecha: Julio 2018



ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. NORMATIVA	3
3. BASES DE CÁLCULO	3
3.1. Niveles iluminación.....	3
3.2. Metodología de cálculo	4
3.3. Nivel de reflexión y nivel de mantenimiento del local.	4
4. CÁLCULO Y SOLUCIÓN INSTALACIÓN LUMÍNICA.	5
4.1. Cálculo luminarias	5
4.2. Solución luminaria planta.	12
4.3. Iluminación de emergencia	13
5. FICHAS TÉCNICAS FLUORESCENTES	14

1. Objeto

Este anejo tiene como objeto la elección de luminarias para la iluminación idónea de la planta de sustracción de aceites esenciales y pectinas. La iluminación cubre las necesidades de una nave de 490 m², siendo seleccionadas el tipo de luminaria más adecuada para cada espacio (obrador, recepción, cámara frigorífica...).

2. Normativa

- RD 842/2002, de 2 de agosto, por el cual se aprueba el REBT.
- RD 2267/2004, del 3 de diciembre, para el cual se aprueba el RSCIEI.
- RD 486/1997, del 14 de abril, por el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los `puestos de trabajo.

3. Bases de cálculo

3.1. Niveles iluminación

Para la elección de la luminaria, se tiene en cuenta las necesidades del establecimiento y lo dispuesto en el RD 486/1997. En la **Tabla 1** se muestra el nivel de iluminación mínimo en cada espacio.

Tabla 1. Niveles iluminación.

Zona	Nivel de iluminación (lux)
Recepción y oficinas	400
Cámara frigorífica	150
Obrador	350
Almacenes	210
Aseos y vestuarios	250
Zonas de paso (pasillos)	200

3.2. Metodología de cálculo

Los cálculos para la iluminación se han realizado con la ayuda del programa DIALux 4.12, que según las características introducidas de los diferentes espacios del obrador, y las características luminotécnicas de luces y luminarias contenidas en la base de datos de dicho programa, establece el número adecuado de lámparas necesarias así como la posición idónea y otros datos de relevancia como la iluminación mínima obtenidas con la luminaria elegida.

Para las luces de emergencia se ha elegido el método de los lúmenes. Este método consiste en calcular el número de lámparas necesarias según el nivel de iluminación mínimo y la superficie del local.

3.3. Nivel de reflexión y nivel de mantenimiento del local.

Los niveles de reflexión dependen del color de paredes, techo y suelo. Se han considerado los valores estándar que se muestran en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Nivel reflexión superficies.

Techo	70 %
Paredes	50 %
Suelo	20 %

Otro dato que se debe considerar es el factor de degradación, en el que se ha considerado un 0,8 correspondiente a un local muy limpio con ciclo de mantenimiento anual.

4. Cálculo y solución instalación lumínica.

4.1. Cálculo luminarias

Para el cálculo de luminarias, se establecen las características de cada espacio teniendo en cuenta las dimensiones y el nivel mínimo de iluminación correspondientes.

Uno de los datos diferenciales para la elección de la luminaria es la protección contra la entrada de humedad, que en el caso de las cámaras y del obrador deben cumplir una estanqueidad IP44 o superior.

Recepción

En la **Figura 1** se muestran las diferentes características del espacio introducidas y la luminaria elegida.

Entrada de datos
Escriba aquí todos los valores necesarios para el local y seleccione su luminaria y el tipo de montaje.

Figura 1. Datos luminaria recepción.

Una vez introducidos los datos, el programa calcula diferentes propuestas de colocación y cantidad de fluorescentes.

Modificamos la cantidad de lámparas propuestas para ajustar el nivel de iluminación que supere el mínimo según este espacio (400 lux) pero no en exceso ya que supondría una inversión innecesaria tanto en lámparas como en energía.

En la **Figura 2** se muestran los resultados y datos de interés de la luminaria de la de recepción.

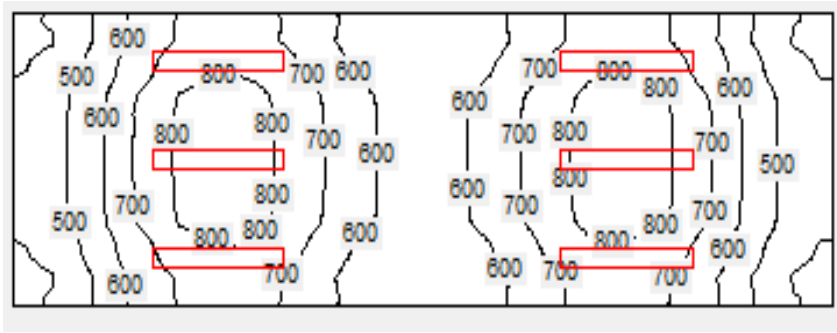


Figura 2. Cantidad de fluorescentes y líneas isolux recepción.

Como se observa en la Figura 2 el número de lámparas necesarias es de 6, y según las líneas isolux el mínimo de iluminación es superior a 400 lux.

Cámara frigorífica

En la **Figura 3** se muestran las diferentes características del espacio introducidas y la luminaria elegida.

Entrada de datos
Escriba aquí todos los valores necesarios para el local y seleccione su luminaria y el tipo de montaje.

Geometría del local
 Longitud (a): 5.000 m
 Anchura (b): 3.000 m
 Altura: 3.500 m
 Utilizar local en L
 c: 2.700 m
 d: 1.800 m

Grado de reflexión
 Techo: 70 % Techo estándar
 Paredes: 50 % Pared estándar
 Suelo: 20 % Suelo estándar

Parámetros del local
 Valores de referencia: Ejemplo de empleo
 Factor de degradación: 0.80

Plano útil
 Altura: 0.850 m
 Zona marginal: 0.000 m

Selección de luminarias
 Luminaria: GEWISS GW80002 ZNT - 1x36W FD
 Seleccione aquí el equipamiento: GEWISS
 Emisión de luz 1
 Lámparas: FD 36W
 Modifique aquí el flujo luminoso predeterminado para la luminaria:
 Flujo: 3450 lm
 Potencia: 36 W

Montaje de luminarias
 Tipo de montaje: Adosado
 Modifique la altura de montaje mediante uno de los parámetros siguientes:
 Longitud de suspensión: 0.000 m
 Altura del punto de luz: 2.538 m
 Altura de montaje: 3.500 m
 Dimensiones (L x B x H): 1.290 x 0.135 x 0.112 m

Plano útil

Figura 3. Datos luminaria cámara frigorífica

Modificamos la cantidad de fluorescentes propuestos para ajustar el nivel de iluminación que supere el mínimo según este espacio (150 lux).

En la **Figura 4** se muestran los resultados y datos de interés de la luminaria de la cámara frigorífica.

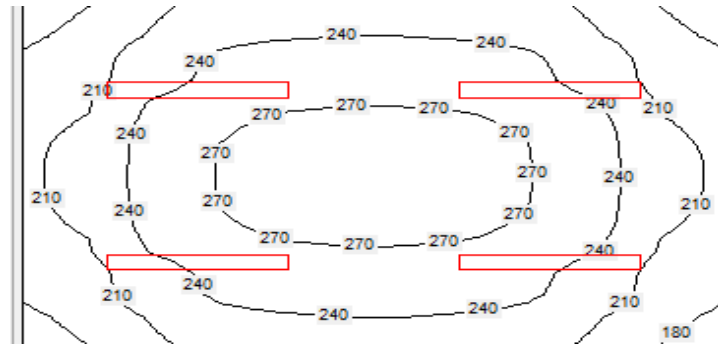


Figura 4. Cantidad de fluorescentes y líneas isolux cámara frigorífica

Como se observa en la Figura 4 el número de fluorescentes necesarios es de 4, y según las líneas isolux supera el mínimo de iluminación (150 lux).

Obrador

En la **Figura 5** se muestran las diferentes características del espacio introducidas y la luminaria elegida.

Entrada de datos
Escriba aquí todos los valores necesarios para el local y seleccione su luminaria y el tipo de montaje.

Geometría del local

Longitud (a): 19.100 m
 Anchura (b): 13.300 m
 Altura: 3.500 m

Utilizar local en L

c: 2.700 m
 d: 1.800 m

Grado de reflexión

Techo: 70 % Techo estándar
 Paredes: 50 % Pared estándar
 Suelo: 20 % Suelo estándar

Parámetros del local

Valores de referencia: Ejemplo de empleo
 Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Altura: 0.850 m
 Zona marginal: 0.000 m

Selección de luminarias

Luminaria: GEWISS GW80166 ZNT - 2x58W FD
 Catálogos

Seleccione aquí el equipamiento: GEWISS

Emisión de luz 1

Lámparas: FD 58W

Modifique aquí el flujo luminoso predeterminado para la luminaria:

Flujo	10800	lm
Potencia	116	W

Montaje de luminarias

Tipo de montaje: Adosado

Modifique la altura de montaje mediante uno de los parámetros siguientes:

Longitud de suspensión: 0.000 m
 Altura del punto de luz: 2.538 m
 Altura de montaje: 3.500 m

Dimensiones (L x B x H): 1.590 x 0.195 x 0.112 m

Plano útil

Figura 5. Datos luminaria obrador.

Modificamos la cantidad de fluorescentes propuestos para ajustar el nivel de iluminación que supere el mínimo según este espacio (350 lux).

En la **Figura 6** se muestran los resultados y datos de interés de la luminaria del obrador.

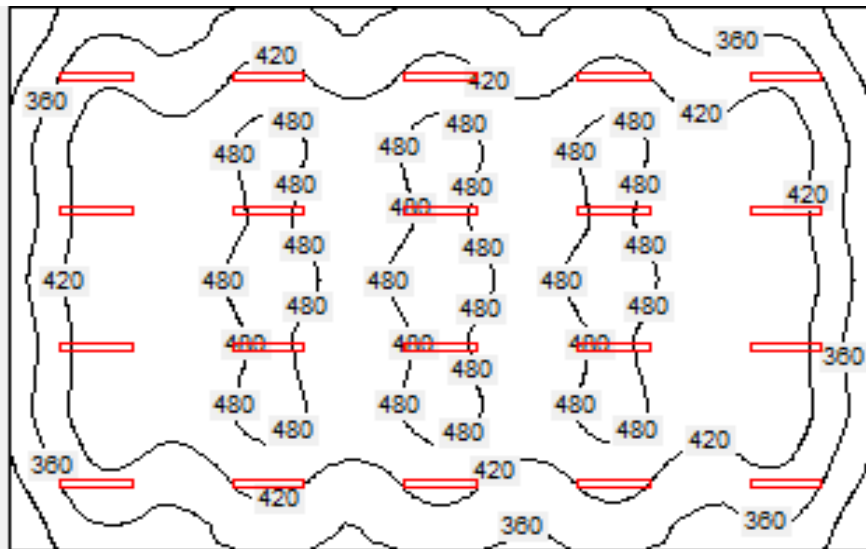


Figura 6. Cantidad de fluorescentes y líneas isolux obrador.

Como se observa en la Figura 6 el número de fluorescentes necesarios es de 20, y según las líneas isolux supera el mínimo de iluminación para este espacio (350 lux).

Almacenes

La planta consta de 2 *almacenes*, uno para el almacenaje del producto final y otro para el almacenaje de materiales. Ambos almacenes tienen las mismas dimensiones y características por lo que se calcula uno de los espacios y luego se duplica la cantidad de lámparas para abarcar ambas zonas.

En la **Figura 7** se muestran las diferentes características del espacio introducidas y la luminaria elegida.

Figura 7. Datos luminaria almacén.

Modificamos la cantidad de fluorescentes propuestos para ajustar el nivel de iluminación que supere el mínimo según este espacio (210 lux).

En la **Figura 8** se muestran los resultados y datos de interés de la luminaria del obrador.

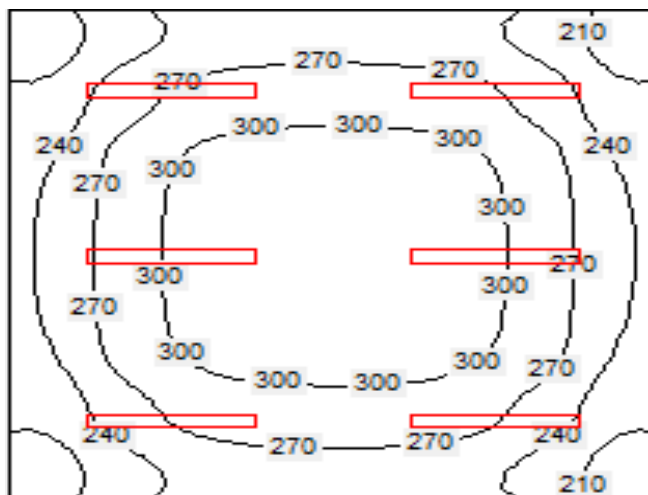


Figura 8. Cantidad de fluorescentes y líneas isolux almacén.

Como se observa en la Figura 8 el número de fluorescentes necesarios para un almacén es de 6, y supera el mínimo de iluminación para este espacio (350 lux).. Por lo tanto para la iluminación de los 2 almacenes se necesitan 12 fluorescentes.

Oficina

En la **Figura 9** se muestran las diferentes características del espacio introducidas y la luminaria elegida.

La imagen muestra la interfaz de un software de diseño de iluminación. Se dividen en varias secciones:

- Geometría del local:** Longitud (a): 5.000 m, Anchura (b): 3.850 m, Altura: 3.500 m. Opciones para utilizar local en L y parámetros c (2.700 m) y d (1.800 m).
- Grado de reflexión:** Techo: 70%, Paredes: 50%, Suelo: 20%.
- Parámetros del local:** Valores de referencia: Ejemplo de empleo, Factor de degradación: 0.80.
- Plano útil:** Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m.
- Selección de luminarias:** Luminaria: GEWISS GW80166 ZNT - 2x58W FD. Lámparas: FD 58W. Flujo: 10800 lm, Potencia: 116 W.
- Montaje de luminarias:** Tipo de montaje: Adosado. Longitud de suspensión: 0.000 m, Altura del punto de luz: 2.538 m, Altura de montaje: 3.500 m. Dimensiones (L x B x H): 1.590 x 0.195 x 0.112 m.

Figura 9. Datos luminaria oficina.

Modificamos la cantidad de fluorescentes propuestos para ajustar el nivel de iluminación que supere el mínimo según este espacio (400 lux).

En la **Figura 10** se muestran los resultados y datos de interés de la luminaria de la oficina.

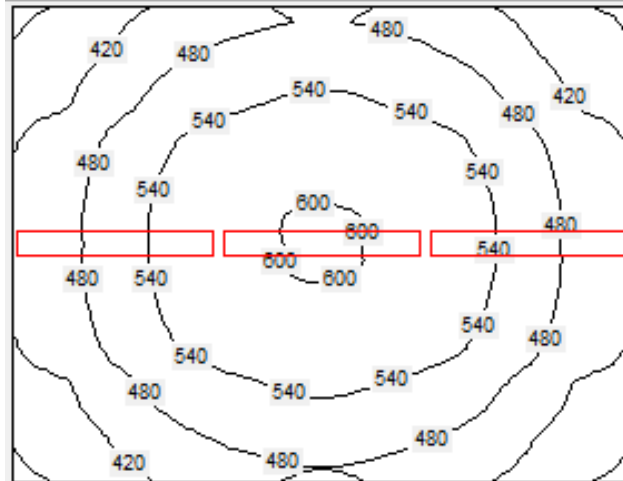


Figura 10. Cantidad de fluorescentes y líneas isolux oficina.

Como se observa en la Figura 10 el número de lámparas necesarias es de 3, y con un nivel de iluminación que supera el mínimo para esta zona (400 lux).

Aseos y vestuarios

La planta dispone de dos vestuarios con aseos con las mismas dimensiones, por lo tanto el cálculo se realizará de igual manera que para los almacenes, se calculará un aseo para luego contabilizar el doble de fluorescentes.

En la **Figura 11** se muestran las diferentes características del espacio introducidas y la luminaria elegida.

Entrada de datos
Escriba aquí todos los valores necesarios para el local y seleccione su luminaria y el tipo de montaje.

Geometría del local
 Longitud (a): 5.000 m
 Anchura (b): 3.000 m
 Altura: 3.500 m
 Utilizar local en L
 c: 2.700 m
 d: 1.800 m

Grado de reflexión
 Techo: 70 % Techo estándar
 Paredes: 50 % Pared estándar
 Suelo: 20 % Suelo estándar

Parámetros del local
 Valores de referencia: Ejemplo de empleo
 Factor de degradación: 0.80

Plano útil
 Altura: 0.850 m
 Zona marginal: 0.000 m

Selección de luminarias
 Luminaria: GEWISS GW80002 ZNT - 1x36W FD
 Seleccione aquí el equipamiento: GEWISS
 Emisión de luz 1
 Lámparas: FD 36W
 Modifique aquí el flujo luminoso predeterminado para la luminaria:
 Flujo: 3450 lm
 Potencia: 36 W

Montaje de luminarias
 Tipo de montaje: Adosado
 Modifique la altura de montaje mediante uno de los parámetros siguientes:
 Longitud de suspensión: 0.000 m
 Altura del punto de luz: 2.538 m
 Altura de montaje: 3.500 m
 Dimensiones (L x B x H): 1.290 x 0.135 x 0.112 m

Figura 11. Datos luminaria vestuario.

Modificamos la cantidad de fluorescentes propuestos para ajustar el nivel de iluminación que supere el mínimo según este espacio (250 lux).

En la **Figura 12** se muestran los resultados y datos de interés de la luminaria correspondientes a un vestuario.

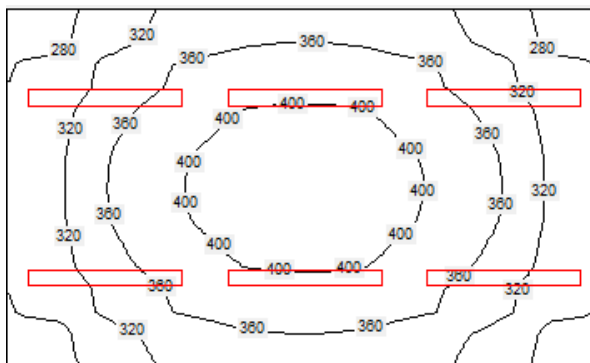


Figura 12. Cantidad de fluorescentes y líneas isolux vestuario.

Como se observa en la Figura 12 el número de fluorescentes necesarios para un vestuario es de 6, superando el nivel mínimo de iluminación para esta zona (250 lux). Por lo tanto para la iluminación de los 2 vestuarios se necesitan 12 lámparas.

Pasillos

En la **Figura 13** se muestran las diferentes características del espacio introducidas y la luminaria elegida.

La imagen muestra la interfaz de usuario de un software de diseño de iluminación. El título es "Entrada de datos" con el subtítulo "Escriba aquí todos los valores necesarios para el local y seleccione su luminaria y el tipo de montaje." En la parte superior derecha hay un logo "light".

El formulario está dividido en varias secciones:

- Geometría del local:** Longitud (a): 4.700 m, Anchura (b): 10.300 m, Altura: 3.500 m. Incluye un boceto y una prueba de la geometría. Opciones: Utilizar local en L, c: 2.700 m, d: 1.800 m.
- Selección de luminarias:** Luminaria: GEWISS GW80002 ZNT - 1x36W FD. Selección de equipamiento: GEWISS. Emisión de luz 1: Lámparas: FD 36W. Flujo: 3450 lm, Potencia: 36 W. Incluye un gráfico de emisión de luz y una imagen de la lámpara.
- Grado de reflexión:** Techo: 70 % (Techo estándar), Paredes: 50 % (Pared estándar), Suelo: 20 % (Suelo estándar).
- Parámetros del local:** Valores de referencia: Ejemplo de empleo, Factor de degradación: 0.80.
- Plano útil:** Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m.
- Montaje de luminarias:** Tipo de montaje: Adosado. Modifique la altura de montaje mediante uno de los parámetros siguientes: Longitud de suspensión: 0.000 m, Altura del punto de luz: 2.538 m, Altura de montaje: 3.500 m. Dimensiones (L x B x H): 1.290 x 0.135 x 0.112 m. Incluye un diagrama de "Plano útil".

Figura 13. Datos luminaria pasillo.

Una vez introducidos los datos, el programa calcula diferentes propuestas de colocación y cantidad de lámparas.

Modificamos la cantidad de lámparas propuestas para ajustar el nivel de iluminación que supere el mínimo según este espacio (200 lux).

En la **Figura 14** se muestran los resultados y datos de interés de la luminaria del pasillo.

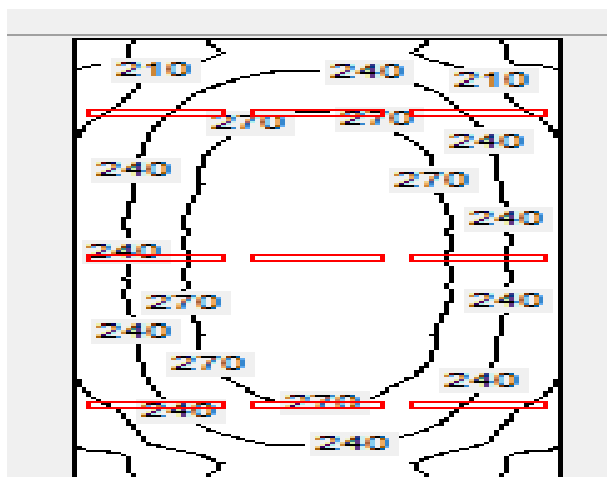


Figura 14. Cantidad de fluorescentes y líneas isolux sección 1.

Como se observa en la Figura 14 el número de fluorescentes necesarios es de 9, con un nivel de iluminación mínimo que supera el mínimo para esta zona (200 lux).

4.2. Solución luminaria planta.

La instalación de luminaria en la planta consta de 2 tipos de fluorescentes de la marca GEWISS: GW80166 y GW80002.

En la **Tabla 3** se muestra un resumen de en que zonas se instala una u otra así como la cantidad de fluorescentes necesarios para toda la planta.

Tabla 3. Luminaria planta.

Tipo	Zona	Núm. Lámparas.	Cantidad total
GEWISS GW80166 ZNT (2x58W)	Recepción	6	29
	Obrador	20	
	Oficina	3	
GEWISS GW80002 ZNT (1x36)	Cámara frigorífica	4	37
	Almacenes	12	
	Vestuarios	12	
	Pasillo	9	

Como se puede observar en la Tabla 4 en los espacios que necesitan un nivel de iluminación elevado (Recepción, obrador y oficinas) y de grandes dimensiones (pasillos) se instalan fluorescentes con dos tubos, para así disminuir el número de fluorescentes y facilitar la instalación.

4.3. Iluminación de emergencia

La iluminación de emergencia se localiza cerca de las puertas para facilitar la visualización de las salidas de emergencia, y próxima a los subcuadros eléctricos.

Con las luces de emergencia se alcanzarán los 5 lux con una autonomía mínima de 1 hora requeridos por el RSCIEI.

Se utilizan las luminarias de emergencia estanca de “Legrand serie NT65 TL8W” de 8 W y 240 Lm.

Para el cálculo de la luminaria de emergencia necesaria para llegar a los 5 lux se utiliza el método de los lúmenes.

La siguiente fórmula permite averiguar los lúmenes necesarios en toda la nave según su superficie y nivel de iluminación mínima requerido (5).

$$\varnothing = 1,25 \times S \times 5.$$

$$\varnothing = 1,25 \times 490 \text{ (m}^2\text{)} \times 5 \text{ (Lm/m}^2\text{)} = 3.062,5 \text{ Lm}$$

Una vez conocidos los Lm necesarios, se averigua el número de lámparas necesarios según la siguiente fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ Lámparas} = \text{Lm nave} / \text{Lm lámparas}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Lámparas} = 3.063 \text{ Lm} / 240 \text{ Lm} = 12,7 = 13 \text{ lámparas.}$$

Por lo tanto para cubrir los niveles de iluminación de emergencia de la nave se instalarán 13 lámparas “Legrand serie NT65 TL8W” de 8 W y 240 Lm según la ruta de evacuación.

(En el **Plano 8** se observa la disposición de las diferentes luminarias.)

5. Fichas técnicas fluorescentes

GEWISS GW80166

Scheda Tecnica Prodotto

GW80166

Articoli in esaurimento

GEWISS

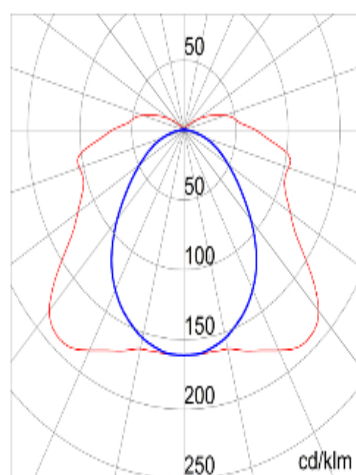


Attacco lampada	G13	Classe isolamento	II
Dimensioni AxBxC (mm)	1590x112x195	Grado di protezione	IP65
Lampada	FD	Potenza lampada	58 W
Resistenza agli urti	IK10	Tensione	230 V - 50 Hz
Numero lampade	2	Peso (kg)	6,1
Applicazione	Interno / Esterno	Glow Wire Test	850 °C
Riflettore	Diffondente	Tipo alimentatore	Reattore elettromagnetico KCG
Classe di efficienza lampade compatibili	B ÷ A	Codice Electrocod	2432

DIMENSIONALE



CURVA FOTOMETRICA



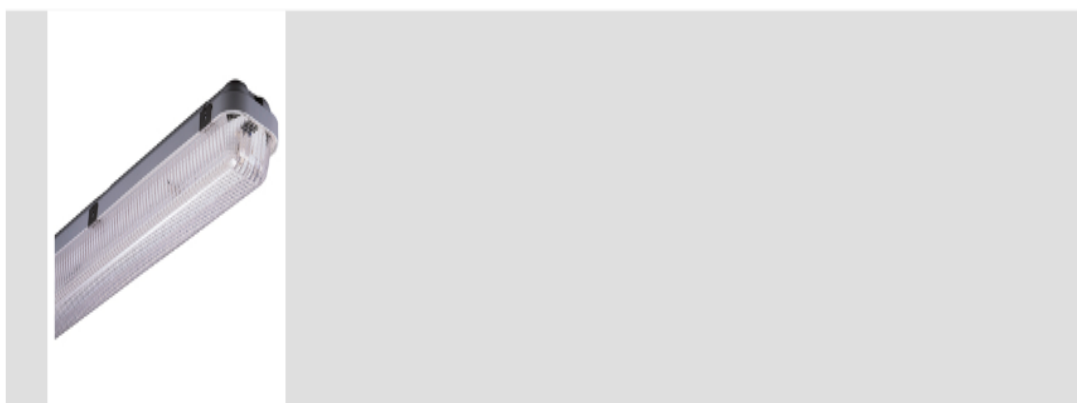
GEWISS GW80002

Scheda Tecnica Prodotto

GW80002

Articoli in esaurimento

GEWISS

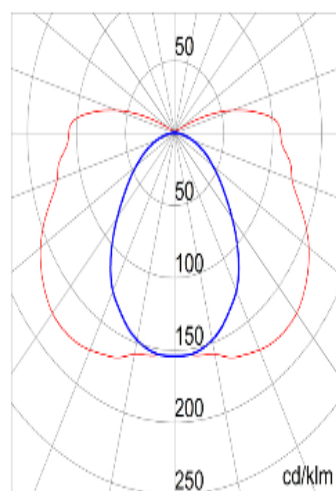


Attacco lampada	G13	Classe isolamento	I
Dimensioni AxBxC (mm)	1290x112x135	Grado di protezione	IP65
Lampada	FD	Potenza lampada	36 W
Resistenza agli urti	IK10	Tensione	230 V - 50 Hz
Numero lampade	1	Peso (kg)	3
Applicazione	Interno / Esterno	Glow Wire Test	850 °C
Riflettore	Diffondente	Tipo alimentatore	Reattore elettromagnetico KCG
Classe di efficienza lampade compatibili	B - A	Codice Electrocod	2432

DIMENSIONALE



CURVA FOTOMETRICA



Legrand serie NT65 TL8W

luminarias de emergencia estanca




0 618 35

Para instalaciones industriales donde se busca un IP elevado y buena resistencia a otros agentes externos (grasa, suciedad, etc.).

Fabricadas según normas de obligado cumplimiento:

UNE-EN 60598-2-22 y UNE 20392.

Producto certificado por AENOR con marca .

Luminarias no permanentes y combinadas. Lámparas de 8 W y PL 11 W. IP 65, IK 07. Clase I.

Aptas para ser montadas sobre superficies inflamables.

Alimentación: 230 V ± 10%.

Baterías Ni-Cd de alta temperatura.

5 lux

Tiempo de carga: 24 horas.

Autonomía: 1 hora.

2 leds testigo de carga de alta luminosidad (100.000 h de vida media).

Cuando los leds se apagan simultáneamente indica:

- Ausencia de tensión.
- Las baterías no cargan.

Bornas del telemando protegidas para evitar errores en la conexión a 230 V~.

Utilizar telemando para:

- Puesta en reposo.
- Test de prueba de funcionamiento con tensión de red

		No permanentes			
		Lúmenes	Autonomía	Lámparas	Batería
1	0 618 30	100	1 h	TL8W	Ni-Cd
1	0 618 31	240	1 h	TL8W	Ni-Cd
1	0 618 32	400	1 h	TL8W	Ni-Cd



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH**

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

ANEJO VI

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Autor: Carlos Priego Correa

Tutor: Eduardo Hernández

Fecha: Julio 2018



ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. NORMATIVA APLICABLE	3
3. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN	3
3.1. Clasificación según ITC-BT 30	3
3.2. Suministro (tensión y frecuencia).	4
3.3. Potencia necesaria	4
3.4. Protecciones contra sobreintensidad y cortocircuitos	5
3.5. Protección contra contactos indirectos	5
3.6. Líneas distribución interior	5
4. RECEPTORES ELÉCTRICOS	7
4.1 Receptores luminaria	7
4.1. Receptores mecánicos	8
5. DIMENSIONADO LÍNEAS	9
5.1. Bases de cálculo	9
5.2. Cálculo de los circuitos	13

1. OBJETO

El presente documento tiene como objeto describir y dimensionar la instalación eléctrica y de iluminación de una planta de extracción de pectinas y aceites esenciales. En este documento se reflejan las características de los materiales y las medidas de seguridad adoptadas, según normativa vigente. Se trata de una planta de 490 m² con un obrador de 250 m².

2. NORMATIVA APLICABLE

Para la realización de este anejo ha sido necesario tener en cuenta la siguiente normativa:

- RD 842/2002, de 2 de agosto, por el cual se aprueba el Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT), junto con sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- Norma UNE-EN 20-460 “Instalaciones eléctricas en edificios”

3. DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN

3.1. Clasificación según ITC-BT 30

El edificio está clasificado (ITC-BT-10) como “Edificio destinado a una Industria específica” el cual, está dividido en diferentes locales o zonas de trabajo consideradas, según la actividad que se realiza a en estas zonas:

- Instalaciones de locales húmedos (obrador, recepción,..).
- Instalaciones de locales mojados (cámaras frigoríficas y zonas de lavado).
- Locales sin ninguna reglamentación especial. (pasillos, oficinas,...).

La instalación eléctrica de este anejo se realizará según las instrucciones ITC-BT-30 apartado 1, para los locales húmedos y de acuerdo a la instrucción ITC-BT-30 apartado 2, para los locales mojados. Lo demás no está sometido a ninguna reglamentación especial.

3.2. Suministro (tensión y frecuencia).

La tensión suministrada contratada se realizará con un corriente alterno trifásico 400/230 V a una frecuencia de 50Hz.

3.3. Potencia necesaria

Se deben hacer diferentes cálculos de potencia: la correspondiente a la iluminación, la potencia necesaria para la iluminación de emergencia y la potencia necesaria para la maquinaria utilizada.

Iluminación y alumbrado de emergencia

Se calcula el número de fluorescentes necesarios en la zona indicada. Una vez conocido el número de fluorescentes y la potencia, de cada uno se obtiene la potencia necesaria y total respecto al alumbrado.

Maquinaria

En la **Tabla 1** se observa la potencia (kW) consumida por los diferentes equipos.

Tabla 1. Potencia equipos

Equipo	Potencia (kW)
Lavadora	1,3
Cortadora	0,75
Destilador con separador	18
Tanque abierto con agitador	0,8
Evaporador al vacío	7,1
Tanque cerrado	-
Secador	9
Molino de bolas	1,5

Potencia total y contratada

La potencia total es la suma de las 3 potencias (de iluminación, emergencia y maquinaria).

Para determinar la potencia contratada se suman las potencias de las máquinas que están en funcionamiento normalmente y el alumbrado, y se selecciona la potencia contratada más cercana según la tabla de “suministros individuales mayores de 15 kW” del REBT. Aunque normalmente a potencia contratada es más pequeña que la potencia instalada, ya que los equipos o elementos no están en funcionamiento todos a la vez (criterio de simultaneidad), en este caso será ligeramente superior para facilitar una posible ampliación de líneas.

3.4. Protecciones contra sobreintensidad y cortocircuitos

Los PIA's (pequeños interruptores automáticos), protegen las instalaciones de los sobrecalentamientos y cortocircuitos.

Otro elemento de protección contra los sobrecalentamientos y cortocircuitos son los fusibles. Así pues, si se produce uno de estos fenómenos, se deben sustituir por fusibles.

Dichos elementos se instalarán al inicio del circuito de manera que no se sobrepase el límite del conductor.

3.5. Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se realiza mediante interruptores diferenciales asociados a instalaciones de toma de tierra de todos los elementos metálicos que deben ser equipotenciales a las masas metálicas accesibles.

Los interruptores diferenciales tendrán una sensibilidad de 30mA para iluminación y de 300 mA para motores (elementos de fuerza).

3.6. Líneas distribución interior

- Conductores

Los cables considerado en esta instalación eléctricas son de polietileno reticular (XLPE) RZ1-K 0,6/1kV (UNE 21123-4) para líneas generales de alimentación (ITC-BT 14).

Todas las líneas dispondrán de un conductor de tierra de color amarillo-verde. El cableado de la línea será de colores normalizados (negro, gris, marrón y azul).

En esta instalación se emplean varias medidas (1,5, 2,5, 4...) según la intensidad que transportan y otras características eléctricas. Las secciones escogidas para cada línea y subcuadro se pueden consultar en el apartado 6.4 de este mismo anexo.

- Protección magnetotérmica

Así como en la sección de los conductores, el tipo de PIA utilizado también es variado (6A, 10A, 16A...) debido a los diferentes parámetros de cada línea y subcuadro según la intensidad que transportan y otras características eléctricas. Los dispositivos escogidos para cada línea y subcuadro se pueden consultar en el apartado 6.4 de este mismo anexo.

La maquinaria más potente dispone de PIA individual, mientras las líneas de iluminación y algunas máquinas de menor potencia pueden ser agrupadas (de 2 en 2 o 3 en 3) y protegidas por un sólo dispositivo.

La sección de los tubos se calcula según la Tabla 9 de la ITC-BT-21. La sección será 4 veces la sección ocupada por los conductores. Tanto para los tubos como para los canales se utilizará el factor de reducción de la UNE 20460-5-523-2004 para calcular la intensidad máxima admisible para el cable.

- Canalizaciones

La sección de los tubos se calcula según la Tabla 9 de la ITC-BT-21. La sección será 4 veces la sección ocupada por los conductores. Tanto para los tubos como para los canales se utilizará el factor de reducción de la UNE 20460-5-523-2004 para calcular la intensidad máxima admisible para el cable.

- Bandejas

Los cables están dispuestos en una única capa sobre bandeja perforada horizontal o vertical de 9 circuitos con un factor de reducción de 0,72.

4. RECEPTORES ELÉCTRICOS

4.1 Receptores luminaria.

❖ Alumbrado del obrador

La instalación de luminaria en la planta consta de 3 tipos de fluorescentes de la marca GEWISS:

- GW80166: De 116 W y 10.800 lm.
- GW80002: De 36 W y 3.450 lm.
- GW80145: De 72 W y 6.900 lm.

En la **Tabla 2** se muestra la cantidad de fluorescentes de cada tipo según el espacio.

Tabla 2. Número lámparas por espacio.

Tipo	Zona	Núm. Lámparas.	Cantidad total
GEWISS GW80166 ZNT (2x58W)	Recepción	6	29
	Obrador	20	
	Oficina	3	
GEWISS GW80002 ZNT (1x36)	Cámara frigorífica	4	37
	Almacenes	12	
	Vestuarios	12	
	Pasillo	9	

Como se observa en la Tabla 2, el número de fluorescentes para el alumbrado de la planta es muy elevado, por lo tanto es necesario dividir esta iluminación en diferentes líneas para que el diámetro del cableado de cada línea no supere los 1,5 mm².

❖ Alumbrado de emergencia

Para la iluminación de emergencia se utilizarán 13 lámparas “Legrand serie NT65 TL8W” de 8 W y 240 Lm.

Una vez establecido el número y tipo de luminaria elegida, se distribuyen en diferentes líneas en los diferentes subcuadros de la planta.

4.1. Receptores mecánicos

La instalación consta de máquinas y enchufes monofásicos para diferentes dispositivos electrónicos (balanza precisión, ordenadores, móviles...)

En la **Tabla 3** se muestra la potencia necesaria para cada equipo y la zona donde se encuentran:

Tabla 3. Potencia y situación equipos

Equipo	Potencia (w)	Situación
Balanza	3.000	Recepción
Enchufe M.	1.500	Recepción
Equipo frío	1.555	Cám. Frigorífica
Balanza	300	
3 Balanza precisión	300	
Lavadora	1.300	
Cortadora	750	
Destilador con separador	18.000	Obrador
Tanque abierto con agitador	800	
Evaporador al vacío	7,1	
Secador	9	
Molino de bolas	1,5	
4 Enchufes M.	1000	Oficinas
1 Enchufe M.	100	Pasillo

En la **Tabla 4** se muestran las líneas asignadas a los diferentes equipos:

Tabla 4. Líneas de los equipos

Equipo	Líneas
Balanza recepción	L 1.4
Enchufe M.	L 1.4
Equipo frío	L 2
Balanzas obrador	L 4.5
Lavadora	L 5.1
Cortadora	L 5.2
Destilador con separador	L 5.3
Tanque abierto con agitador	L 5.4
Evaporador al vacío	L 5.5
Secador	L 5.6
Molino de bolas	L 5.7
Enchufes oficina	L 6.3

5. DIMENSIONADO LÍNEAS

5.1. Bases de cálculo

Antes de realizar los cálculos, es importante saber el tipo de instalación y las diferentes características de los conductores a partir del ITC-BT-19. (**Tabla 5**)

Tabla 5. Características instalación eléctrica.

Clase de instalación	E
Conductividad del cobre a 90°C	44 siemens (m/mm ²)
Tensión suministrada	400/230 V - 50 Hz
Material aislante	Polietileno reticular (XLPE)

- Dimensionado de los conductores eléctricos

Los conductores han sido dimensionados de acuerdo con el REBT 2002 y UNE 20-460-90.

Una de las condiciones del dimensionado es que cumpla $IB \leq IN \leq Iz$.

- IB: intensidad de la línea.

Se calcula según el tipo de línea (trifásico o monofásico). En la **Tabla 6** se muestran las fórmulas para la obtención de la intensidad según el tipo de línea (T o M).

Tabla 6. Fórmulas líneas monofásicas y trifásicas.

Monofásico (M)	$IB = \frac{P * K}{V * \eta * \cos \varphi}$
Trifásico (T)	$IB = \frac{P * K}{V * \eta * \cos \varphi * \sqrt{3}}$

P → Potencia requerida (W)

K → Coeficiente multiplicador (1,25 en motores; 1,8 en fluorescentes; 1 en resistencias).

η → Conductividad a 90°C (44 siemens (m/mm²))

$\cos \varphi$ → Factor de potencia

V → Tensión simple (V). 230V en líneas monofásicas; 400V en trifásicas.

U → Tensión compuesta (V)

- Iz: Máxima corriente soportada por el conductor.

A partir de la intensidad IB se escoge la sección de los conductores, en este caso son de cobre, a partir del tipo de distribución (E) el material aislante (XLPE) y el tipo de fase (T o M). A partir de los parámetros anteriores se obtiene de la Tabla A, 52-1 bis (UNE 20-460) la sección necesaria, en este caso es de 1,5mm² para todos excepto para el equipo de frío y la luminaria de la sección 1 y 2 que es de 2,5 mm². Además de la Tabla 52-E1 se obtiene el coeficiente de agrupamiento según la distribución (9 cables tipo E), en este caso es de 0,72. Estos dos resultados confeccionan la siguiente expresión:

$$Iz(\text{coef de agrupamiento}) = \text{coef agrupamiento (0,72)} * Iz(\text{tablas})$$

En la **Figura 1** se muestra la intensidad máxima según tipo de instalación (E), tipo de conexión (M o T) y sección del cable.

TABLA 52-B1 (UNE 20460-5-523:2004) Métodos de instalación de referencia

Instalación de referencia		Tabla y columna				
		Intensidad admisible para los circuitos simples				
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
		Número de conductores				
		2	3	2	3	
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla A.52-1 bis columna 4	Tabla A.52-1 bis columna 3	Tabla A.52-1 bis columna 7	Tabla A.52-1 bis columna 6
	Cable multicable en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla A.52-1 bis columna 3	Tabla A.52-1 bis columna 2	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 5
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 5	Tabla A.52-1 bis columna 10	Tabla A.52-1 bis columna 8
	Cable multicable en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla A.52-1 bis columna 5	Tabla A.52-1 bis columna 4	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 7
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 11	Tabla A.52-1 bis columna 9
	Cable multicable en conducto cerrado	D	Tabla A.52-2 bis columna 3	Tabla A.52-2 bis columna 4	Tabla A.52-2 bis columna 5	Tabla A.52-2 bis columna 6
	Cable multicable al aire libre. Distancia al muro inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla A.52-1 bis columna 9	Tabla A.52-1 bis columna 7	Tabla A.52-1 bis columna 12	Tabla A.52-1 bis columna 10
	Cables unipolares en contacto al aire libre. Distancia al muro inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	F	Tabla A.52-1 bis columna 10	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 13	Tabla A.52-1 bis columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre. Distancia entre ellos inferior o igual al diámetro del cable	G	---	Ver UNE 20460-5-523	---	Ver UNE 20460-5-523

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cables: $p_{20} = 156 \text{ } \mu\text{m}^2/\text{m}$; Aluminio: $p_{20} = 135 \text{ } \mu\text{m}^2/\text{m}$

Para el cobre y el aluminio: $\theta = 70^\circ\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,20$; $\theta = 90^\circ\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,28$

POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN kVA):
5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

FACTORES DE MAYORACIÓN K_{θ} : 1,25 para motores y 1,8 para lámparas de descarga

TABLA A.52-1 BIS (UNE 20460-5-523:2004) Intensidades admisibles en amperios Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de instalación de la tabla 52-B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A2	PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2							
B1					PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2				
B2			PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2					
C					PVC3			PVC2	XLPE3	XLPE2			
E						PVC3			PVC2	XLPE3	XLPE2		
F							PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2			XLPE2
Sección mm²													
Cobre													
1,5		11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
2,5		15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
4		20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
6		25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
10		34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	78	-
16		45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
25		59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35		-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50		-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70		-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	260	290
95		-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120		-	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348
150		-	-	-	-	-	238	260	278	299	322	343	404
185		-	-	-	-	-	-	268	297	317	341	368	464
240		-	-	-	-	-	-	-	315	350	374	401	500
Aluminio													
2,5		11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-
4		15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-
6		20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-
10		27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-
16		36	38	42	46	51	56	57	63	68	70	83	-
25		46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105
35		-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130
50		-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160
70		-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	208
95		-	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230
120		-	-	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	260
150		-	-	-	-	-	-	187	197	223	227	246	277
185		-	-	-	-	-	-	-	212	225	226	259	281
240		-	-	-	-	-	-	-	-	248	265	300	332

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Figura 1. Tabla a52-1 y a52-1 bis.

- I_N : corriente nominal del dispositivo de protección.

Una vez obtenidas la I_B y la I_z se procede a la elección de la PIA que cumpla la condición $I_B \leq I_N \leq I_z$.

Una vez se ha escogido el interruptor (PIA) se indica el tipo de curva que lo caracteriza:

- Para luminaria y enchufes: curva tipo C.
- Para motores: curva tipo D.

Además de la condición impuesta de las intensidades también se debe comprobar la caída de tensión de las líneas según el tipo (Tabla 7).



Tabla 7. Caída de tensión admisible y fórmulas de cálculo según tipo de línea.

Tipo de línea	Monofásica	Trifásica
CT parcial (V)	$q = \frac{2 * L * I * \cos \varphi}{\rho * S}$	$q = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \varphi}{\rho * S}$
CT total (V)	CT total= CT parcial + CT aguas arriba	
% CT total	$\% = \frac{CT\ total * 100}{V}$	
CT admisible	≤3% → 6,9V	≤5% → 20V

I → Intensidad de la línea (IB)

L → Longitud del punto de conexión a la carga (m)

S → Sección del cable (mm²)

ρ → Conductividad a 90°C (44 siemens (m/mm²))

cos φ → Factor de potencia

V → Tensión simple (V). 230V en líneas monofásicas; 400V en trifásicas.

5.2. Cálculo de los circuitos

Nombre Línea	M o T	Distribución	Potencia	Coficiente arranque	n° circuitos	Cofef agrup.	Longitud	Conductor	cosφ	Rendimiento motor	Intensidad CÁLCULO (IB)	CdT parq	CdT total	CdT Total	Sección tierra	Sección	PIA	Intensidad Iz: coef. Agrupamiento	coef. agrupamiento	Intensidad TABLAS (Iz)
L		Tipo	W	k			m	V		η	A	V	V	%	mm ²	mm ²	A	A		A
ACO	c.d.t aguas arriba										0,80									
	coef. simultaneidad		80%				XLEP													
	POTENCIA SIMULTANEA		35.185	1	1	10	1000	1	1	50,8	0,80	1,60	0,40	25	25	63	65	1	65	
	T	E	43.981	1	1	10	1000	1	1	63,5	1,00	1,80	0,45	25	25	80	167	1	167	
	T	E	43.640	1	1	10	1000	1	1	63,0	0,99	1,79	0,45	25	25	80	167	1	167	
L0	CGD	T E	43.640																	
L1	SCL_Recepción, MF	M E	4.516	1	9	0,72	8	1000	1	1	19,6	0,71	1,51	0,66	10	10	25	57	1	57
L2	SC_Equipo de frío	T E	1.555	1	9	0,72	12	1000	1	1	2,2	0,20	1,00	0,25	6	6	10	20	1	20
L3	Almacenes	M E	560	1	9	0,72	20	1000	1	1	2,4	0,37	1,17	0,51	6	6	10	20	1	20
L4	Lum obrador	M E	4.048	1	9	0,72	5	1000	1	1	17,6	0,67	1,47	0,64	6	6	16	24	1	24
L5	Proceso	T E	30.350	1	9	0,72	10	1000	1	1	43,8	1,24	2,04	0,51	16	16	50	65	1	65
L6	Oficinas	M E	1.414	1	9	0,72	35	1000	1	1	6,1	1,63	2,43	1,06	6	6	10	24	1	24
L7	Otros	M E	1.538	1	9	0,72	10	1000	1	1	6,7	0,51	1,31	0,57	6	6	10	24	1	24
	SC1- MF Recepción, equipo de frío y aseos																			
L.1.1	Iluminación	M E	940	1,8	9	0,72	15	1000	0,95	1	7,7	3,34	4,06	1,76	1,5	1,5	10	17,28	0,72	24
L.1.2	Iluminación	M E	552	1,8	9	0,72	35	1000	0,95	1	4,5	4,58	5,30	2,30	1,5	1,5	10	17,28	0,72	24
L.1.3	Ilum. Emergenci	M E	24	1	9	0,72	35	1000	1	1	0,1	0,11	0,91	0,40	1,5	1,5	6	17,28	0,72	24
L.1.4	Enchufe	M E	3.000	1	9	0,72	2	1000	1	1	13,0	0,47	1,27	0,55	2,5	2,5	16	17,28	0,72	24
Total			4.516																	
L2	Equipo de frío	T E	1.555	1,25	9	0,72	10	1000	0,82	0,81	4,2	0,91	1,71	0,43	1,5	1,5	10	14,4	0,72	20
Total			1.555																	
	SC3- Iluminación almacenes																			
L.3.1	Iluminación	M E	552	1,8	9	0,72	20	1000	0,95	1	4,5	2,62	3,42	1,49	1,5	1,5	10	17,28	0,72	24
L.3.2	Emergencia	M E	8	1,8	9	0,72	30	1000	0,95	1	0,1	0,06	0,86	0,37	1,5	1,5	6	17,28	0,72	24
Total			560																	
	SQ4- Iluminación y enchufes MF obrador																			
L.4.1	Iluminación	M E	1.512	1,8	9	0,72	15	1000	0,95	1	12,5	5,38	6,84	2,98	1,5	1,5	10	17,28	0,72	24
L.4.2	Iluminación	M E	1.008	1,8	9	0,72	25	1000	0,95	1	8,3	5,98	6,78	2,95	1,5	1,5	10	17,28	0,72	24
L.4.3	Iluminación	M E	504	1,8	9	0,72	30	1000	0,95	1	4,2	3,59	4,39	1,91	1,5	1,5	10	17,28	0,72	24
L.4.4	Emergencia	M E	24	1	9	0,72	40	1000	1	1	0,1	0,13	0,93	0,40	1,5	1,5	6	17,28	0,72	24
L.4.5	Enchufes	M E	1000	1	9	0,72	40	1000	1	1	4,3	3,16	3,96	1,72	2,5	2,5	16	17,28	0,72	24
Total			4048																	

L	Nombre Línea	M o T	Tipo	Distribucion	Potencia	Coficiente arrano	n° circuitos	Coef agrup.	Longitud	Conductor	cosφ	Rendimiento motor	Intensidad CALCULO (IB)	CdT paro	CdT total	CdT Total	Sección tierra	Sección	PIA	Intensidad Iz: coef. Agrupamiento	coef agrupamiento	Intensidad TABLAS (Iz)
SQ5- Proceso																						
L.5.1	Lavadora	T	E		1.300	125	9	0,72	5	1000	0,8	0,8	3,7	0,38	1,18	0,30	1,5	1,5	10	14,4	0,72	20
L.5.2	Cortadora	T	E		750	125	9	0,72	10	1000	0,78	0,78	2,2	0,46	1,25	0,31	1,5	1,5	10	14,4	0,72	20
L.5.3	Destilador con separador	T	E		18.000	125	9	0,72	12	1000	0,86	0,86	43,9	1,11	1,91	0,48	16	16	50	62,64	0,72	87
L.5.4	Tanque abierto con agitador	T	E		800	125	9	0,72	30	1000	0,78	0,78	2,4	1,46	2,26	0,56	1,5	1,5	10	14,4	0,72	20
L.5.5	Evaporador al vacío	T	E		7.100	125	9	0,72	35	1000	0,85	0,855	17,6	3,44	4,24	1,06	6	6	20	25,92	0,72	36
L.5.6	Secador	T	E		900	125	9	0,72	25	1000	0,78	0,78	2,7	1,37	2,17	0,54	1,5	1,5	10	14,4	0,72	20
L.5.7	Molino de bolas	T	E		1.500	125	9	0,72	20	1000	0,82	0,81	4,1	1,75	2,55	0,64	1,5	1,5	10	14,4	0,72	20
Total					30.350																	
SQ6- Oficinas																						
L.6.1	Iluminación	M	C		378	1,8	9	0,72	10	1000	0,95	1	3,1	0,90	1,70	0,74	1,5	1,5	10	17,28	0,72	24
L.6.2	Emergencia	M	C		36	1	9	0,72	15	1000	1	1	0,2	0,07	0,87	0,38	1,5	1,5	6	17,28	0,72	24
L.6.3	Enchufes	M	C		1.000	1	9	0,72	15	1000	1	1	4,3	1,19	1,99	0,86	2,5	2,5	16	17,28	0,72	24
Total					1.414																	
SQ7 - Pasillo																						
L.7.1	Iluminación	M	C		1.530	1,8	9	0,72	15	1000	0,95	1	12,6	5,44	6,24	2,71	1,5	1,5	16	17,28	0,72	24
L.7.2	Emergencia	M	C		8	1	9	0,72	15	1000	1	1	0,0	0,02	0,82	0,35	1,5	1,5	6	17,28	0,72	24
Total					1.538																	

DOCUMENTO 2

PLANOS

- **Índice Planos**

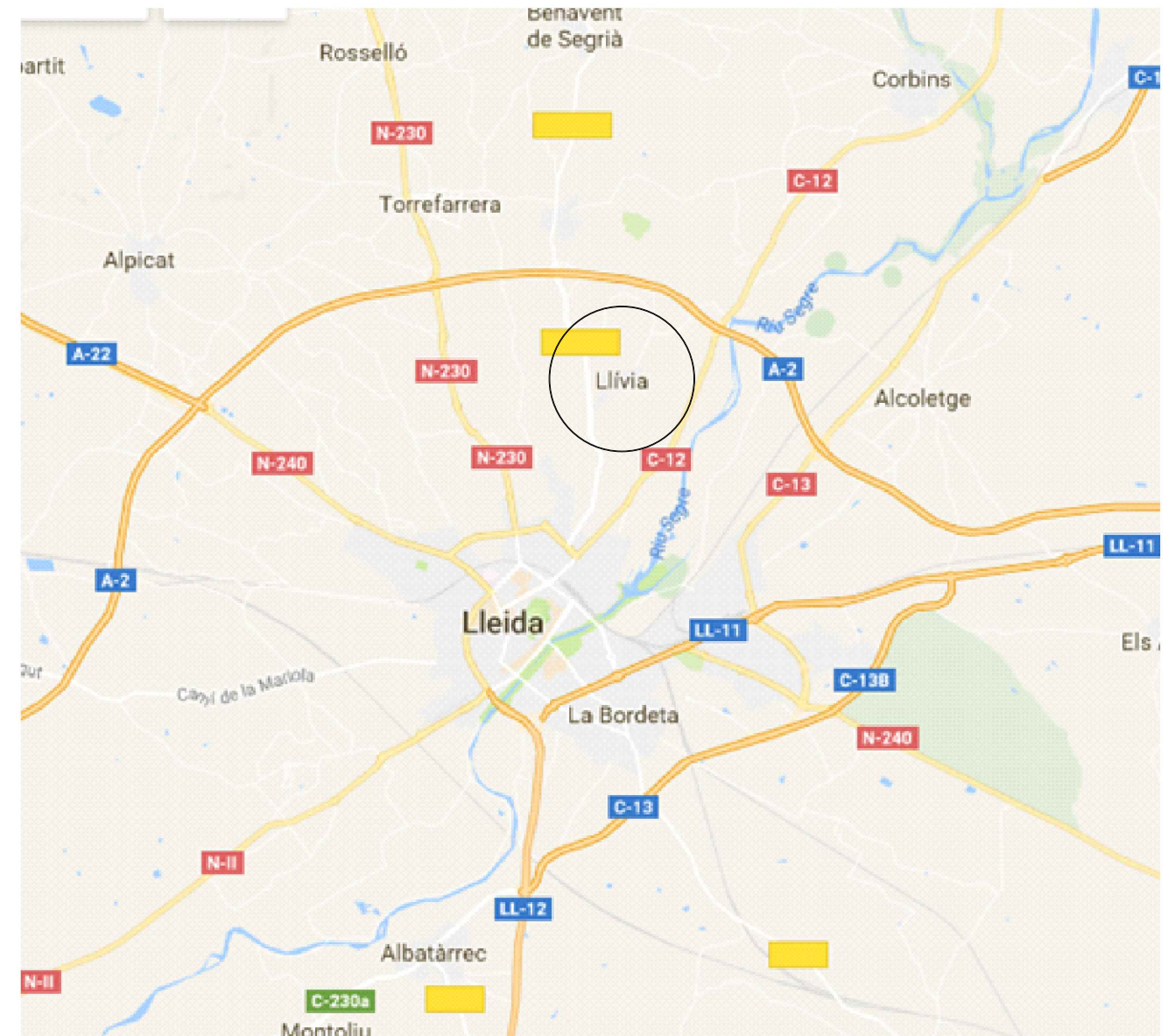
- Plano 1: Situación
- Plano 2: Emplazamiento
- Plano 3: Planta de la nave
- Plano 4: Sección de la nave
- Plano 5: Maquinaria del obrador
- Plano 6: Instalación frigorífica
- Plano 7: Instalación contra incendios
- Plano 8: Instalación eléctrica y luminaria
- Planos 9: Esquema unifilar CG
- Plano 10: Esquema unifilar SC1 y SC2
- Plano 11: Esquema unifilar SC3 y SC4
- Plano 12: Esquema unifilar SC5
- Plano 13: Esquema unifilar SC6 y SC7




SITUACIÓN

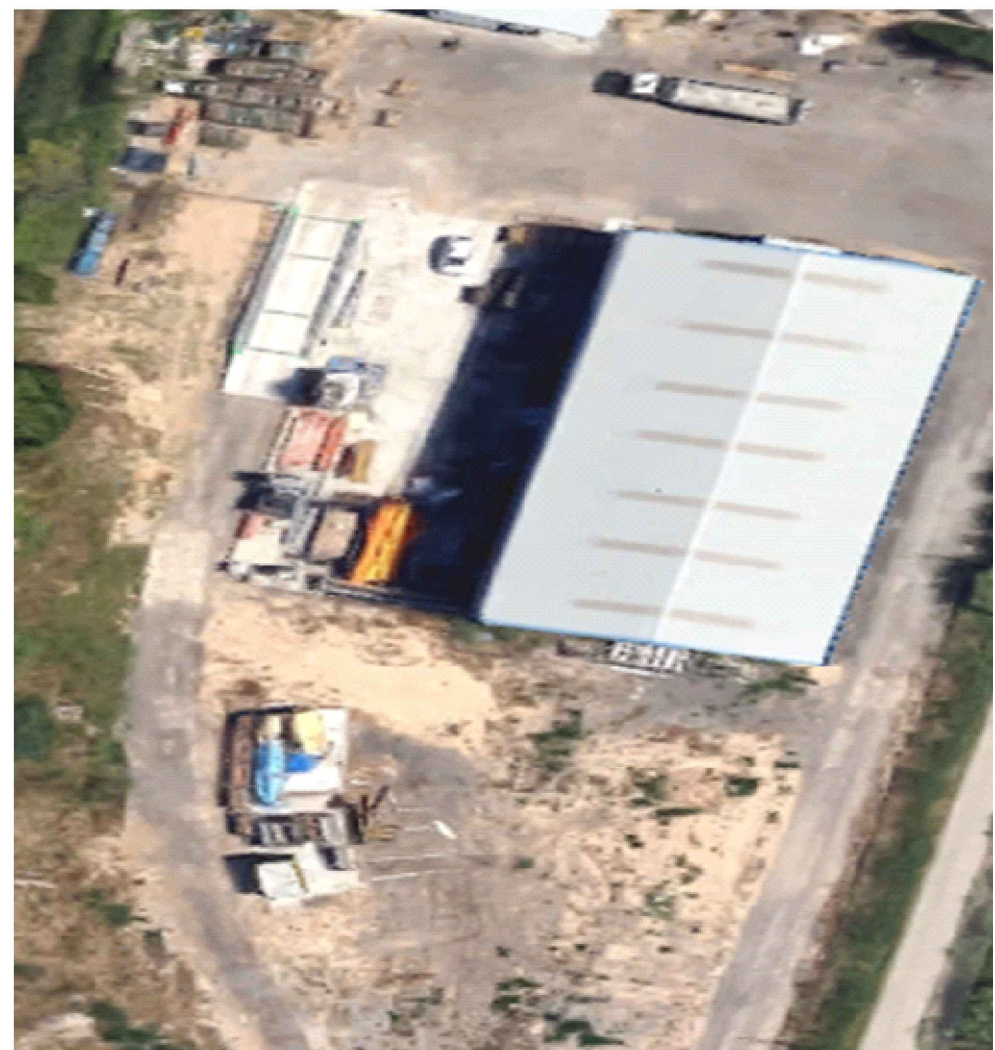
COORDENADAS UTM
X: 303.302,23
Y: 4.614.454,55






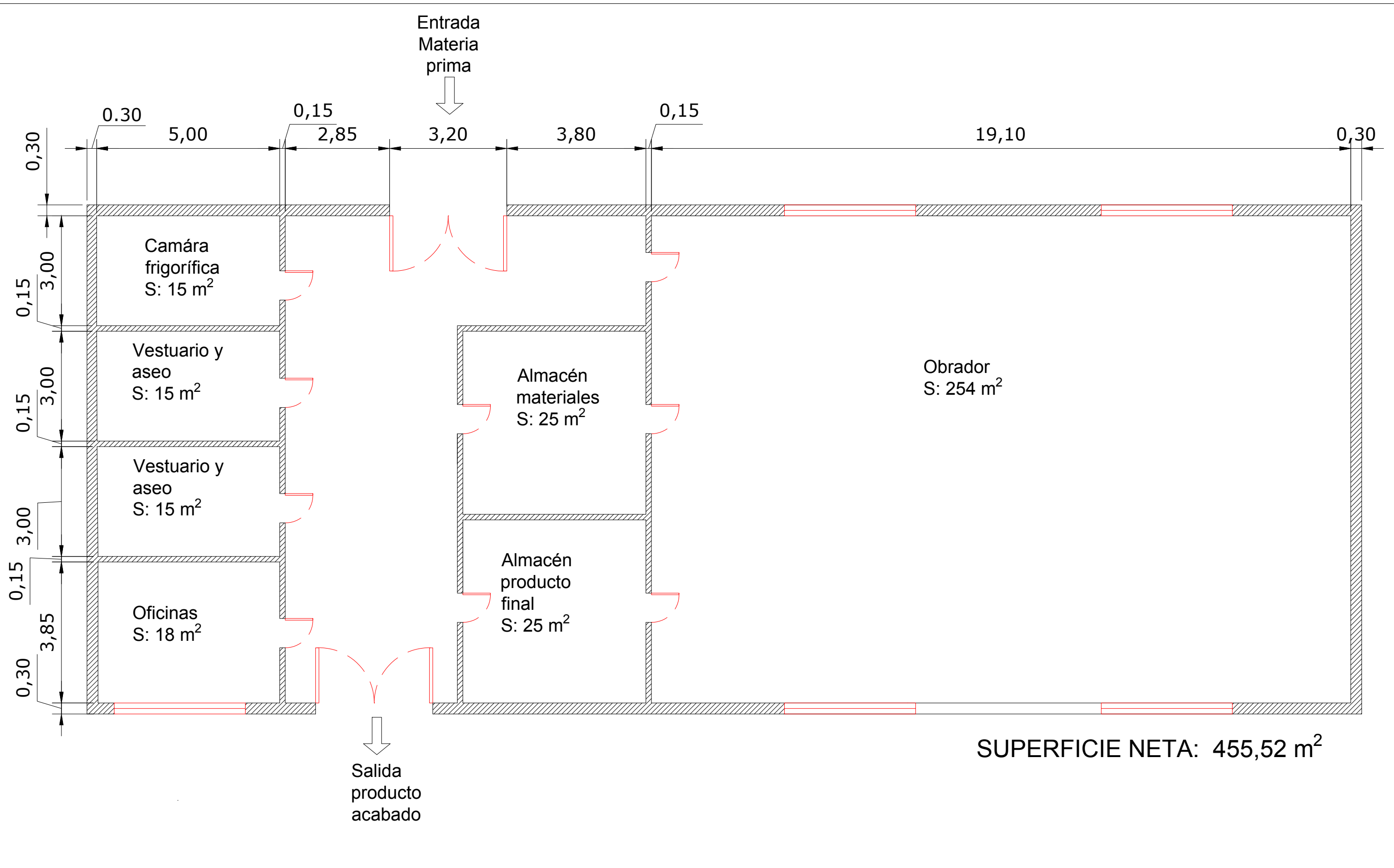
EMPLAZAMIENTO






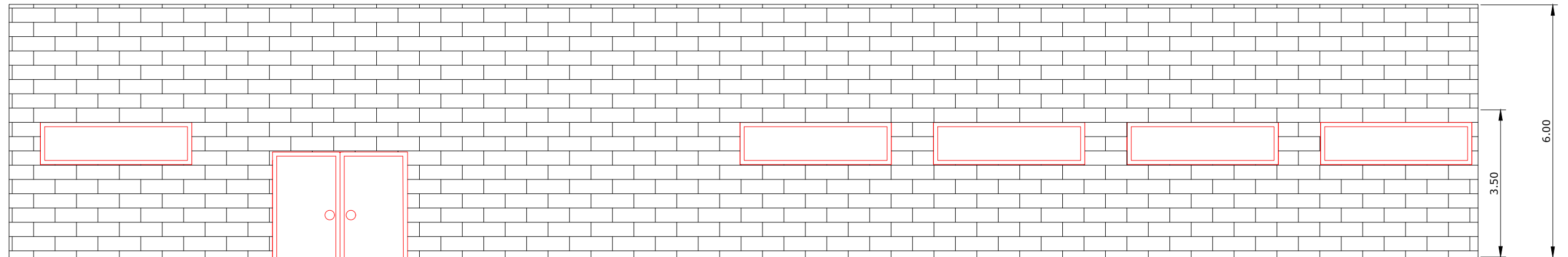
  Escola Superior d'Agricultura de Barcelona UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE BARCELONA	AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO	ESCALA	Nº DE PLANO
	CARLOS PRIEGO 	Polígono 13, parcela 126, partida Grealo de Llívia (Lleida)	Proyecto de distribución en planta e instalaciones de una industria de extracción de aceites esenciales con una capacidad de 500 kg/h	SIN ESCALA	1/13
			DENOMINACIÓN DEL PLANO	FORMATO	FECHA
			SITUACIÓN	A3	JUNIO, 2018



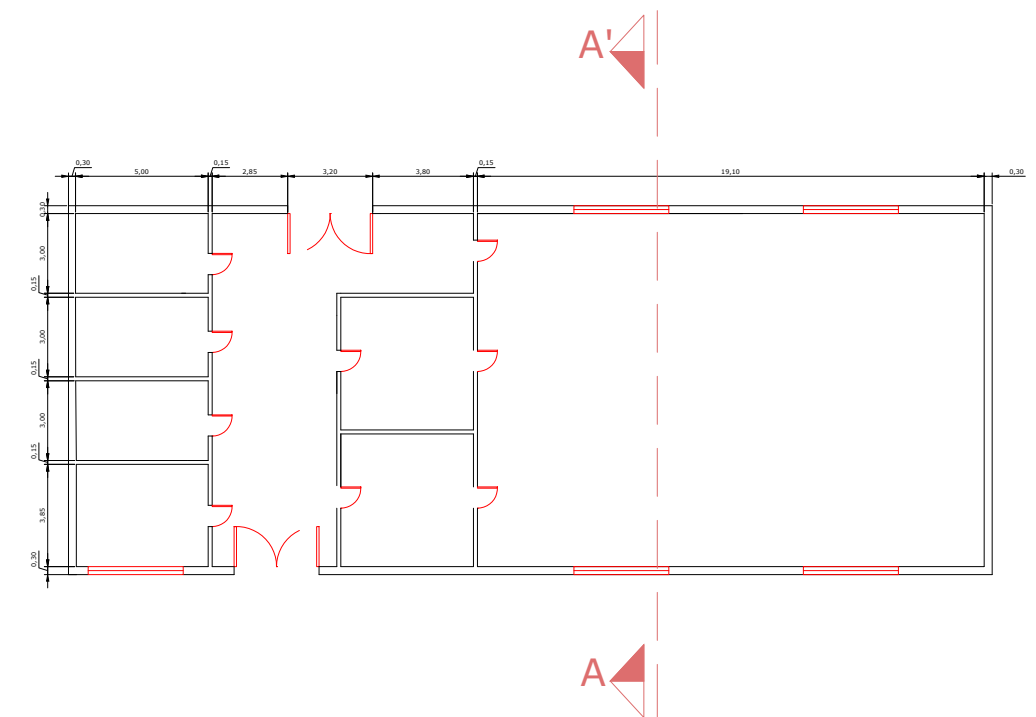
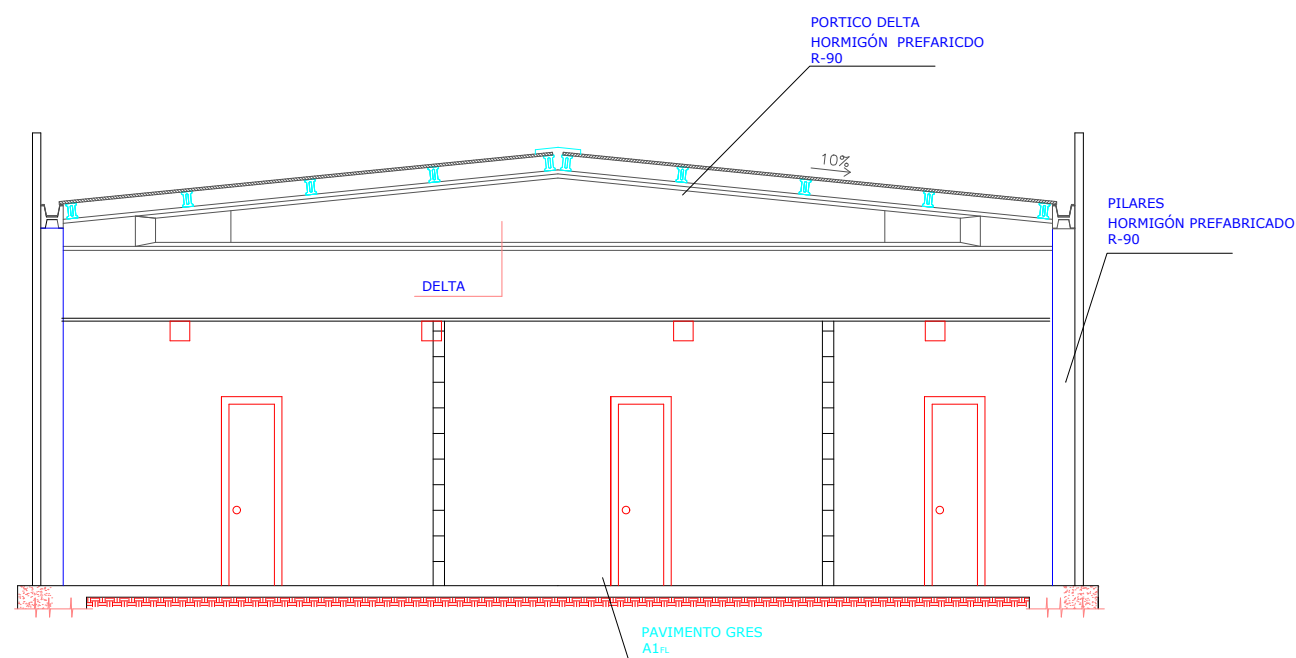
  Escola Superior d'Agricultura de Barcelona <small>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</small> <small>ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE BARCELONA</small>	AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO	ESCALA	Nº DE PLANO
	CARLOS PRIEGO	Polígono 13, parcela 126, partida Grealo de Llívia (Lleida)	Proyecto de distribución en planta e instalaciones de una industria de extracción de aceites esenciales con una capacidad de 500 kg/h	SIN ESCALA	2/13
			DENOMINACIÓN DEL PLANO	FORMATO	FECHA
			EMPLAZAMIENTO	A3	JUNIO, 2018






  ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE BARCELONA	AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO	ESCALA	Nº DE PLANO
	CARLOS PRIEGO	Polígono 13, parcela 126, partida Grealo de Llivia (Lleida)	Proyecto de distribución en planta e instalaciones de una industria de extracción de aceites esenciales con una capacidad de 500 kg/h	1/100	3/13
			DENOMINACIÓN DEL PLANO	FORMATO	FECHA
			PLANTA DE LA NAVE	A3	JUNIO, 2018

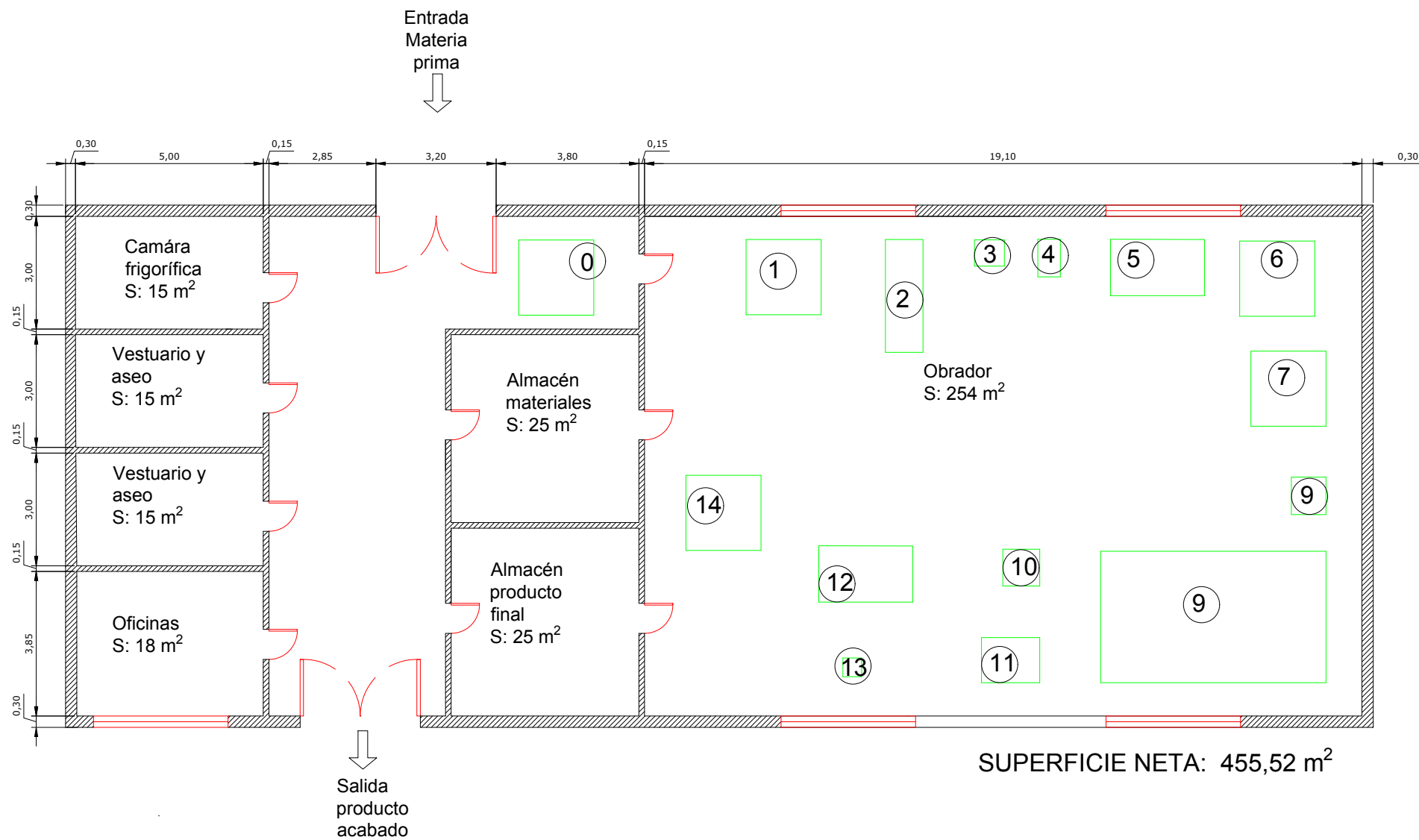


ALZADO LATERAL



SECCIÓN A-A'

  Escola Superior d'Agricultura de Barcelona UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE BARCELONA	AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO	ESCALA	Nº DE PLANO
	CARLOS PRIEGO	Polígono 13, parcela 126, partida Grealo de Llivia (Lleida)	Proyecto de distribución en planta e instalaciones de una industria de extracción de aceites esenciales con una capacidad de 500 kg/h	1/100	4/13
			DENOMINACIÓN DEL PLANO	FORMATO	FECHA
			ALZADO LATERAL Y SECCIÓN CONSTRUCTIVA	A3	JUNIO, 2018



Maquinaria	
0,1,6,7 y 14	Balanzas
2	Lavadora
3	Secadora
4	Destiladora
5 y 12	Mesas de trabajo
8	Tanque abierto
9	Evaporador
10	Tanque cerrado
11	Secador
13	Molino



ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE BARCELONA

AUTOR

CARLOS PRIEGO

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Polígono 13, parcela 126, partida Grealo de Llívia (Lleida)

PROYECTO

Proyecto de distribución en planta e instalaciones de una industria de extracción de aceites esenciales con una capacidad de 500 kg/h

DENOMINACIÓN DEL PLANO

MAQUINARIA DEL OBRADOR

ESCALA

1/150

FORMATO

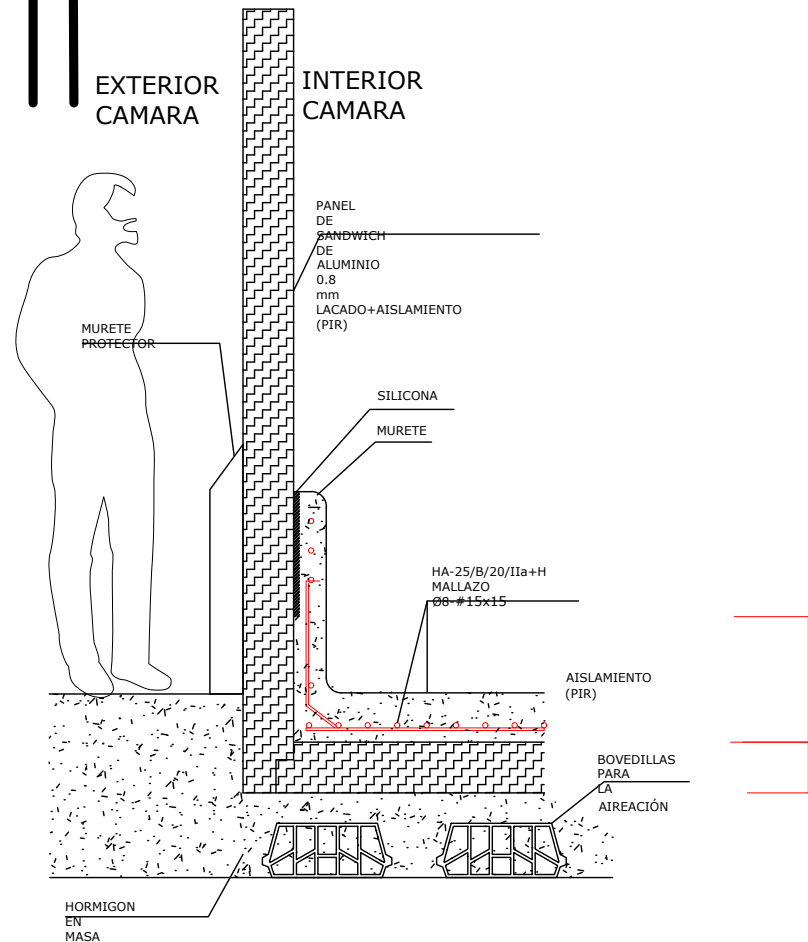
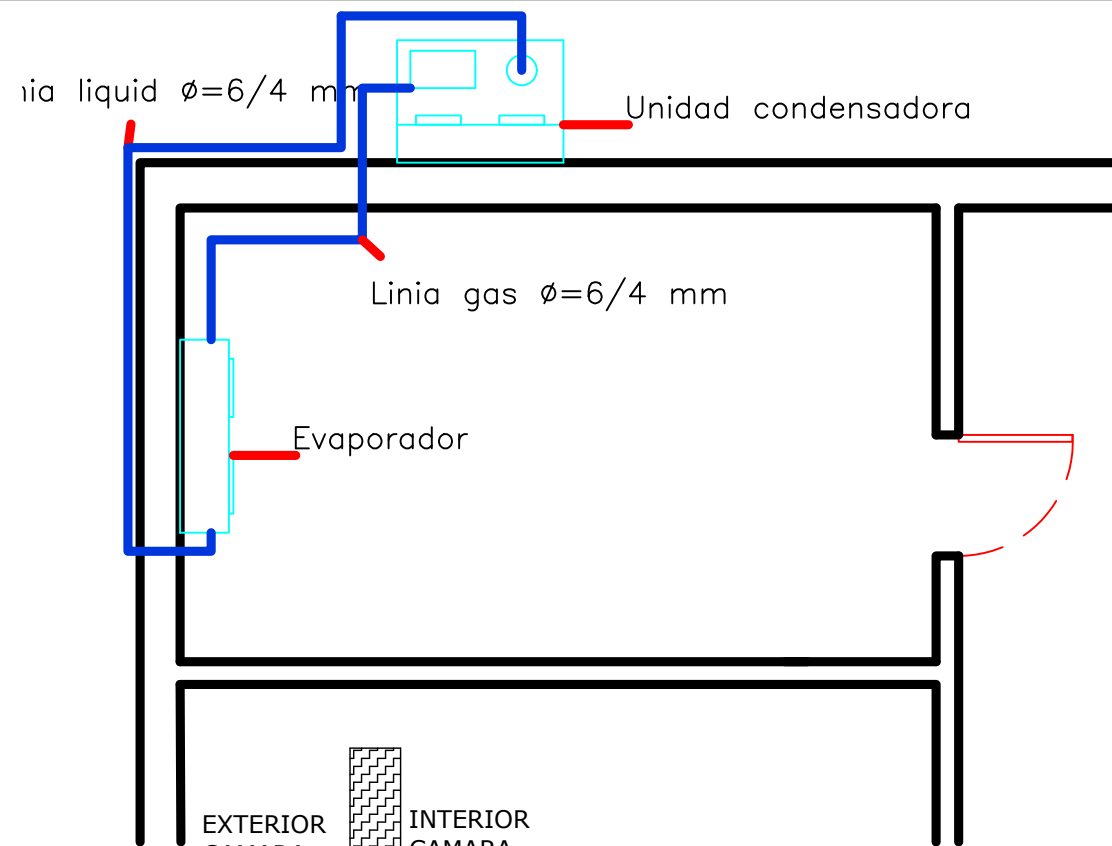
A3

Nº DE PLANO

5/13

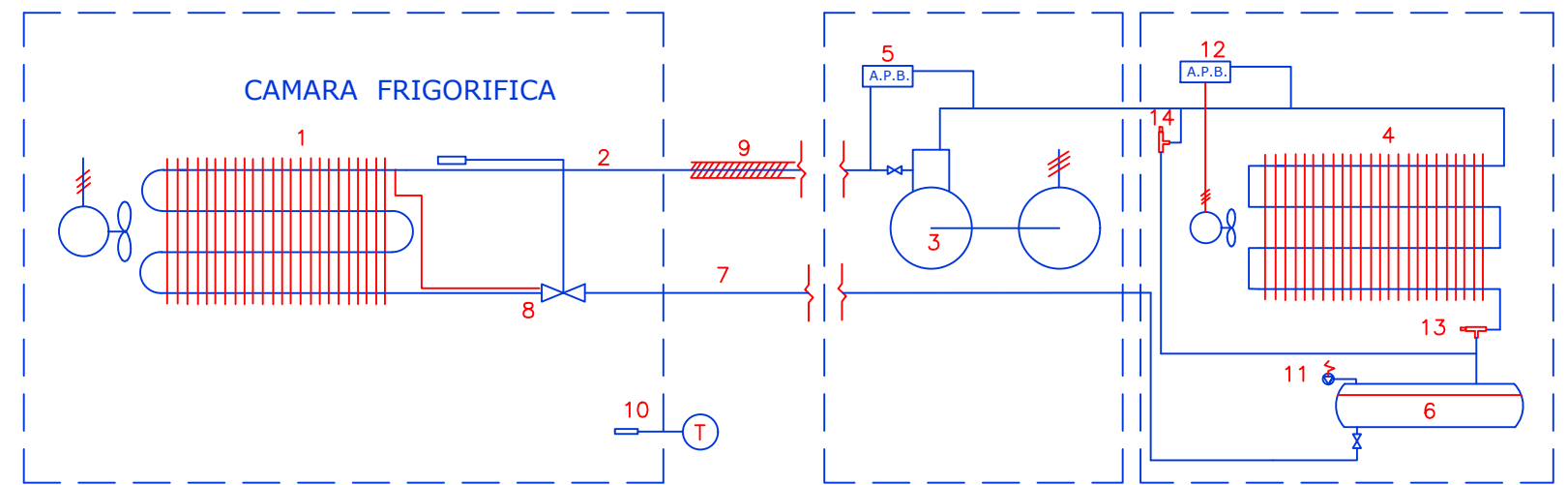
FECHA




JUNIO, 2018










LEYENDA EQUIPO DE FRÍO

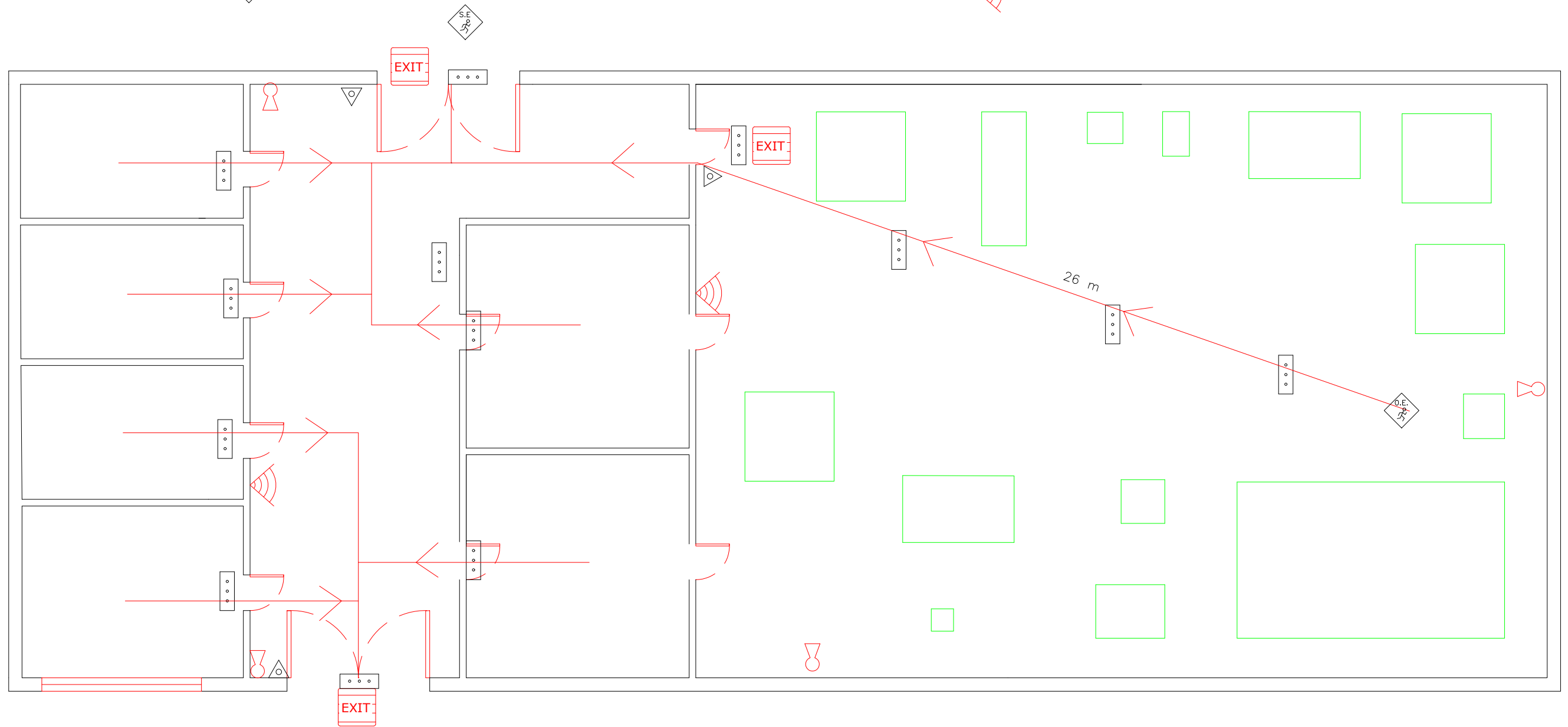
- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 1. Evaporización forzada | 8. Valvula de expansion |
| 2. Línea de aspiración | 9. Aislante con barrera de vapor |
| 3. Conjunto motor compresor | 10. Termometro |
| 4. Condensador de aire | 11. Valvula de seguridad |
| 5. Presostato | 12. Presostato reg. pres. cond. |
| 6. Deposito de liquido | 13. Valvula reg. pres. cond. KVR |
| 7. Línea de alta | 14. Valvula reg. pres. cond. KVD |






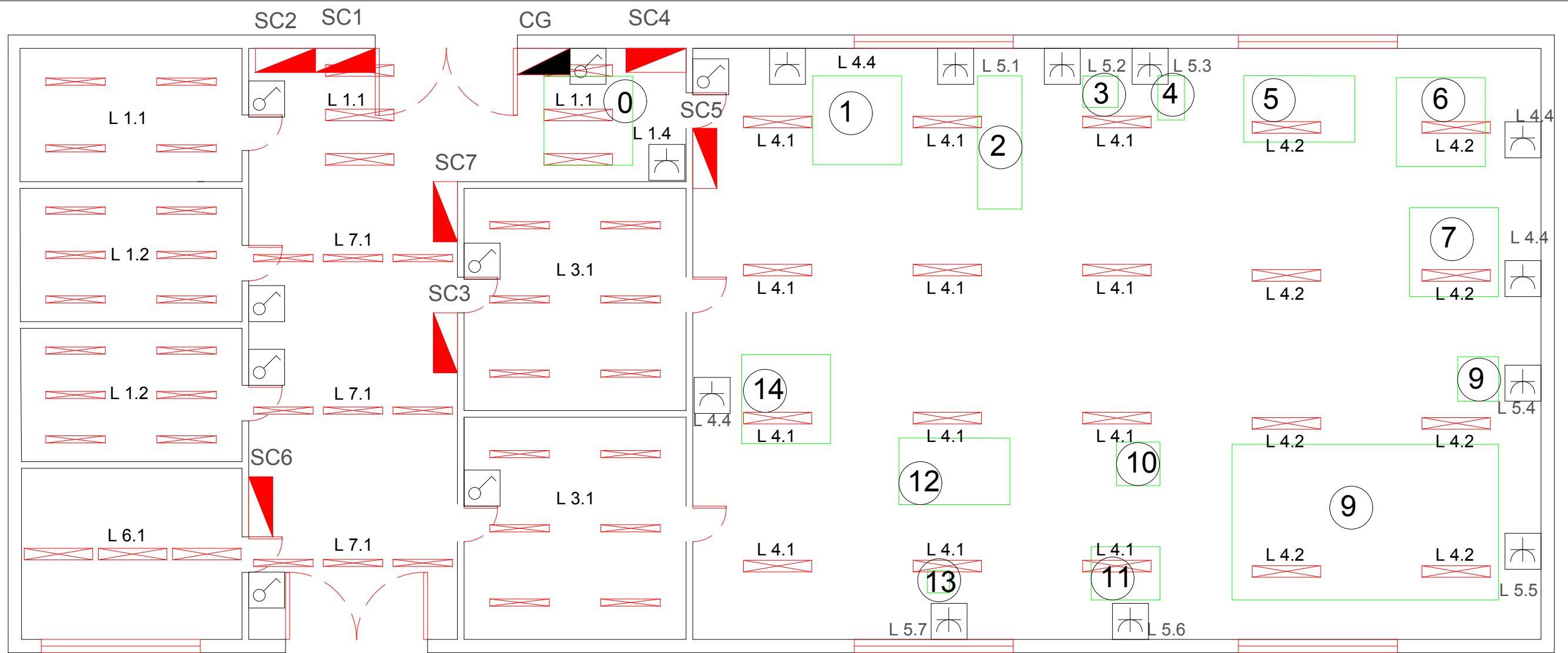
  ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE BARCELONA	AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO	ESCALA	Nº DE PLANO
	CARLOS PRIEGO	Polígono 13, parcela 126, partida Grealo de Llívia (Lleida)	Proyecto de distribución en planta e instalaciones de una industria de extracción de aceites esenciales con una capacidad de 500 kg/h	1/100	6/13
			DENOMINACIÓN DEL PLANO	FORMATO	FECHA
			INSTALACIÓN FRIGORÍFICA	A3	JUNIO, 2018

SIMBOLOGÍA

-  ORIGEN DE EVACUACIÓN
-  SALIDA DEL EDIFICIO
-  LUMINARIA EMERGENCIA (240 lumens)
-  SEÑALIZACIÓN SALIDA DE EMERGENCIA
-  EXTINTOR POLVO ABC; 6 kg 21A-113B
-  ALARMA ACÚSTICA INTERIOR
-  PULSADOR DE ALARMA



  ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE BARCELONA	AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO	ESCALA	Nº DE PLANO
	CARLOS PRIEGO 	Polígono 13, parcela 126, partida Grealo de Llívia (Lleida)	Proyecto de distribución en planta e instalaciones de una industria de extracción de aceites esenciales con una capacidad de 500 kg/h	1/100	7/13
			DENOMINACIÓN DEL PLANO INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS	FORMATO A3	FECHA JUNIO,2018

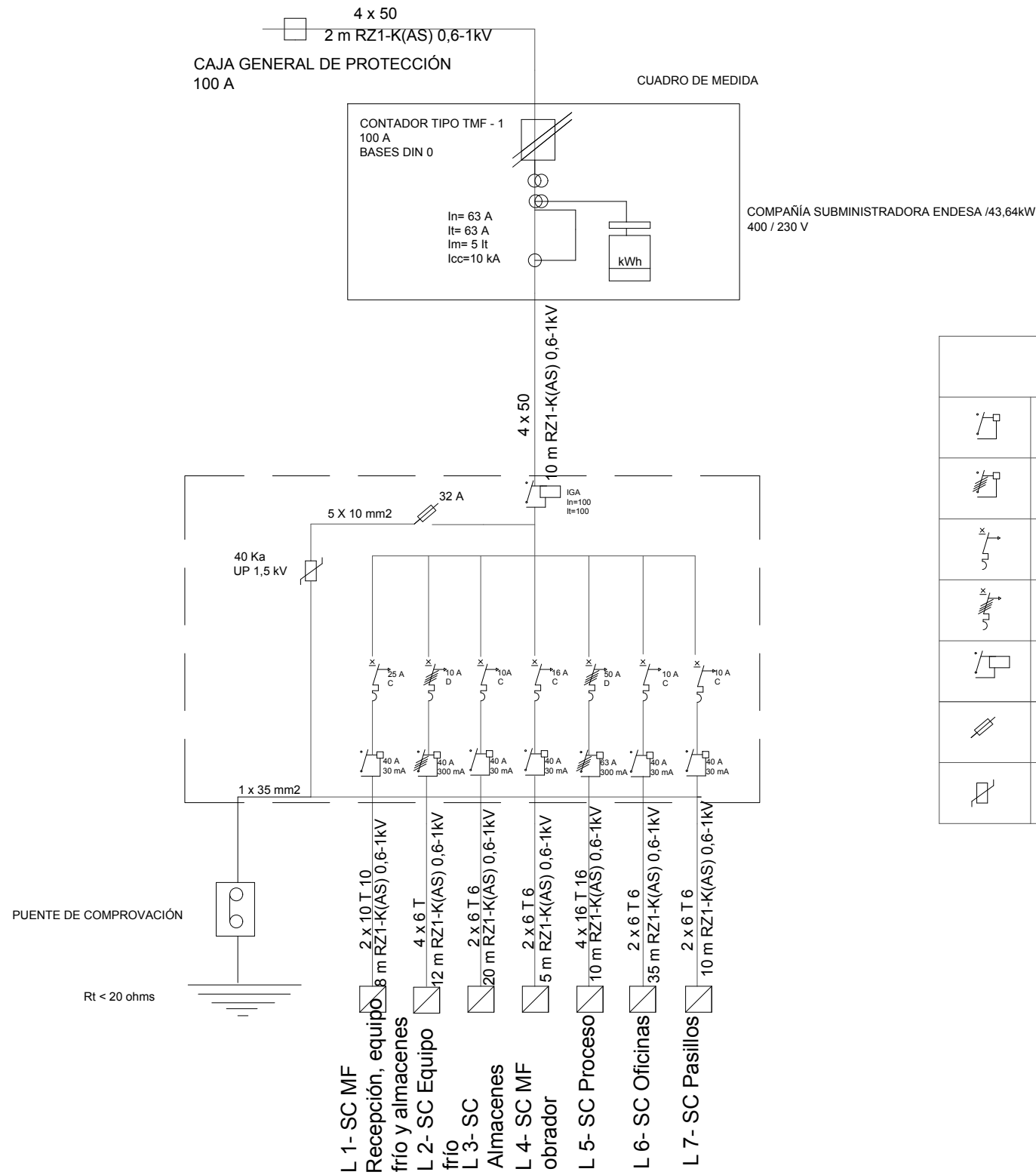


LEYENDA

- SUBCUADRO ELÉCTRICO
- CUADRO GENERAL (C.G)
- BASE DE ENCHUFE TF-IP55
- INTERRUPTOR UNIPOLAR IP55
- BASE DE ENCHUFE MF-IP55
- LUMINARIA GW2X58W-IP55
- LUMINARIA GW 36W-IP55

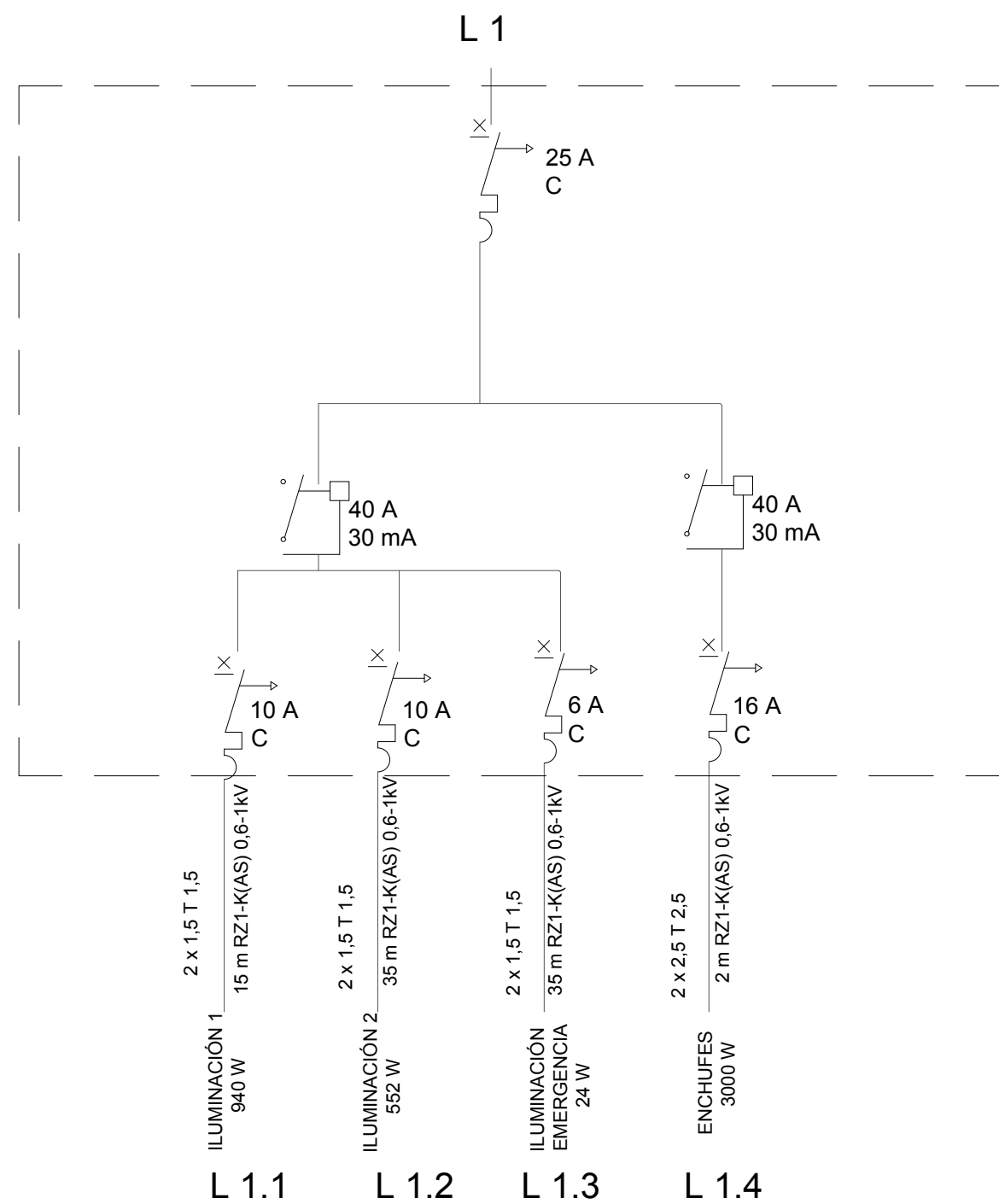
Maquinaria	
0,1,6,7 y 14	Balanzas
2	Lavadora
3	Secadora
4	Destiladora
5 y 12	Mesas de trabajo
8	Tanque abierto
9	Evaporador
10	Tanque cerrado
11	Secador
13	Molino

ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE BARCELONA	AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO	ESCALA	Nº DE PLANO
	CARLOS PRIEGO	Polígono 13, parcela 126, partida Grealo de Llívia (Lleida)	Proyecto de distribución en planta e instalaciones de una industria de extracción de aceites esenciales con una capacidad de 500 kg/h	1/100	8/13
			DENOMINACIÓN DEL PLANO	FORMATO	FECHA
			INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y LUMINARIA	A3	JUNIO,2018

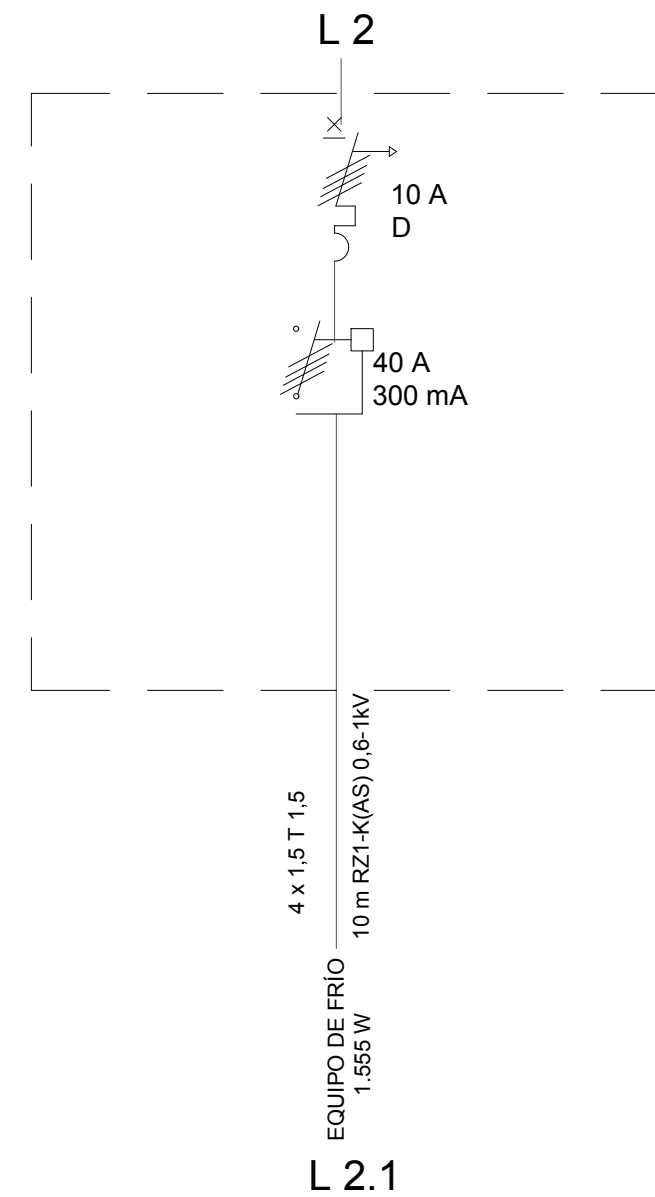


SIMBOLOGIA




	DIFERENCIAL MONOFÁSICO 2P (1P+N)
	DIFERENCIAL TRIFÁSICO 4P (3P+N)
	PIA MONOFÁSICO 2P (1P+N)
	PIA TRIFÁSICO 4P (3P+N)
	IGA CON PROTECCIÓN SOBRETENSIÓN PERMANENTE
	FUSIBLE
	PROTECCIÓN SOBRETENSIÓN TRANSITORIA



SC1
MONOFÁSICO
RECEPCIÓN
CÁMARA Y
ASEOS

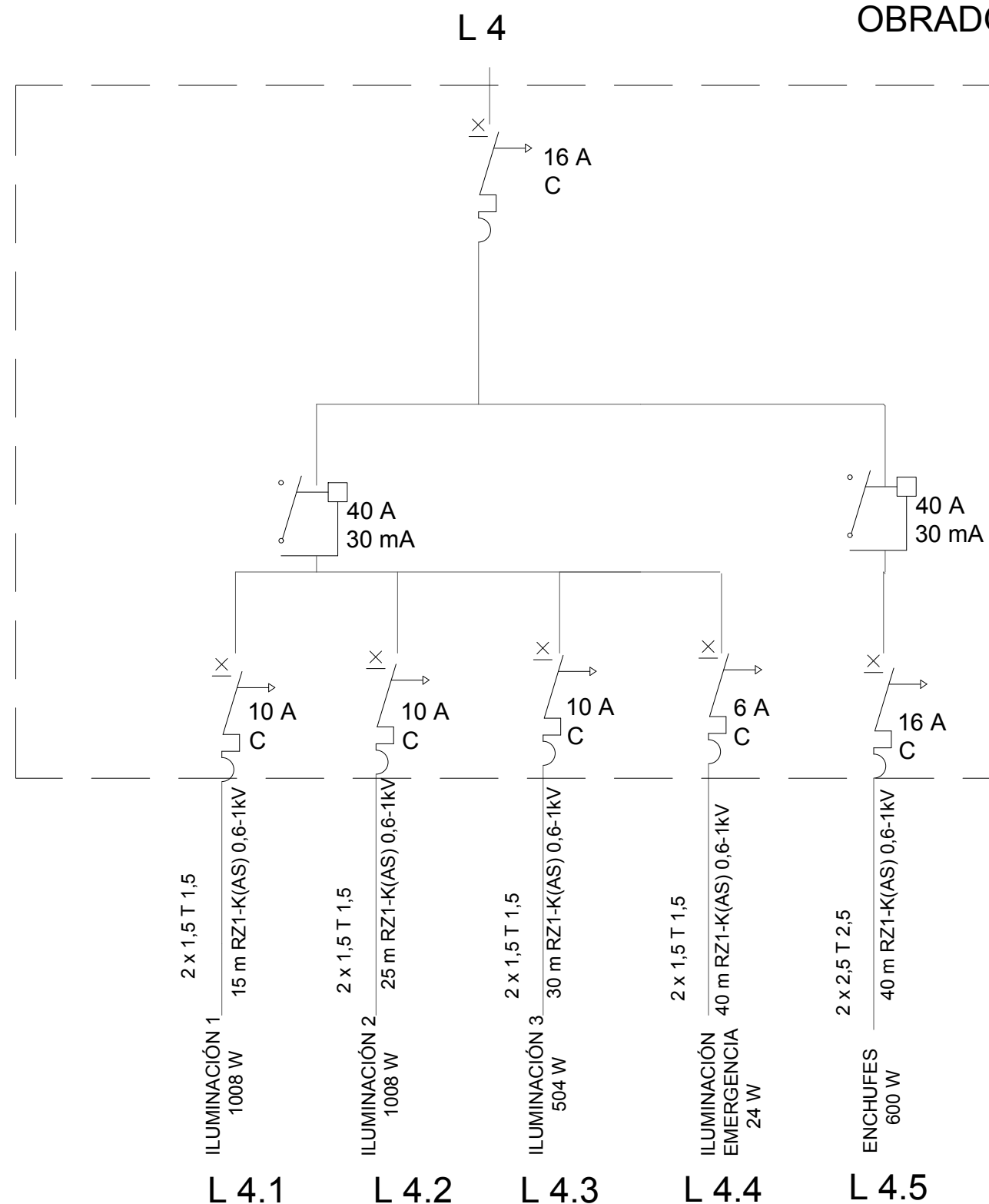
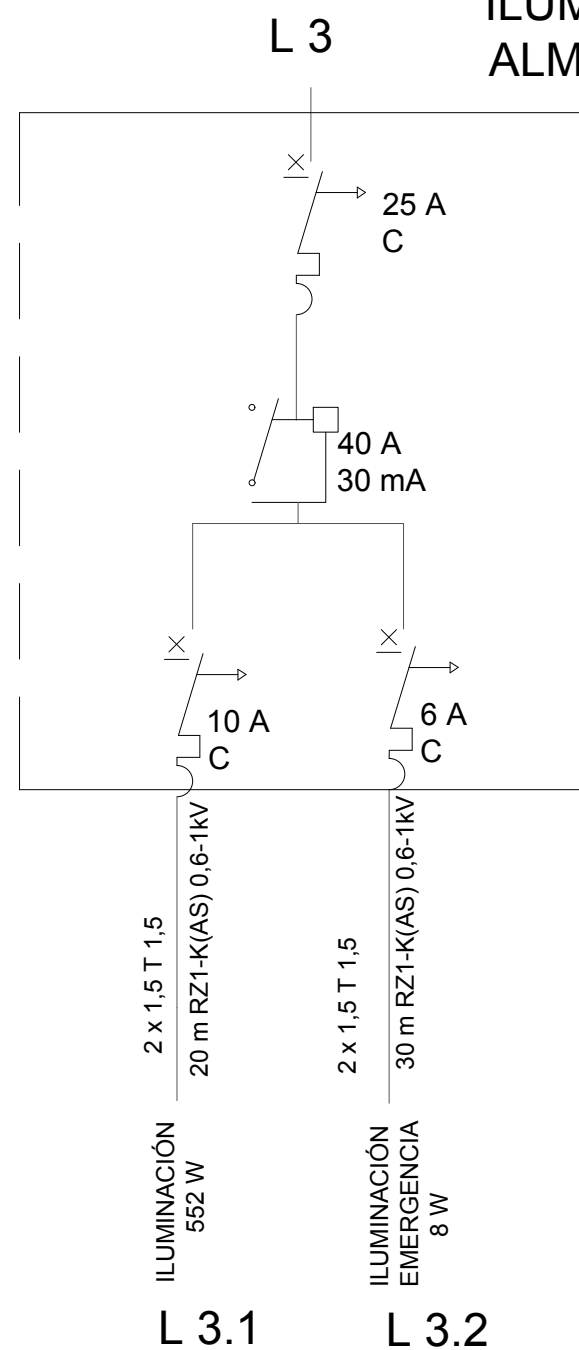



SC2
EQUIPO DE
FRÍO

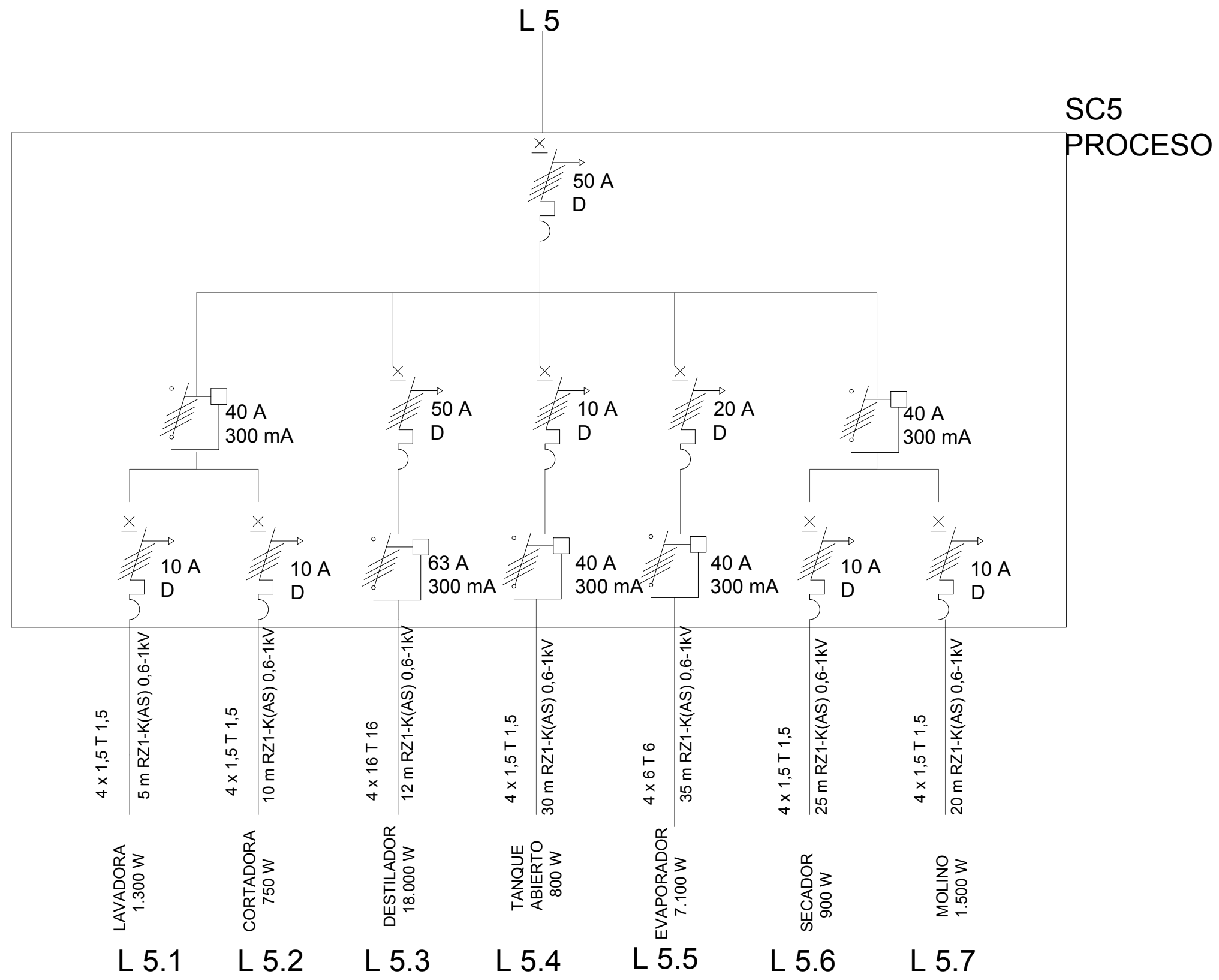
  Escola Superior d'Agricultura de Barcelona UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE BARCELONA	AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO	ESCALA	Nº DE PLANO
	CARLOS PRIEGO 	Polígono 13, parcela 126, partida Grealo de Llívia (Lleida)	Proyecto de distribución en planta e instalaciones de una industria de extracción de aceites esenciales con una capacidad de 500 kg/h	SIN ESCALA	10/13
			DENOMINACIÓN DEL PLANO	FORMATO	FECHA
			ESQUEMA UNIFILAR - SUBCUADRO 1 Y 2	A3	JUNIO,2018




SC4
MONOFÁSICO
OBRADOR

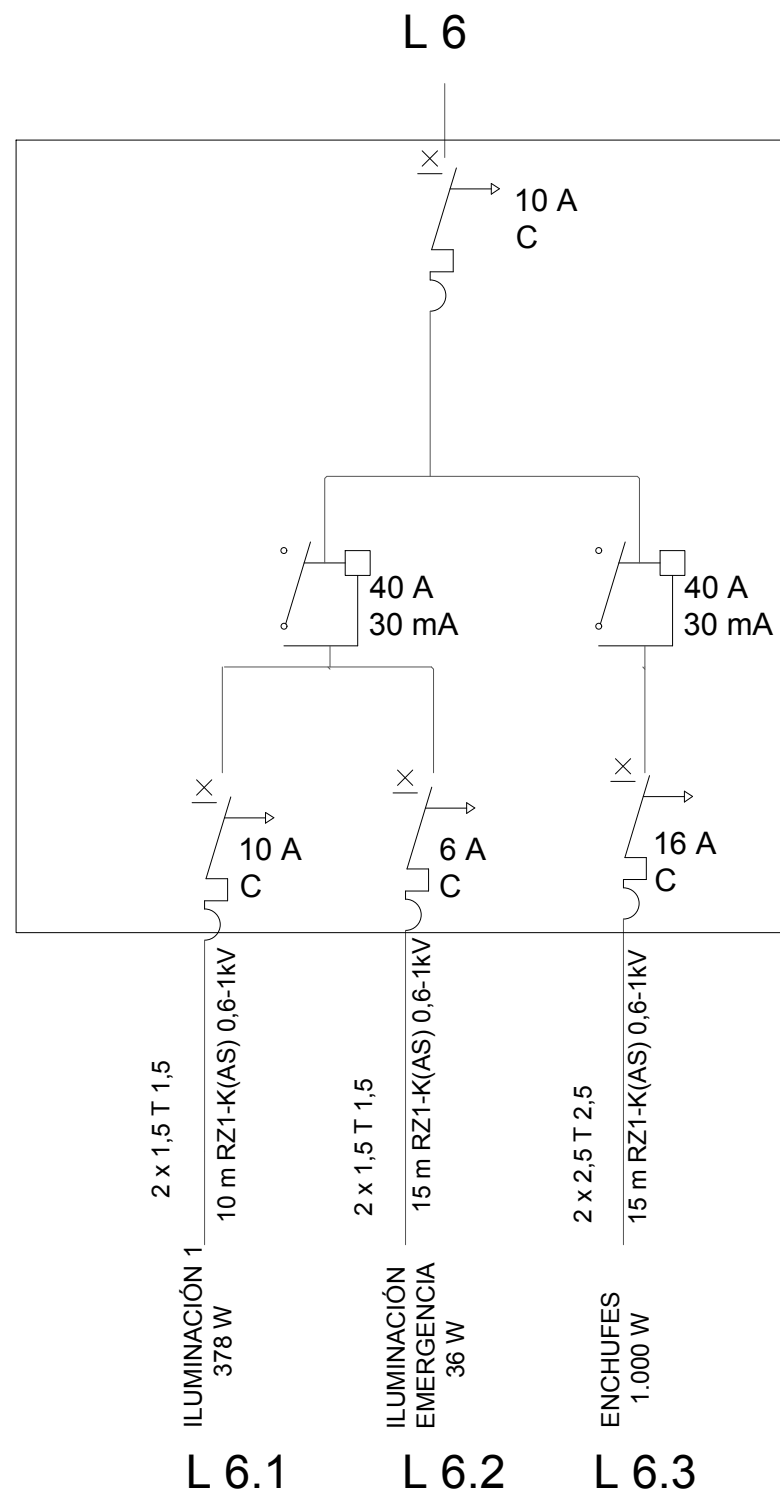
SC3
ILUMINACIÓN
ALMACENES



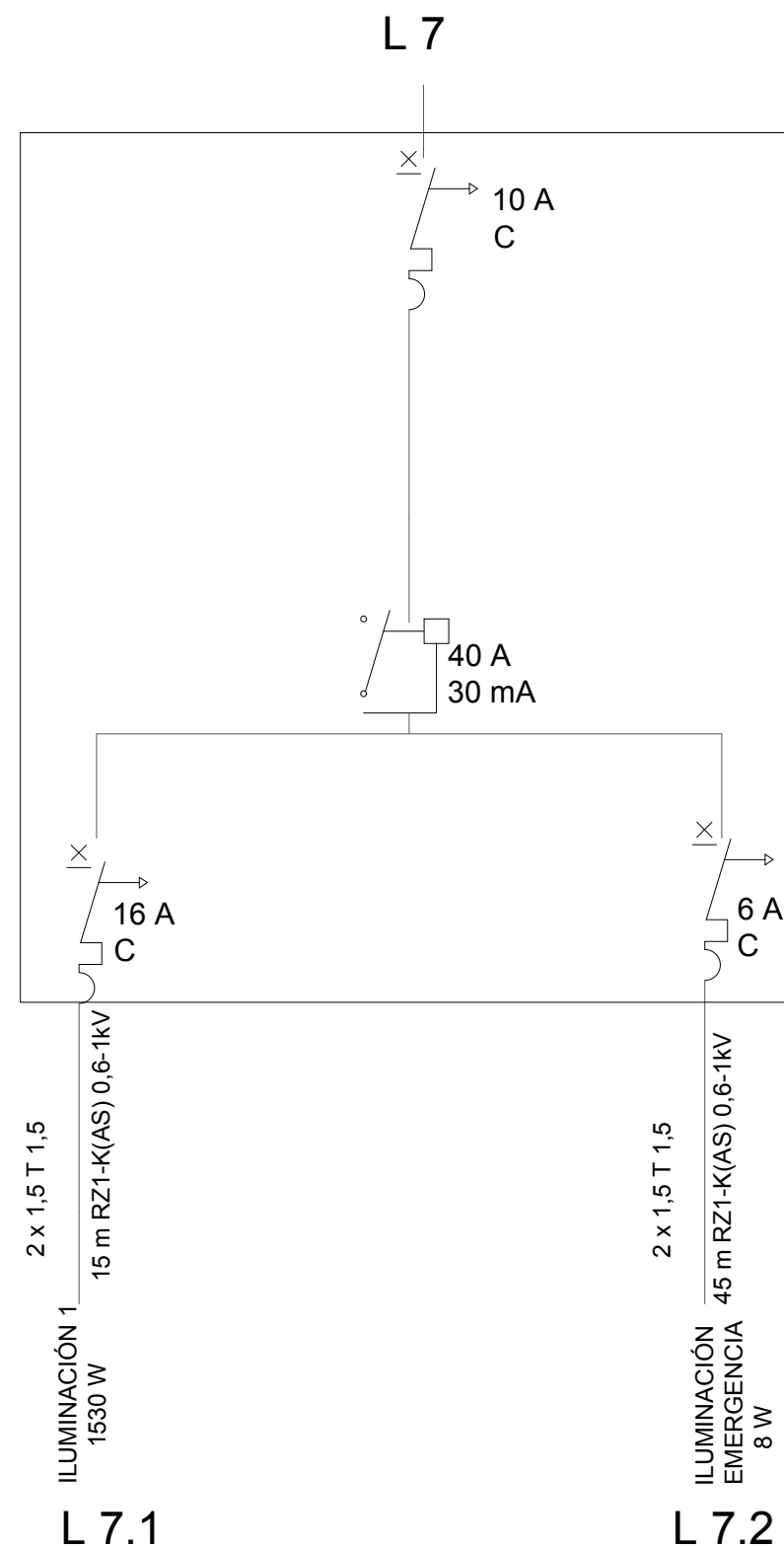
AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO	ESCALA	Nº DE PLANO
CARLOS PRIEGO 	Polígono 13, parcela 126, partida Grealo de Llívia (Lleida)	Proyecto de distribución en planta e instalaciones de una industria de extracción de aceites esenciales con una capacidad de 500 kg/h	SIN ESCALA	11/13
		DENOMINACIÓN DEL PLANO	FORMATO	FECHA
		ESQUEMA UNIFILAR - SUBCUADRO 3 Y 4	A3	JUNIO,2018






  Escola Superior d'Agricultura de Barcelona UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE BARCELONA	AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO	ESCALA	Nº DE PLANO
	CARLOS PRIEGO 	Polígono 13, parcela 126, partida Grealo de Llívia (Lleida)	Proyecto de distribución en planta e instalaciones de una industria de extracción de aceites esenciales con una capacidad de 500 kg/h	SIN ESCALA	12/13
			DENOMINACIÓN DEL PLANO	FORMATO	FECHA
			ESQUEMA UNIFILAR - SUBCUADRO 5	A3	JUNIO,2018



SC6
OFICINAS



SC7
ILUMINACIÓN
PASILLOS

  ESCUELA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE BARCELONA	AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO	ESCALA	Nº DE PLANO
	CARLOS PRIEGO	Polígono 13, parcela 126, partida Grealo de Llívia (Lleida)	Proyecto de distribución en planta e instalaciones de una industria de extracción de aceites esenciales con una capacidad de 500 kg/h	SIN ESCALA	13/13
			DENOMINACIÓN DEL PLANO	FORMATO	FECHA
			ESQUEMA UNIFILAR - SUBCUADROS 6 Y 7	A3	JUNIO, 2018

DOCUMENTO 3

PRESUPUESTOS

1-Presupuestos parciales

1 Obra Civil

Código	Unidades	Concepto	Cantidad	Precio unitario (€/m ²)	Importe (€)
1.1	m ²	Acondicionamiento interior de la nave industrial a base de divisorias y revestimientos de paredes y techos mediante panel Sandwich tipo PIR de diferentes espesores, pavimento revestido con resinas, puertas de paso, personal...	490	350	245.000
Total					171.500

2 Cámara frigorífica

Código	Unidades	Concepto	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
2.1	uds	Compresor Beijer ,modelo FH522C, con una potencia frigorífica de 4.543W	1	654	654
2.2	Uds	Evaporador modelo ECO CTE 113H3, con una capacidad nominal de 5.000 W	1	891	891
2.3	uds	Condensador ECO TKE 351A3, con una capacidad nominal de 8.800 W	1	954	954
2.4	m	Tubería de cobre sistema refrigerante. Diámetro exterior de 10 mm, di=8 mm	10	3,5	35
2.5	m	Tubería de cobre sistema refrigerante. Diámetro exterior de 6 mm, di=4 mm	16	2,4	38,4
2.6	uds	Recipiente de líquido refrigerante. V= 5L	1	45,86	45,86
2.6	uds	Válvula de expansión	1	169	169
Total					3.270,26

3 Instalación eléctrica

Capítulo 1- Iluminación

Código	Unidades	Concepto	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
3.1.1	uds	Luz fluorescente tipo GEWISS GW80166 ZNT (2x58W) IP55	29	120	3.480
3.1.2	uds	Luz fluorescente tipo GEWISS GW80002 ZNT(1x36) IP55	37	82	3.034
3.1.4	uds	Luz de emergencia "Legrand serie NT65" de 8W y 240 lm de flujo lumínico con 1 hora de autonomía. IP65	13	139,54	1.814,02
Total					8.328,02

Capítulo 2 - Conductores

Código	Unidades	Concepto	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
3.2.1	m	Cable multipolar RZ1-K(AS), con conductor de cobre, con aislamiento de polietileno reticulado. 4 x 50 mm ² con tensión asignada de 0,6/1 kV.	10	55,97	559,70

3.2.2	m	Cable multipolar RZ1-K(AS), con conductor de cobre, con aislamiento de polietileno reticulado. 4 x 16 mm ² con tensión asignada de 0,6/1 kV.	22	17,92	394,24
3.2.3	m	Cable multipolar RZ1-K(AS), con conductor de cobre, con aislamiento de polietileno reticulado. 4 x 10 mm ² con tensión asignada de 0,6/1 kV.	8	9,33	74,64
3.2.4	m	Cable multipolar RZ1-K(AS), con conductor de cobre, con aislamiento de polietileno reticulado. 4 x 2,5 mm ² con tensión asignada de 0,6/1 kV	57	3,84	218,88
3.2.5	m	Cable multipolar RZ1-K(AS), con conductor de cobre, con aislamiento de polietileno reticulado. 4 x 1,5 mm ² con tensión asignada de 0,6/1 kV	135	2,6	351

3.2.6	m	Cable multipolar RZ1-K(AS), con conductor de cobre, con aislamiento de polietileno reticulado. 2 x 6 mm ² con tensión asignada de 0,6/1 kV	117	4,54	531,18
3.2.7	m	Cable multipolar RZ1-K(AS), con conductor de cobre, con aislamiento de polietileno reticulado. 2 x 1,5 mm ² con tensión asignada de 0,6/1 kV	265	1,77	469,05
Total					2.598,69

Capítulo 3 – Protecciones

Código	Unidades	Concepto	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
3.3.1	uds	Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar (4 P), intensidad nominal de 50 A, curva tipo D	2	173	346
3.3.2	uds	Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar, intensidad nominal de 20 A, curva tipo D	1	49,32	49,32

3.3.3	uds	Interruptor automático magnetotérmico tetrapolar, intensidad nominal de 10 A, curva tipo D	7	47,41	331,87
3.3.4	uds	Interruptor automático magnetotérmico bipolar, intensidad nominal de 25 A, curva tipo C	2	51,40	102,80
3.3.5	uds	Interruptor automático magnetotérmico bipolar, intensidad nominal de 16 A, curva tipo C	2	48,99	97,98
3.3.6	uds	Interruptor automático magnetotérmico bipolar, intensidad nominal de 10 A, curva tipo C	7	22,86	160,02
3.3.7	uds	Interruptor automático magnetotérmico bipolar, intensidad nominal de 6 A, curva tipo C	12	18,57	222,84
3.3.8	uds	Interruptor diferencial instantáneo tetrapolar, intensidad nominal 63 A, sensibilidad 300mA	1	307,51	307,51
		Interruptor diferencial instantáneo tetrapolar,			

3.3.9	m	intensidad nominal 40 A, sensibilidad 300mA	6	237,95	237,95
3.3.10	m	Interruptor diferencial instantáneo tetrapolar, intensidad nominal 40 A, sensibilidad 30mA	8	133,33	133,33
3.3.11	m	IGA magnetotérmico. In=100A; It= 100A con protector para sobretensiones permanentes	1	186,87	186,87
3.3.12	m	Protector para sobretensiones transitoras, tetrapolar	1	162,52	162,52
Total					2.628,16

Capítulo 4 – Canalizaciones

Código	Unidades	Concepto	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
3.4	m	Bandeja perforada Unex 60x75 en U23X para el soporte y protección de cables. . Color: Gris	292	2,82	823,44
Total					823,44

Capítulo 5 – Armarios

Código	Unidades	Concepto	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
5.1	uds	Armario metálico de acero inoxidable para SQ (400 x 400)	7	86,50	605,8
5.1	uds	Armario metálico de acero inoxidable para CGD (500 x 600)	1	110	110
Total					715,80

Capítulo 6 – Enchufes e interruptores

Código	Unidades	Concepto	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
6.1	uds	Base de enchufe bipolar	10	3,09	30,9
6.2	uds	Base de enchufe tetrapolar	7	6,05	42,35
6.3	uds	Mecanismo interruptor Simon 2710162 de 10AX 250V	14	2,65	37,1
Total					110,35

4 Instalación contra incendios

Código	Unidades	Concepto	Cantidad	Precio unitario (€)	Importe (€)
4.1	Uds	Extintor manual de polvo seco polivalente, de carga 6 kg, con presión incorporada, pintado, con soporte a pared.	4	37,37	149,48
4.2	Uds	Pulsador de alarma para instalación contra incendios analógica, accionamiento manual por rotura de elemento frágil, direccionable, según norma UNE-EN 54-11, para montar superficialmente	4	42,77	171,08
4.3	Uds	Rótulo señalización salida de emergencia de 224x224 mm ² de panel de PVC, fotoluminiscente categoría B según UNE 23035-4.	3	25,38	76,14
4.4	Uds	Sirena electrónica para instalación convencional y analógica, nivel de potencia acústica 100 dB, sonido multitono, grado de protección	2	22,60	45,20

		IP-54, fabricada según la norma UNE-EN 54-3, para colocación interior.			
Total					441,90

2-Presupuesto general

	PRESUPUESTOS PARCIALES	PRECIO (€)
1	OBRA CIVIL	171.500
2	INSTALACIÓN FRIGORÍFICA	3.270,26
3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	15.204,46
4	INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS	441,90
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN (PEM)	190.416,62
	Gastos general (13%)	24.754,16
	Beneficio Industrial (6%)	11.425
	TOTAL	226.595,78
	IVA (21%)	47.585,11
	PRESUPUESTO TOTAL POR CONTRATA	274.180,89

Este presupuesto de ejecución por contrata asciende a doscientos setenta y cuatro mil ciento ochenta euros con ochenta y nueve céntimos (274.180,89 €.)

CARLOS PRIEGO CORREA

Castelldefels Junio 2018

