



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

***Diseño y dimensionamiento de una quesería para la
producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado
con pimiento picante en el municipio de
Calahorra (La Rioja).***

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor/a: Antonio Martin Monreal Siulik

Tutor/a: Eva Cristina Correa Hernando / Jordi Massana Guitart

Julio de 2025



ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

DOCUMENTO N°1 – MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA.

- ANEJO I - ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA.
- ANEJO II - ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS.
- ANEJO III - INGENIERÍA DEL PROCESO.
- ANEJO IV - INGENIERÍA DEL DISEÑO.
- ANEJO V - INSTALACIÓN DE CALOR Y FRÍO.
- ANEJO VI - INGENIERÍA DE LAS EDIFICACIONES.
- ANEJO VII - EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA.
- ANEJO VIII - ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES.

DOCUMENTO N°2 – PLANOS.

DOCUMENTO N°3 – PLIEGO DE CONDICIONES.

DOCUMENTO N°4 – PRESUPUESTO.



DOCUMENTO N°1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA



Índice

1	OBJETO DEL PROYECTO	1
1.1	Naturaleza del proyecto	1
1.2	Localización	1
1.3	Dimensión	2
2	MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES DEL PROYECTO.....	2
2.1	Motivación del proyecto	2
2.2	Condicionantes impuestos por el promotor	3
2.3	Condicionantes urbanísticos	3
3	INGENIERÍA DEL PROCESO PRODUCTIVO	4
3.1	Proceso productivo	4
3.1.1	Descripción de las actividades.....	5
3.2	Programa productivo	8
3.3	Balance de materia	9
3.4	Necesidades de maquinaria y equipos	10
4	INGENIERÍA DEL DISEÑO	10
5	INSTALACIÓN DE CALOR Y FRÍO	12
5.1	Intercambiadores de calor	13
5.1.1	Termización y Pasteurización de la leche	13
5.1.2	Enfriamiento de lactosuero y salmuera.....	14
5.2	Resumen de los resultados obtenidos	14
5.3	Diseño de la instalación de vapor.....	14
5.4	Abastecimiento de agua glicolada	16
5.5	Cámara de maduración	16
6	INGENIERÍA DE LAS OBRAS.....	17
6.1	Elementos constructivos	18
6.2	Estructura metálica	20



6.3	Placas de anclaje.....	21
6.4	Cimentación	21
7	ASPECTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES	22
8	ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO	22
9	PRESUPUESTO	24

Índice de tablas

Tabla 1	Condiciones urbanísticas Polígono El Recuenco	3
Tabla 2	Resumen tipos de formatos	4
Tabla 3	Necesidades de maquinaria y equipos	10
Tabla 4	Superficie requerida en cada sala.	11
Tabla 5	Leyenda salas diseño final.	12
Tabla 6	Resumen de las cargas térmicas en la cámara.....	16
Tabla 7	Resumen perfiles utilizados en la estructura metálica.....	21

Índice de figuras

Figura 1	Ubicación de la parcela en relación con Calahorra.....	1
Figura 2	Diagrama del proceso productivo.	5
Figura 3	Diagrama balance de materia.....	9
Figura 4	Diseño final.....	12
Figura 5	Esquema de los equipos que requieren de abastecimiento de agua fría/vapor saturado	13
Figura 6	Esquema distribución de vapor.....	15
Figura 7	Estructura de la nave.	18
Figura 8	Vista de fachada frontal (con pilares HEB-100) y fachada lateral (Únicamente con pilares HEB-200).....	19

1 OBJETO DEL PROYECTO

1.1 Naturaleza del proyecto

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño y dimensionamiento de una quesería con una capacidad de producción estimada de 120 kg diarios, ubicada en el término municipal de Calahorra (La Rioja). La actividad productiva estará centrada en la elaboración de quesos tipo Gouda ahumados con pimiento picante, en formatos de diferentes pesos y con periodos de maduración de 2 y 6 meses, orientados a un mercado especializado de valor añadido.

1.2 Localización

La quesería se ubicará en el Polígono Industrial El Recuenco, en Calahorra (La Rioja). Este polígono dispone de los servicios básicos necesarios para la actividad industrial, como abastecimiento de agua, red de saneamiento, telecomunicaciones, red eléctrica general, alumbrado público, aceras y viales. A petición del promotor, se ha llevado a cabo la búsqueda y selección de una parcela que se ajuste a las necesidades específicas del proyecto, tanto en superficie como en ubicación y disponibilidad de servicios. Tras el análisis de las opciones disponibles, se ha identificado como la más adecuada una parcela situada en la calle Cosme García, con una superficie de 915 m², referencia catastral 8413502WM8881S0000XZ.

La elección de esta ubicación responde a criterios de funcionalidad, disponibilidad inmediata, buena accesibilidad logística y potencial acceso a incentivos para la implantación de actividades productivas.

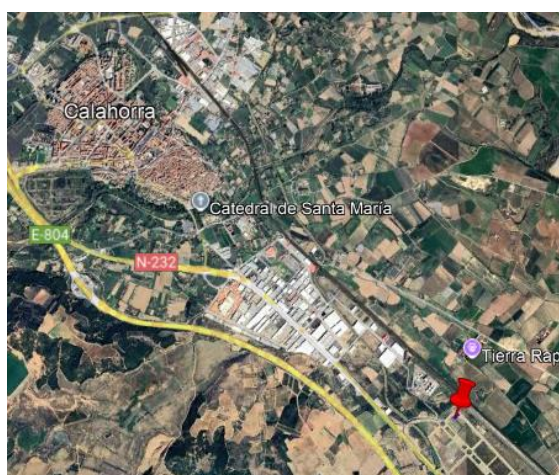


Figura 1 Ubicación de la parcela en relación con Calahorra.



1.3 Dimensión

El presente proyecto contempla una capacidad de producción estimada de 120 kg de queso por día, lo que supone una producción anual aproximada de 30.000 kg. De esa producción, un 40 % se destinará a quesos de 1,5 kg por unidad con 2 meses de maduración, otro 40 % corresponderá a quesos de 5 kg por unidad también con 2 meses de maduración, y el 20 % restante se destinará a quesos de 10 kg por unidad con una maduración de 6 meses.

2 MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES DEL PROYECTO

2.1 Motivación del proyecto

El presente proyecto se enmarca en un contexto favorable para el desarrollo de nuevas iniciativas en el sector quesero nacional. Aunque se trata de un sector consolidado, aún presenta un notable potencial de crecimiento. En 2023, el volumen de queso comercializado en España creció más de un 2 %, y para 2024 se estima un aumento superior al 5 % (Alimarket, 2024). Además, el consumo per cápita en el país (10 kg/año) sigue siendo considerablemente inferior a la media de la Unión Europea (21 kg/año), lo que evidencia un amplio margen de expansión de la demanda interna.

El mercado muestra una creciente preferencia por quesos madurados, elaboraciones artesanales y productos con características diferenciadoras. Paralelamente, las importaciones (especialmente de queso Gouda) continúan aumentando, lo que confirma una demanda consolidada. Esta situación representa una oportunidad para la introducción de un producto nacional diferenciado, como el queso Gouda ahumado con pimiento picante propuesto en este proyecto, orientado al segmento gourmet y de alta calidad.

A nivel regional, La Rioja cuenta únicamente con una Denominación de Origen Protegida (Queso Camerano), centrada en leche de cabra, que cuenta con un reducido número de queserías de pequeño tamaño. Este contexto ofrece un entorno propicio para la diversificación productiva y el fortalecimiento del sector agroalimentario local.

El proyecto contempla la elaboración de quesos en tres formatos (1,5 kg, 5 kg y 10 kg), con maduraciones de 2 y 6 meses. Esta variedad responde a una estrategia de adaptación a distintos canales de distribución: desde el consumidor final hasta la restauración, la hostelería y las tiendas especializadas. La diferenciación por tamaño permite cubrir diversas necesidades del mercado y ampliar el alcance comercial.

En definitiva, el proyecto busca posicionarse en el segmento de quesos artesanales con alto valor añadido, contribuyendo al desarrollo económico del sector lácteo riojano, reduciendo la dependencia de importaciones y ofreciendo un producto innovador y alineado con las tendencias actuales de consumo.

2.2 Condicionantes impuestos por el promotor

Antes del inicio del proyecto, el promotor establece una serie de requisitos fundamentales que deben guiar su desarrollo:

- El proyecto debe ajustarse a toda la legislación vigente aplicable.
- Se deberá elegir la parcela más adecuada dentro del polígono industrial "El Recuenco" (Calahorra, La Rioja), teniendo en cuenta su superficie, accesibilidad, disponibilidad de servicios básicos y viabilidad económica.
- La nave debe adaptarse a las dimensiones de la parcela seleccionada y contemplar un diseño funcional que responda a las necesidades de producción y flujo de trabajo.
- El diseño debe incluir todas las áreas necesarias para el proceso productivo, desde la recepción de materia prima hasta el envasado y almacenamiento.
- Ofrecer una gama variada de formatos que permita atender diferentes segmentos del mercado: consumidor final, restauración, hostelería y venta especializada.

2.3 Condicionantes urbanísticos

De acuerdo con el Plan Parcial del Sector 10, correspondiente a la actuación industrial "El Recuenco" en Calahorra, se definen las condiciones urbanísticas que regulan la construcción de naves industriales en la parcela seleccionada, identificada como H-1.2. En la Tabla 1 se recogen dichos condicionantes urbanísticos, los cuales se cumplen íntegramente en el desarrollo del presente proyecto.

Tabla 1 Condiciones urbanísticas en el Polígono El Recuenco

Descripción	Condición por la normativa	Proyectado
Uso del suelo	Industrial	Industrial
Parcela mínima	750 m ²	915 m ²
Altura máxima	10 m (B+1)	6,5 m
Retranqueo con caminos linderos interiores	3 m	3 m
Retranqueo con calles principales de acceso	5 m	18 m
Ocupación Máxima (Criterio S. retranqueo)	698 m ²	360 m ²



3 INGENIERÍA DEL PROCESO PRODUCTIVO

En este capítulo se establece una producción diaria de 120 kg de queso, distribuidos en distintos formatos previamente definidos. En la Tabla 2 se recogen las características de cada uno de estos formatos, incluyendo su peso unitario, dimensiones estimadas y tiempos de maduración, así como el volumen total producido por tipo.

Cabe destacar que, con el fin de optimizar el ajuste de la maquinaria, los materiales y la carga de trabajo diaria, cada jornada se dedicará exclusivamente a la elaboración de un único formato de queso. Esta estrategia permite mejorar la eficiencia operativa y facilitar la organización del proceso productivo.

Siguiendo los estándares del queso Gouda, cada unidad adoptará una forma cilíndrica, con una altura equivalente a la mitad de su diámetro.

Todos los quesos estarán formulados para alcanzar un contenido de humedad del 40 % y un contenido de grasa sobre extracto seco cercano al 50 %, sin que en ningún caso sea inferior al 48 %, garantizando así su calidad y adecuación al perfil del producto deseado.

Tabla 2 Resumen tipos de formatos

Peso (g)	Duración maduración	Diámetro (cm)	Altura (cm)	% Sobre producción
1500	2 meses	15,19	7,6	40
5000	2 meses	22,7	11,35	40
10000	6 meses	28,59	14,3	20

3.1 Proceso productivo

Este proceso se divide en tres etapas:

- Etapa 1: Comprende todas las actividades desde que se recibe la leche hasta que se almacena en un tanque de refrigeración durante 24 h o 48 h si debe pasar el fin de semana
- Etapa 2: Incluye la formación de la cuajada y su prensado. Son todas las actividades se realizan de una forma que puede considerarse continua.
- Etapa 3: De mayor duración, abarca las fases finales del proceso, correspondientes a la formación definitiva del queso desde su salado hasta su empaquetado.

A continuación, se muestra el diagrama del proceso productivo (Figura 2).

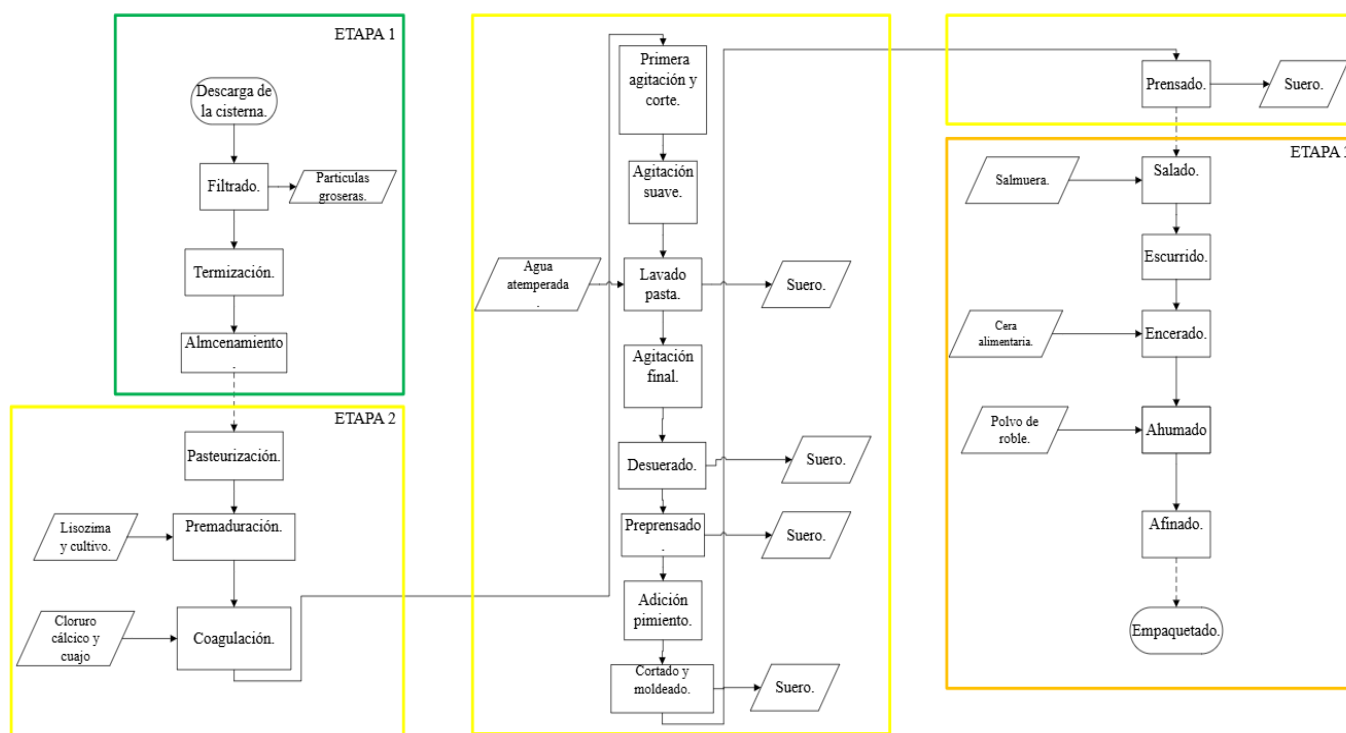


Figura 2 Diagrama del proceso productivo.

3.1.1 Descripción de las actividades

- Descarga de la cisterna y tratamientos previos: A su llegada a la planta, la leche se somete a un control de temperatura ($\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$) y a una inspección visual y olfativa para verificar su estado higiénico-sanitario. Posteriormente, se realiza un filtrado inicial para eliminar impurezas groseras, reduciendo así el riesgo de contaminación microbiana antes de su almacenamiento en el tanque.
- Termización: Dado el tiempo que la leche permanecerá almacenada, se aplica un tratamiento térmico de $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 15 segundos en un intercambiador de calor para limitar el desarrollo microbiano. Este proceso reduce significativamente la carga de microorganismos indeseables cuya actividad podría afectar negativamente el sabor del queso.
- Almacenamiento: La leche se almacena a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un tanque con equipo de frío y dispositivo de agitación integrados hasta su procesamiento al día siguiente o, en el caso de los lotes del viernes, durante el fin de semana. Este almacenamiento contribuye a una mayor homogeneidad entre lotes.
- Pasteurización: Se aplica un tratamiento térmico a $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 15 segundos en un intercambiador de calor para la eliminación de microorganismos patógenos y sus enzimas



(evitando defectos sensoriales), además de contribuir a la reducción de olores no deseados.

- Premaduración: La leche es transferida a la cuba quesera y se mantiene a una temperatura de 32 °C. El proceso de premaduración tiene como objetivo reducir el pH mediante la adición de cultivos a un rango de aproximado de 6,5, permitiendo así posteriormente una coagulación mixta.

- Coagulación: En esta fase, el proceso continúa en la cuba quesera, donde se incorpora cuajo de origen animal. Ocurriendo la coagulación mixta a una temperatura de 32 °C durante aproximadamente 40 minutos.

- Agitación y corte: El corte de la cuajada se realiza en el momento óptimo, determinado mediante una evaluación manual con espátula. Se considera adecuada cuando ofrece resistencia al corte y la espátula sale limpia, sin restos adheridos. Esta etapa es clave, ya que un corte prematuro puede disminuir el rendimiento del queso. Tras el corte, se aplica una agitación suave durante 30 minutos, conforme a los estándares del queso Gouda, evitando la aglomeración de granos y favoreciendo un desuerado uniforme.

- Lavado de pasta: Una vez que los granos de cuajada han liberado suficiente suero, se retira aproximadamente el 45 % del volumen total. Esta reducción favorece la liberación de agua durante el prerensado, al facilitar la compactación de los granos. Tras esta retirada, se realiza una agitación controlada para evitar su fusión excesiva. Posteriormente, se añade agua a 35 °C en una proporción del 25 % del volumen total, distribuyéndola de forma homogénea. Durante los siguientes 30 minutos, se agita con mayor intensidad para asegurar una correcta mezcla y favorecer la difusión de lactosa, que puede alcanzar hasta un 90 %. Esta etapa influye directamente en la textura y el sabor del queso, aportando mayor elasticidad y un perfil más dulce.

- Desuerado: Finalmente, tras aproximadamente 30 minutos de agitación, se lleva a cabo la fase de desuerado, en la que se elimina alrededor del 80 % del peso total.

- Prerensado: En esta etapa, se aplica una ligera presión dentro de la cuba mediante una chapa de acero inoxidable, con el objetivo de prepararla para las operaciones posteriores. Este proceso contribuye a una mayor eliminación de suero y mejora la cohesión entre las partículas de cuajada, otorgándole una estructura más firme y uniforme.



- Adición de pimiento: Se incorpora pimiento deshidratado en una proporción de 15 g por kg de queso. La mezcla se realiza de forma manual antes del llenado de los moldes.
- Cortado y moldeado: El moldeado constituye una fase clave para garantizar la forma final del queso. La cuajada se transfiere manualmente en cubos a las mesas de trabajo, donde se corta e introduce en los moldes correspondientes según el lote de producción. Durante esta etapa, los quesos se voltean cada 10–30 minutos para asegurar un desuerado uniforme y mantener libres los orificios de drenaje.
- Prensado: El prensado se realiza en tres fases consecutivas, con una duración de 30 minutos cada una. En cada cambio de fase, los quesos se voltean para garantizar una presión uniforme. La presión final aplicada varía entre 35 y 45 kPa, en función del formato del queso, y permite eliminar gran parte del suero restante.
- Salado: Se empleará el método de salado en salmuera por inmersión, conforme a los estándares de calidad establecidos para el queso Gouda. El proceso tendrá una duración aproximada de 48 horas. Para garantizar condiciones higiénicas y constantes de concentración salina y temperatura, se utilizará un sistema cerrado. Además, se realizará un volteo de los quesos cada 12 horas, asegurando una absorción uniforme de la sal en toda su superficie.
- Ecurrido: Finalizado el proceso de salmuera, los quesos se dejan reposar durante aproximadamente 30 minutos para permitir el escurrido del exceso de humedad y sal superficial. Este paso se realiza antes del inicio de la formación de la corteza, asegurando un secado controlado y uniforme.
- Encerado: El encerado cumple una función protectora frente a contaminaciones microbianas, reduce la pérdida de humedad por evaporación, evita el desarrollo de mohos en la superficie y facilita el almacenamiento y transporte del producto. Antes de su aplicación, el queso debe estar completamente seco. La cera, calentada a unos 80 °C mediante baño maría, se aplica uniformemente con una brocha para garantizar una cobertura eficaz.
- Ahumado: Se empleará la técnica de ahumado en frío, manteniendo la temperatura por debajo de los 25 °C durante aproximadamente dos horas, con el fin de preservar la integridad del queso. El humo se generará mediante la combustión lenta de polvo de roble y será conducido, a través de un tubo flexible, a la sala de ahumado, donde los quesos



reposarán sobre rejillas. En el caso de quesos con corteza especialmente seca, se podrá humedecer ligeramente la superficie para mejorar la adhesión del humo.

- Afinado/Maduración: El queso Gouda se madura en condiciones controladas de temperatura (10–12 °C) y humedad relativa (80 %). El periodo de maduración varía entre 2 y 6 meses, durante el cual el queso sufre importantes cambios estructurales, compositivos y sensoriales. Uno de los efectos más significativos es la pérdida de peso por evaporación de humedad, que se estima entre un 4–6 % para quesos madurados durante 2 meses y un 8–10 % en maduraciones de 6 meses.

- Etiquetado y empaquetado: Se procede a poner las etiquetas a los quesos como ponerlos en cajas de cartón en el almacén a espera de su expedición de manera manual.

3.2 Programa productivo

La producción se organiza en lotes semanales según el formato del queso:

1,5 kg: 40 % de la producción total

5 kg: 40 % de la producción total

10 kg: 20 % de la producción total

La producción semanal se estructura de la siguiente manera:

Lunes y martes: Quesos de 1,5 kg (80 unidades/día)

Miércoles y jueves: Quesos de 5 kg (24 unidades/día)

Viernes: Quesos de 10 kg (12 unidades)

El abastecimiento de leche se realiza de lunes a viernes, permitiendo equilibrar la carga de trabajo y evitar actividades durante el fin de semana. La leche recibida los viernes se almacena para su procesamiento el lunes siguiente.

La recogida del suero se realiza diariamente de lunes a viernes, mientras que la salida del producto terminado está programada para los viernes.

El ciclo completo de elaboración, desde la recepción de la leche hasta el empaquetado del queso, tiene una duración de:

63 días para quesos con maduración de 2 meses

186 días para los madurados durante 6 meses



3.3 Balance de materia

A continuación, se muestra el balance de materia para la elaboración de 120 kg de queso.

En rojo se muestra el lote madurado 6 meses y en azul el lote madurado 2 meses.

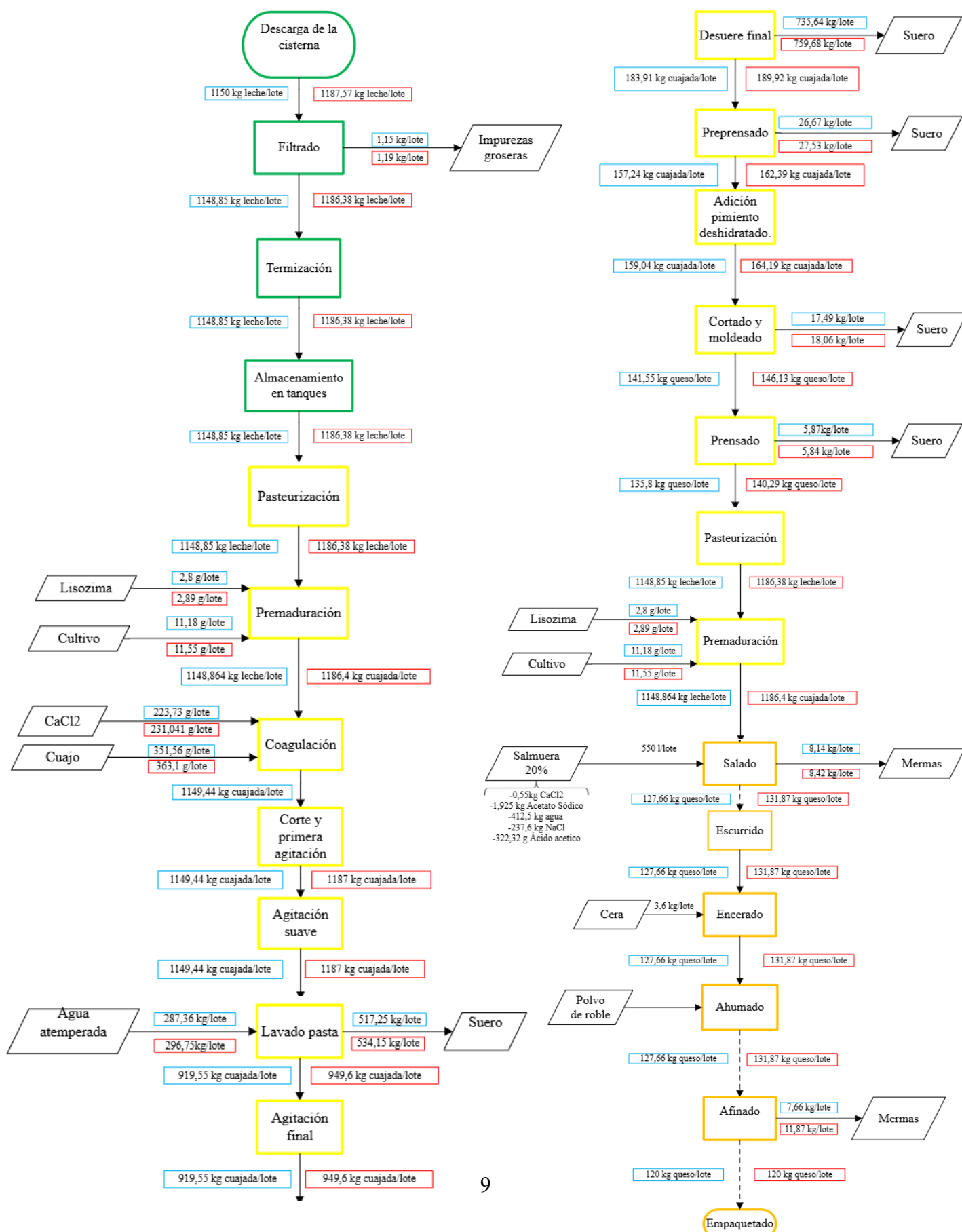


Figura 3 Diagrama balance de materia.



3.4 Necesidades de maquinaria y equipos

A continuación, se detalla en la Tabla 3 la maquinaria y los equipos necesarios para llevar a cabo el proceso productivo.

Tabla 3 Necesidades de maquinaria y equipos

Equipo	Capacidad	Potencia (kW)	Dimensiones (mm) (L·A·H)	Cantidad
Filtro	-		309·70·70	1
Tanque pulmón	1500 l		1300·1300·1800	2
Tanque	1250 l	2-5	2320·1840·1700	1
I. calor tipo	13,66 m ²	0,7-3	864·406·860	3
I. calor tipo 2	≥0,2 m ²	0,2-0,5	240·140·380	1
Bomba centrífuga 1	2-9 m ³ /h	0,37-0,55	391·223·284	4
Bomba centrífuga 2	≤2 m ³ /h	0,35	403·205·248	3
Cuba quesera	1500 l	1,5	3350·1045·1800	1
Tanque lavado pasta	635 l		700·1850 (φ·H)	1
T. pulmón lactosuero	900 l		850·1970 (φ·H)	1
Tanque agua glicolada	2000 l		1180·2200 (φ·H)	1
Mesa desuerado	-		1250·645	2
Prensa neumática	100-300 kgf		2500·1000·2400	1
Tanque de salado	720 l		1600·900·900	2
Carcasas de filtro	-		88,9·88,9·355,6	1
Baño maría	-	2,6	700·600·210	1
Soporte queso	-		2900·900·850	2
Ahumador	150-700 l		280·250·40	1
Caja soporte ahumador			350·300·200	1
Tanque para suero	1500 l		1300·1300·2200	1

I. calor tipo 1: Encargado de la pasteurización, termización y enfriamiento del lactosuero.

I. calor tipo 2: Encargado del enfriamiento de la salmuera.

4 INGENIERÍA DEL DISEÑO

El diseño de la planta contempla las áreas necesarias para el proceso productivo, considerando tanto sus dimensiones como sus relaciones funcionales, con el objetivo de lograr una instalación eficiente y conforme a los requisitos higiénico-sanitarios. Para ello, se aplica la metodología Systematic Layout Planning (SLP), que permite organizar las distintas zonas en función de sus interacciones y flujos de trabajo.

La planta se dimensiona para una entrada diaria de entre 1.150 y 1.187,57 kg de leche, en función de la capacidad de producción establecida.



A partir de las características de la maquinaria y de los elementos auxiliares implicados en el proceso, se calculan las superficies necesarias para cada zona de trabajo. En estos cálculos se incorporan márgenes de seguridad:

- 60 cm adicionales en los lados que requieren intervención o paso de operarios.
- 45 cm adicionales en las zonas que, aunque no sean de paso, necesitan acceso para tareas de limpieza.

La suma de las superficies individuales se multiplica posteriormente por un factor de mayoración de 1,8, con el fin de garantizar espacios de trabajo amplios, seguros y funcionales, evitando problemas de accesibilidad o congestión.

Finalmente, se determinan las zonas necesarias y las superficies requeridas para cada una, como se recoge en la Tabla 4 .

Tabla 4 Superficie requerida en cada sala.

Sala	Superficie (m ²)
1-Recepción leche	14,84
2-Procesado	126,65
3-Ahumado	4,37
4-Abastecimiento agua glicolada	7
5-Cámara maduración	72,52
6-Pasillo	14,22
7-Equipo de frio	5,7
8-Almacén expedición	8,93
9-Calderas	14,43
10-Laboratorio	8,1
11-Almacén materias primas	8,48
12-Expedición lactosuero	10,07
13-Baños y vestuarios personal	15,9
14-Oficina	9,86
15-Baño visitas	5,8
16-Recepción visitas	5,44
17-Entrada principal	3,23

A continuación, en la Figura 4, se presenta el diseño final siguiendo las superficies requeridas y principios de diseño establecidos en el correspondiente anejo. Se ha definido un flujo lineal de producción, en el cual la entrada de leche y la salida del queso se realizan

por accesos diferenciados. El proceso de elaboración avanza de forma continua hasta llegar a la cámara de maduración; una vez finalizada esta etapa, el producto continúa su recorrido dentro de la nave hasta el almacén de producto final, donde queda dispuesto para su expedición.

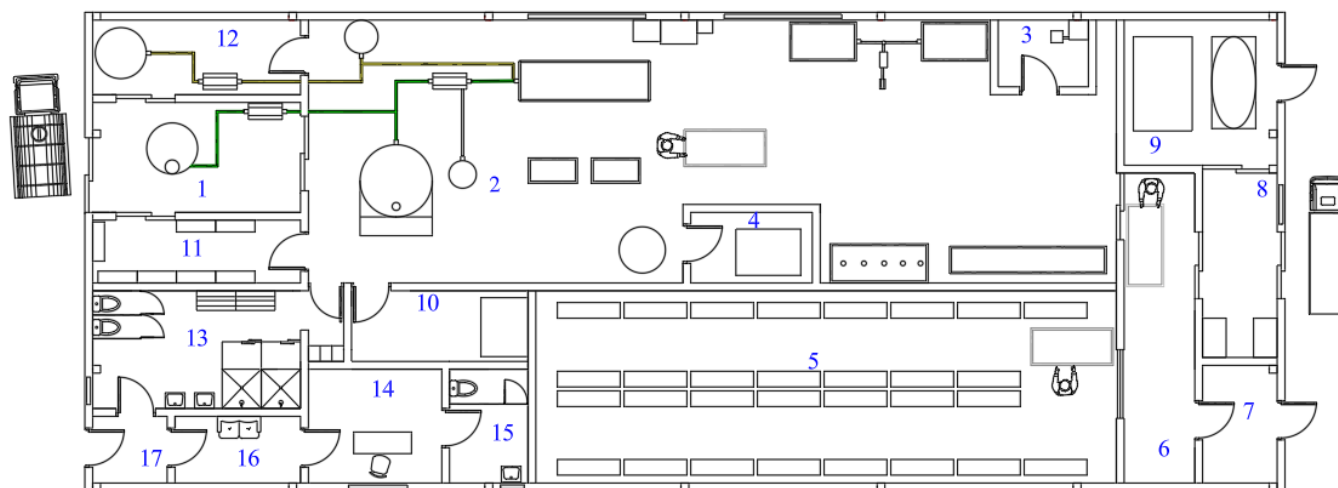


Figura 4 Diseño final.

Tabla 5 Leyenda salas diseño final.

Sala	
1-Recepción leche	10-Laboratorio
2-Procesado	11-Almacén materias primas
3-Ahumado	12-Expedición lactosuero
4-Abastecimiento agua glicolada	13-Baños y vestuarios personal
5-Cámara maduración	14-Oficina
6-Pasillo	15-Baño visitas
7-Equipo de frío	16-Recepción visitas
8-Almacén expedición	17-Entrada principal
9-Calderas	

5 INSTALACIÓN DE CALOR Y FRÍO

Para asegurar la elaboración de un producto de alta calidad, es esencial conocer las demandas energéticas específicas de cada equipo, particularmente en lo relativo al consumo de agua fría y vapor de agua saturado. Esta información resulta clave para dimensionar adecuadamente los sistemas auxiliares que garantizan un funcionamiento eficiente y continuo del conjunto productivo.

En la figura 5 se presenta un esquema resumen que recoge los equipos que requieren dichas necesidades energéticas. Además de los consumos individuales de los equipos principales, debe considerarse también el cálculo específico de los requerimientos energéticos de la cámara de maduración, dada su importancia en el proceso de afinado del queso.

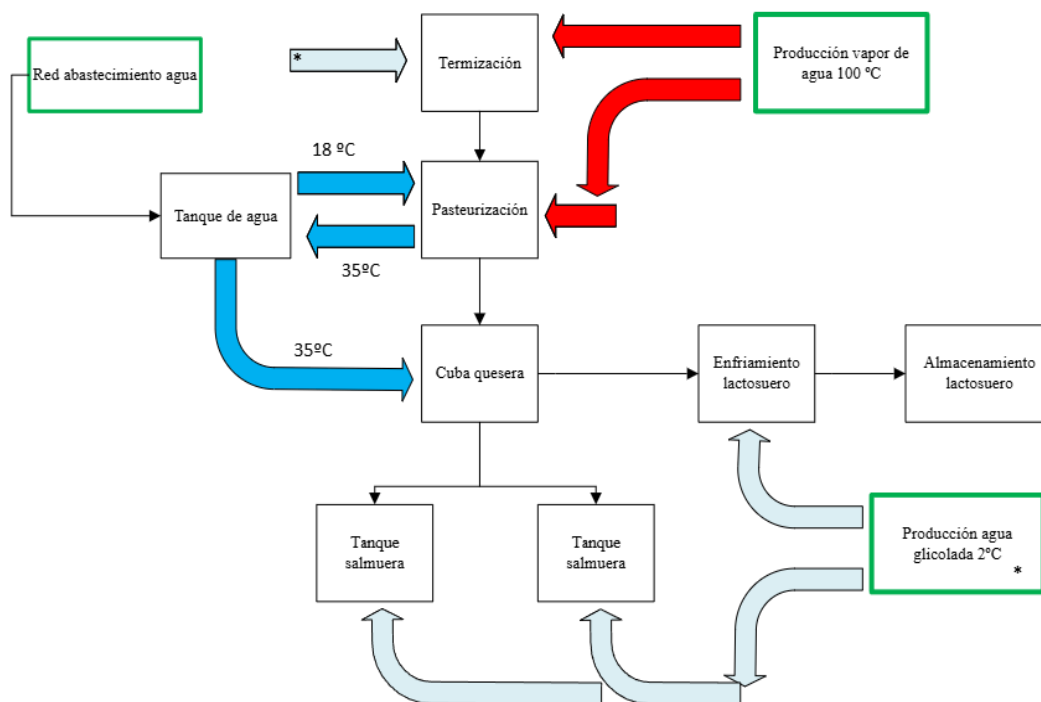


Figura 5 Esquema de los equipos que requieren de abastecimiento de agua fría/vapor saturado

5.1 Intercambiadores de calor

Se emplean intercambiadores de calor de placas a contracorriente, agrupados según su función dentro del proceso productivo

5.1.1 Termización y Pasteurización de la leche

Ambos tratamientos térmicos, ya descritos previamente, tienen una duración total de 30 minutos e incluyen una fase de mantenimiento térmico: 15 segundos a 75 °C para la pasteurización y a 65 °C para la termización.

Para mejorar la eficiencia energética del proceso, el sistema de intercambio de calor funciona en contracorriente. La leche fría (4 °C) es precalentada mediante el uso de leche ya tratada térmicamente, lo que reduce significativamente el consumo de energía. A continuación, se utiliza vapor de agua saturado para alcanzar la temperatura final deseada.



Tras el tratamiento, la leche es nuevamente enfriada. En el caso de la termización, este enfriamiento se realiza mediante agua glicolada, mientras que en la pasteurización se emplea agua potable. Esta última es almacenada en un tanque de acero inoxidable y, tras absorber el calor de la leche durante el proceso de enfriamiento, se reutiliza en la cuba quesera. Dentro de la cuba, cumple una doble función: mantener la temperatura deseada durante el proceso y facilitar el lavado de la pasta.

5.1.2 Enfriamiento de lactosuero y salmuera

Se emplean intercambiadores específicos para:

El lactosuero, con el fin de mantener su temperatura óptima de almacenamiento y evitar alteraciones.

La salmuera, para asegurar condiciones adecuadas que inhiban el desarrollo de microorganismos indeseables.

Ambos procesos de enfriamiento funcionan mediante intercambio térmico a contracorriente, utilizando agua glicolada como fluido refrigerante.

5.2 Resumen de los resultados obtenidos

Necesidades	Energía (kW)	Vapor de agua (kg/s)	Agua glicolada (kg/s)	A (m ²)	Número placas
Termización	79,11	0,035	1,02	13,21	72
Pasteurización	92,08	0,041	0,2738 (agua potable)	5,13	28
Enfriamiento lactosuero	32,25		0,38	6	33
Enfriamiento salmuera	1,62		0,073	0,31	5

5.3 Diseño de la instalación de vapor

Una vez identificadas las necesidades de suministro de vapor de agua a 100 °C y los equipos que lo requieren, se procede al diseño del sistema de distribución de vapor. En la figura 6 se presenta el esquema correspondiente de distribución de vapor desde la caldera a los equipos necesarios, cuya justificación técnica se detalla en el anejo correspondiente. Además, los elementos específicos del sistema y su disposición están representados gráficamente en el Documento N°2: Planos.

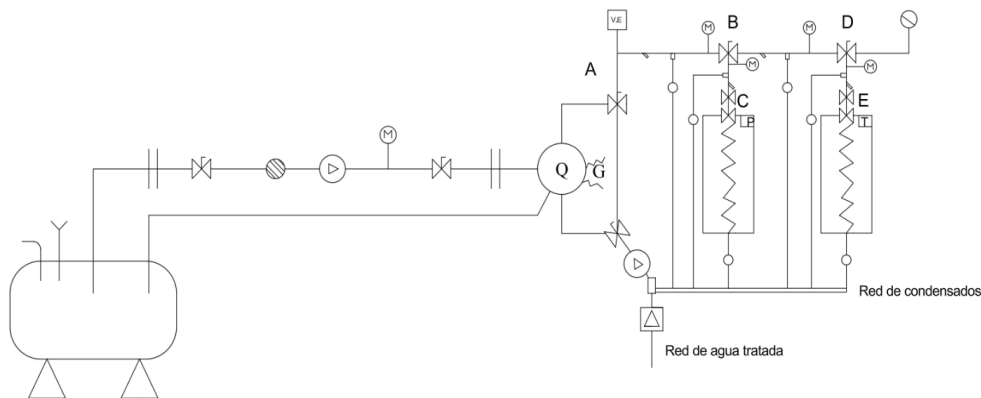


Figura 6 Esquema distribución de vapor.

Durante el diseño del sistema se definieron el caudal circulante y la presión de servicio considerando las pérdidas de condensado y de presión que se producen en cada tramo de la instalación. Estas pérdidas se evaluaron en función de la longitud, el diámetro de las tuberías y la presión de trabajo. De este modo, se garantiza el suministro de vapor saturado a los equipos en la cantidad y presión requeridas para su correcto funcionamiento.

Los resultados obtenidos para el dimensionamiento de la instalación son los siguientes:

Caudal de vapor necesario: 370 kg/h

Presión de servicio: 0,2026 bar

Potencia útil requerida: 266,5 kW durante la puesta en marcha y 248 kW en régimen continuo

Generador seleccionado: Caldera pirotubular dimensionada para una potencia de 266,5 kW

Sistema de combustión: Quemador con atomización por pulverización mecánica, con una potencia nominal de 296,2 kW

Consumo de combustible (Gasóleo C): 30 L/h durante la puesta en marcha y 27,9 L/h en régimen

Depósito de almacenamiento: Tanque de 2.000 litros, que proporciona una autonomía aproximada de 43 días.



5.4 Abastecimiento de agua glicolada

El dimensionamiento del sistema de refrigeración se ha realizado considerando el momento de mayor exigencia térmica, correspondiente al proceso de termización. En esta etapa, se requiere una potencia frigorífica de 79,11 kW y un caudal de 1,02 kg/s de agua glicolada.

Para satisfacer estas condiciones, se ha seleccionado una planta enfriadora de glicol equipada con compresores semiherméticos y una carga reducida de refrigerante R-290 (propano), en cumplimiento con criterios de eficiencia energética y sostenibilidad. El agua glicolada producida a 2 °C es bombeada a un tanque pulmón, desde el cual se distribuye a los distintos equipos que requieren refrigeración, tal como se ilustra en la figura 5.

5.5 Cámara de maduración

Se diseña una cámara frigorífica con capacidad de almacenar queso Gouda a 10-12 °C y 80 % de humedad relativa. Además, debe ser capaz de albergar 18 lotes de quesos de 1,5 kg, 18 lotes de quesos de 5 kg y 26 lotes de quesos de 10 kg.

Para ello, con el objetivo de conocer la potencia necesaria de los equipos, se realiza el cálculo de las cargas térmicas a las que está sometida la cámara. Siendo este su resumen de los resultados obtenidos:

Tabla 6 Resumen de las cargas térmicas en la cámara.

Carga	Calor sensible (kJ/día)	Calor latente (kJ/día)	Carga total (kJ/día)
Flujo a través de paredes, suelo y techo (Q1)	123000		123000
Renovaciones de aire y puertas (Q2)	9070	7720	16790
Pérdidas por enfriamiento (Q3)	3640	17224	20864
Enfriamiento de la cera (Q4)	72		72
Calor desprendido por la maduración (Q5)	17802	26704	44506
Personal (Q6)	420	1449	1869
Iluminación (Q7)	375		375
Ventiladores de los evaporadores (Q8)	10992		10992
TOTAL	163996	54492	218468

Para el dimensionamiento de la instalación frigorífica, se ha considerado la carga térmica total calculada, incluyendo un margen de seguridad del 10 %. Esto da como resultado una

potencia frigorífica instalada de 3,71 kW, adecuada para un funcionamiento estimado de la cámara de 18 horas diarias, lo cual es un valor razonable para cámaras operativas a temperaturas positivas.

La instalación está compuesta por los siguientes equipos principales:

- Evaporador cúbico, con una capacidad de 4,59 kW, equipado con un ventilador de Ø350 mm.
- Compresor abierto para amoníaco, con una potencia de motor de 4 kW.
- Condensador, con una capacidad de 4,62 kW, equipado con un ventilador de Ø300 mm.

6 INGENIERÍA DE LAS OBRAS

El edificio proyectado consiste en una nave industrial de una sola planta, diseñada para albergar las actividades productivas de la quesería. La nave tiene una longitud total de 30 metros y una luz de 12 metros.

La estructura principal está compuesta por siete pórticos de acero laminado S-275, distribuidos uniformemente a lo largo de la nave, con una separación de 5 metros entre ejes, lo que da lugar a seis vanos. En la

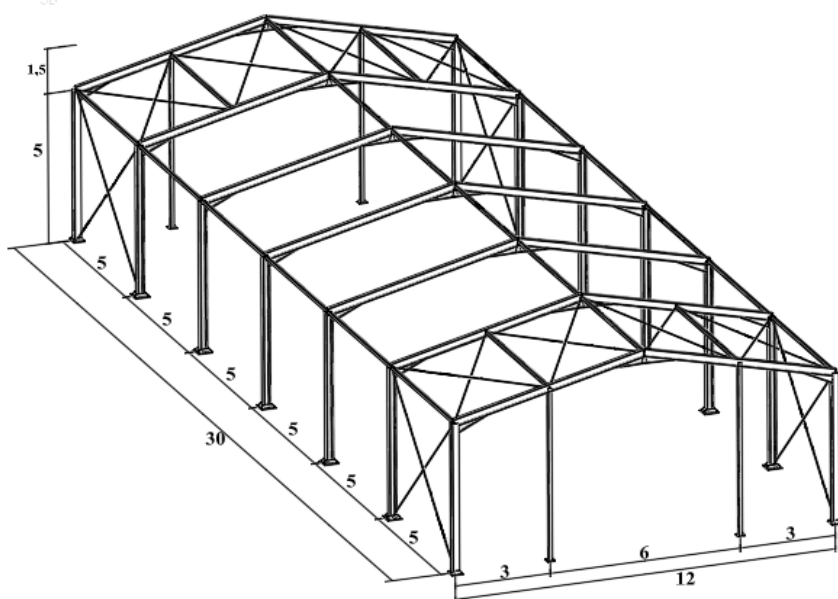


Figura 7 se puede observar la disposición de estos elementos.

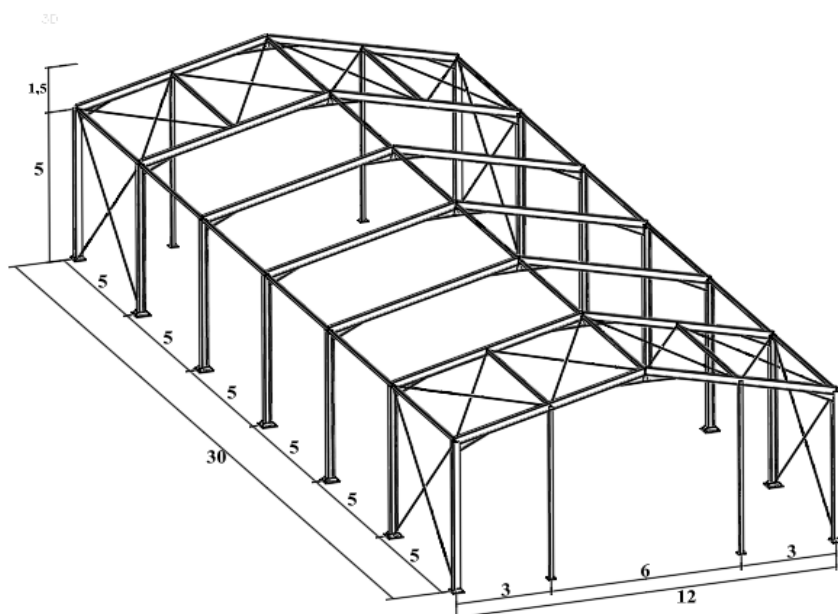


Figura 7 Estructura de la nave.

La cubierta es de dos aguas, con una pendiente del 25 %, lo que equivale a una inclinación aproximada de 14° . La nave alcanza una altura en los aleros de 5 metros, y una altura máxima en la cumbrera de 6,5 metros.

Otros datos relevantes del diseño constructivo son

- Separación entre correas: 1,58 metros
- Longitud de cada faldón de la cubierta: 6,18 metros

6.1 Elementos constructivos

- Cubierta: La cubierta está formada por paneles tipo sándwich con núcleo aislante de poliuretano de 60 mm y acabado exterior en acero con tres grecas. Estos paneles ofrecen un buen aislamiento térmico y se instalan de forma solapada para evitar filtraciones, fijándose directamente sobre la estructura metálica.
- Falso techo: En zonas interiores como oficinas, vestuarios y laboratorios se emplea un falso techo vinílico desmontable. Este sistema permite una fácil limpieza y acceso para mantenimiento, y se monta sobre una estructura metálica suspendida.
- Cámara de maduración: En la cámara de maduración, se instala una capa interior de paneles sándwich de 80 mm de espesor en las paredes y en el falso techo de 50 mm. Esta solución proporciona un alto nivel de aislamiento térmico, asegurando un entorno controlado y adecuado para los procesos que allí se desarrollan.

- Cerramientos laterales: Los muros exteriores están formados por paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico incorporado. Estos paneles se instalan sobre los pilares estructurales de acero, utilizando distintos sistemas de fijación según el tipo de perfil:

En los pilares HEB-200, el espesor del panel permite su colocación directa entre las alas del perfil. La fijación se realiza mediante anclajes específicos y un sellado perimetral que garantiza la estanqueidad y estabilidad del cerramiento.

En los pilares HEB-100, de menor tamaño, no es posible alojar el panel entre las alas. En este caso, se emplea un perfil de acero galvanizado en forma de ángulo o “U”, atornillado a la cara frontal del pilar. Este perfil actúa como soporte y guía para el panel prefabricado, permitiendo una fijación segura desde el exterior. Quedando de esta manera los pilares dentro de la nave.

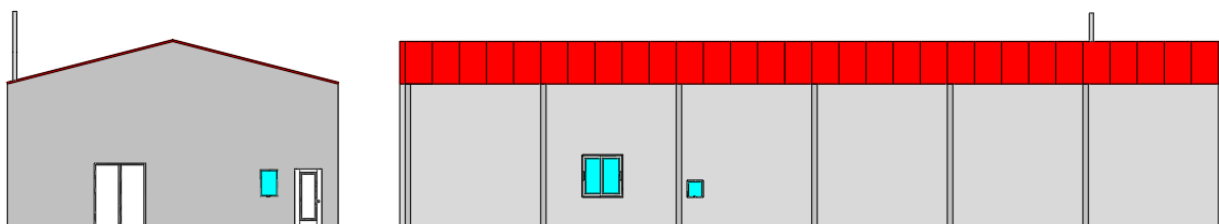


Figura 8 Vista de fachada frontal (con pilares HEB-100) y fachada lateral (Únicamente con pilares HEB-200)

- Tabiquería interior: Las divisiones interiores se realizan con bloques de hormigón de 20x20x40 cm, que permiten una construcción resistente y funcional sin necesidad de soportar cargas estructurales.

- Acabados interiores de paredes:

En salas con requerimientos higiénicos (procesado, recepción, zonas técnicas, etc.), se utilizan planchas de polipropileno de grado alimentario.

En espacios de almacenamiento, pasillos y zonas técnicas, las paredes están revestidas con pintura epoxi resistente y lavable.

Los baños de trabajadores y visitantes están acabados con azulejos cerámicos blancos.

En oficinas y el acceso principal, se aplican revestimientos de PVC multicapa, adecuados para uso interior y de fácil limpieza.



- Solera: La nave contará con una solera de hormigón de 20 cm de espesor, colocada sobre una base de zahorra artificial compactada, que mejora la estabilidad del terreno y facilita el drenaje del agua subterránea. Esta capa previa resulta especialmente importante debido a la presencia de limos en el suelo.

Sobre la solera de hormigón, se aplicarán diferentes tipos de pavimento según el uso de cada espacio:

Zonas de producción y salas técnicas: acabado de poliuretano-cemento, por su resistencia a productos químicos, fácil limpieza y durabilidad.

Baños: pavimento de mosaico de vidrio, resistente a la humedad.

Oficinas y recepción: suelo laminado de tipo flotante con acabado decorativo de pino, colocado sobre una base aislante.

6.2 Estructura metálica

La estructura está compuesta por siete pórticos rígidos simétricos, separados entre sí una distancia de 5 metros. Estos pórticos están contruidos con acero laminado S275, presentan una configuración a dos aguas y se encuentran biempotrados. La estructura se ejecutará mediante uniones soldadas

Existen dos tipos de pórticos diferenciados. En los extremos de la nave (pórticos de hastiales), la estructura incorpora cuatro pilares: dos en los extremos con perfil HEB-200 y dos adicionales, situados a 3 metros de estos, con perfil HEB-100. Por otro lado, los pórticos centrales están compuestos únicamente por dos pilares extremos de perfil HEB-200, sin apoyos intermedios.

Los dinteles, de 6,18 metros de longitud, están formados por perfiles IPE-240 simples, reforzados en sus extremos con cartelas de 1 metro de longitud para facilitar su unión con los pilares. La cubierta incorpora correas de acero S-235, perfil ZF-200x3.0, distribuidas a una distancia de 1,58 metros, con cinco unidades por faldón.

En la cubierta, se han instalado vigas de atado con perfiles tubulares rectangulares RHS 100x50x3,5 mm, cuya función es mejorar la estabilidad del sistema frente a esfuerzos horizontales.



Además, en los pórticos de hastiales se han dispuesto arriostramientos tipo cruz de San Andrés mediante barras redondas de acero de 10 mm de diámetro, colocadas tanto en los laterales y en la cubierta.

A continuación, se muestra en la Tabla 7 el resumen de los perfiles empleados por cada elemento de la estructura.

Tabla 7 Resumen perfiles utilizados en la estructura metálica

Elemento	Acero	Perfil
Pilar interior	S275 Laminado	HEB 100
Pilar extremo	S275 Laminado	HEB 200
Dintel	S275 Laminado	IPE 240, con cartela inferior a 1m
Viga de atado	S275 Laminado	RHS 100x50x3.5
Cruz de San Andrés	S275 Laminado	R 10
Correa	S235	ZF-200x3.0

6.3 Placas de anclaje

Las placas de anclaje se colocan en la base de los pilares de los pórticos para asegurar una correcta transmisión de los esfuerzos a las zapatas. Se han diseñado tres tipos diferentes de placas, según la ubicación del pilar: una para los pilares extremos de los hastiales, otra para los pilares centrales de los hastiales y una tercera para los pilares de los pórticos intermedios (del 2 al 6).

6.4 Cimentación

La cimentación está formada por zapatas aisladas de hormigón armado, conectadas entre sí mediante vigas de atado. Estas vigas, también denominadas zunchos, evitan desplazamientos relativos entre las zapatas y permiten que el conjunto trabaje como una unidad estructural. Tienen una sección de 40×40 cm y están armadas con dos barras de acero corrugado de 12 mm de diámetro en la parte superior e inferior, además de estribos de 8 mm colocados cada 25 cm.

Se han proyectado tres tipos de zapatas, todas con un canto uniforme de 90 cm. Las zapatas en las esquinas de los pórticos hastiales son cuadradas, de 160×160 cm. Las correspondientes a los pilares centrales de los hastiales miden 150×200 cm. Por último, las zapatas del resto de los pórticos tienen dimensiones de 230×280 cm.



7 ASPECTOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

El proyecto aborda de forma integral tanto los desafíos ambientales como las oportunidades económicas vinculadas a la producción quesera. Desde el punto de vista medioambiental, se analizan propuestas orientadas a optimizar el consumo energético y reducir las emisiones asociadas. En este sentido, se contempla la posible incorporación futura instalación de un aerotermo industrial con un COP de 3,5, como una alternativa eficiente al uso de condensados procedentes de la instalación de distribución de vapor, opción que resultó técnicamente inviable. El objetivo del aerotermo sería cubrir la demanda térmica para el calentamiento del agua destinada al lavado de pasta en la cuba quesera, permitiendo un ahorro energético superior a 1.100 kWh al año y una reducción estimada de 280 kg de emisiones de CO₂ anuales en comparación con sistemas eléctricos convencionales. A ello se suma la valorización del lactosuero mediante su integración en la industria cosmética local, lo que contribuye a la reducción de residuos y de emisiones por transporte.

Desde el enfoque económico, el proyecto supone una inversión relevante en la economía local, con una previsión de 130000 € anuales destinados a la compra de leche de productores de la zona. Esta estrategia favorece el empleo, reduce la dependencia de importaciones y se alinea con las tendencias de crecimiento del sector. Las alianzas estratégicas establecidas, junto con los objetivos de expansión a medio plazo, permitirán escalar la producción de forma sostenible.

Se recomienda mantener el seguimiento de las emisiones generadas, reforzar la comercialización local hasta alcanzar un 50 % de las ventas y evaluar periódicamente la capacidad productiva con vistas a alcanzar las 40.000 kg anuales en los próximos tres años. Asimismo, se considera conveniente continuar evaluando la viabilidad técnica y económica de la instalación del aerotermo como medida complementaria de eficiencia energética, dentro del marco de sostenibilidad y mejora continua del proyecto.

8 ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO

Se ha llevado a cabo un análisis económico-financiero mediante el método de cobros y pagos con el objetivo de evaluar la rentabilidad y los riesgos asociados a la ejecución del



proyecto. La vida útil considerada es de 30 años, con una renovación de maquinaria prevista a los 15 años.

Se han analizado dos escenarios de financiación, uno con financiación propia, en la que el promotor asume la inversión completa. La segunda, con financiación ajena, con un crédito del 60 % del capital necesario, a un tipo de interés del 4 % durante 10 años.

Los indicadores utilizados han sido el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), calculada con una tasa de actualización del 3 %, y el periodo de recuperación (Pay-Back). Se ha supuesto además una venta efectiva del 85 % de la producción anual, considerando pérdidas e incertidumbres del mercado.

Tabla 8 Indicadores de rentabilidad del proyecto

Tipo de financiación	VAN	TIR	Pay-Back
Propia	759.155,92 €	10,73 %	9 años y 8 meses
Ajena	446.784,48 €	6,91 %	13 años y 7 meses

El proyecto resulta viable y rentable, con VAN y TIR positivos en todos los escenarios base. Para evaluar su solidez, se realizó un análisis de sensibilidad bajo tres supuestos adversos:

Aumento del 15 % en el precio de la leche: el proyecto sigue siendo viable, con un VAN > 360.000 € y TIR del 6,94 %.

Reducción del 15 % en el precio de venta: el proyecto se vuelve inviable, con VAN de -380.000 € y TIR negativa (-2,27%).

Venta del 70 % de la producción: También resulta inviable, con un VAN de -581.777,22 € y TIR de -6,23 %.

Estos escenarios reflejan la sensibilidad del modelo a variaciones en ingresos y costes clave, siendo especialmente vulnerables las caídas en ventas o precios. Para mejorar la resiliencia económica del proyecto, se recomienda revisar los precios de venta según las condiciones del mercado, fortalecer los canales de comercialización para asegurar la demanda, ajustar la producción a las ventas reales y establecer márgenes de seguridad ante posibles desviaciones económicas.



En conclusión, el proyecto es económicamente viable bajo las condiciones actuales, aunque su sostenibilidad a largo plazo dependerá de una gestión financiera prudente y de la capacidad de adaptación ante cambios del entorno.

9 PRESUPUESTO

Para determinar el presupuesto total del proyecto, es necesario calcular el Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC), el cual se obtiene sumando el Presupuesto de Ejecución Material (PEM), los gastos generales estimados en un 13 % del PEM, el beneficio industrial correspondiente y, finalmente, el 21 % de IVA aplicado al total anterior. A continuación, se presenta un resumen del presupuesto desglosado por capítulos.

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	Movimiento de tierras	2.201,71	0,55
02	Urbanización.....	37.659,00	9,35
03	Cimentación.....	15.915,62	3,95
04	Estructura	43.692,03	10,85
05	Solado, Cerramientos, cubierta, albañilería y carpintería.....	167.033,57	41,49
06	Instalaciones: Electricidad, abastecimiento de agua, saneamiento	7.167,28	1,78
07	Instalación vapor saturado	24.528,28	6,09
08	Instalación de frío	16.234,96	4,03
09	Maquinaria.....	88.183,37	21,90
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		402.615,82	
13,00 % Gastos generales		52.340,06	
6,00 % Beneficio industrial		24.156,95	
SUMA DE G.G. y B.I.		76.497,01	
21,00 % I.V.A.		100.613,69	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		579.726,52	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		579.726,52	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de QUINIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS VEINTISEIS EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

Calahorra, a 7 de julio de 2025.

El alumno

Antonio Monreal Siulik



ANEJO I: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA.



Índice

1	OBJETO.....	1
2	CONDICIONANTES DEL PROMOTOR	1
3	LOCALIZACIÓN	2
4	SITUACIÓN ACTUAL DE LA PARCELA.....	4
5	ACCESO A MATERIAS PRIMAS	5
6	SUELO: GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA.....	6
7	CLIMATOLOGÍA.....	7
	7.1 Temperatura y humedad relativa	8
	7.2 Viento	9
	7.3 Precipitación y nieve.....	10
8	SITUACIÓN SECTOR ECONÓMICO	11
	8.1 Producción.....	11
	8.2 Quesos de importación.....	12
	8.3 Consumo	13
	8.4 Producción de queso en La Rioja	14
9	LEGISLACIÓN Y NORMATIVA	14
	9.1 Leche.....	14
	9.2 Queso	15
	9.3 Gouda.....	16
	9.4 Materiales de recubrimiento y tratamiento de superficie.....	17
	9.5 Aditivos	18
	9.6 Etiquetado.....	18
10	BIBLIOGRAFIA.....	20



Índice de tablas

Tabla 2 Velocidad y dirección del viento.	9
Tabla 2 Principales empresas en España.	11
Tabla 3 Denominaciones del queso según su duración de maduración.	16

Índice de figuras

Figura 1 Ubicación de la parcela a nivel nacional y en relación con Calahorra.....	3
Figura 2 Ubicación de la parcela en el Polígono.	4
Figura 3 Disponibilidad de compra de las parcelas.	5
Figura 4 Situación actual de la parcela.	5
Figura 5 Localización explotación ganadera.....	6
Figura 6 Geología y Litología de la parcela.	7
Figura 7 HR, Tmax y Tmedia.....	9
Figura 8 Precipitaciones.	11
Figura 9 Distribución de la producción de quesos pasta prensada.	12
Figura 10 Consumo per cápita en Europa.	14



1 OBJETO

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño y dimensionamiento de una quesería con una capacidad de producción de 120 kg/día, ubicada en Calahorra, La Rioja. Donde más concretamente se producirá queso gouda ahumado con pimienta picante, con periodos de maduración de 2 o 6 meses. Siendo un producto diferenciado dentro del mercado.

La elección de este producto se debe a una tendencia en crecimiento en España por productos gourmet y de sabores diferentes producidas por queserías artesanales de alta calidad.

Además, se busca potenciar la producción local con la idea también de aumentar el desarrollo económico del sector lácteo de la región creando estos productos con un alto valor añadido.

2 CONDICIONANTES DEL PROMOTOR

El promotor solicita el diseño y dimensionamiento de una quesería que se ubicará en el Polígono Industrial El Recuenco, en Calahorra. Para ello, se deberá seleccionar la parcela más adecuada, considerando aspectos como la superficie disponible, la accesibilidad, la dotación de servicios esenciales como agua, electricidad y saneamiento, así como la viabilidad económica de la inversión.

La actividad productiva se centrará en la elaboración de un queso gouda ahumado con pimienta picante, diferenciándose en el mercado mediante un producto con valor añadido. La capacidad de producción establecida será de 120 kg de queso al día, una cifra determinada con el propósito de equilibrar la viabilidad económica del proyecto y la capacidad operativa de una quesería de tamaño medio. Este volumen permitirá abastecer tanto el mercado local como posibles nichos regionales y especializados en productos gourmet, optimizando los costes sin comprometer la calidad del producto.

El promotor establece como condición que los quesos se produzcan en formatos de 1,5 kg, 5 kg y 10 kg, con el fin de ofrecer una gama diversificada que permita atender distintas preferencias de los consumidores y facilitar la comercialización en diferentes canales de distribución. Esta estrategia busca equilibrar la producción entre formatos más accesibles



para el consumidor final y opciones de mayor tamaño dirigidas a la restauración, hostelería y venta especializada.

Para garantizar un proceso eficiente y adecuado a las necesidades de producción, el diseño de la quesería deberá incluir todas las instalaciones necesarias, desde la recepción de la materia prima hasta el envasado y almacenamiento del producto final. Se deberán contemplar áreas específicas para la pasteurización, coagulación, salado, maduración, ahumado y envasado, asegurando un flujo de trabajo organizado que favorezca la eficiencia y el cumplimiento de los estándares de calidad.

Desde el punto de vista económico y financiero, será necesario analizar la inversión inicial requerida, considerando la compra del terreno, la construcción de la planta y la adquisición del equipamiento necesario para la producción.

Con estos criterios, se busca desarrollar una quesería que cumpla con las exigencias del promotor y que resulte viable tanto técnica como económicamente, contribuyendo a la oferta de productos diferenciados en el sector quesero.

3 LOCALIZACIÓN

Como se ha comentado previamente, la quesería se ubicará en el Polígono Industrial El Recuenco, en Calahorra, La Rioja. Calahorra se encuentra en la zona oriental de La Rioja, a 43 km al este de Logroño, 80 km al sur de Pamplona y a 120 km al oeste de Zaragoza. Cuenta con una población de 25661 habitantes, una extensión de 91,41 km² y una altitud de 358 metros sobre el nivel del mar. Cabe recalcar que su área de influencia, considerando municipios cercanos con los que mantiene estrechas relaciones económicas y sociales, como San Adrián, Arnedo, Pradejón, Andosilla o Alfaro alcanza aproximadamente los 80000 habitantes. Su ubicación estratégica en la ribera del Ebro, en la frontera entre La Rioja y Navarra, favorece la conectividad y el desarrollo comercial de la zona.

La proximidad a áreas de producción agrícola y ganadera presenta una ventaja significativa, ya que facilita el acceso a materias primas de alta calidad para la elaboración del queso. Asimismo, el mercado local y regional ofrece un potencial de comercialización sólido, permitiendo una distribución eficiente del producto.



El polígono de El Recuenco dispone de una superficie total de 648569 m² de suelo industrial. Tras un análisis de las zonas disponibles, se ha identificado una parcela en la calle Cosme García como la más adecuada para el desarrollo del proyecto. Dicha parcela, con una superficie de 915 m², cuenta con la referencia catastral 8413502WM8881S0000XZ y se encuentra en las coordenadas 42° 16'48.24'' N, 1° 55'37.54'' O.

El polígono cuenta con acceso directo a la carretera N-232 a través de un carril de deceleración situado en el kilómetro 356 en dirección Zaragoza-Calahorra. Además, dispone de conexión con Calahorra mediante el Polígono Tejerías Norte, lo que mejora la accesibilidad y facilita la logística de distribución.

La ubicación en este polígono supone una ventaja estratégica, dado a su bajo nivel de ocupación y los incentivos promovidos por la Agencia de Desarrollo Económico de La Rioja (ADER). Entre las ayudas disponibles, destacan dos líneas de subvención. La primera está orientada a la adquisición de parcelas, permitiendo que el coste por metro cuadrado pueda llegar a ser nulo en función del tamaño de la parcela. La segunda se centra en el apoyo a la construcción de naves o pabellones industriales, mediante un sistema de primas que cubre hasta un 25 % de los costes para medianas empresas y hasta un 35 % para pequeñas empresas.

A continuación, se presenta una descripción más detallada de la localización del área de estudio. En la Figura 1 se muestra la localización concreta de la parcela a nivel nacional, autonómico y en relación con Calahorra, mientras que en la Figura 2 representa su localización con mayor precisión dentro del Polígono Industrial El Recuenco.

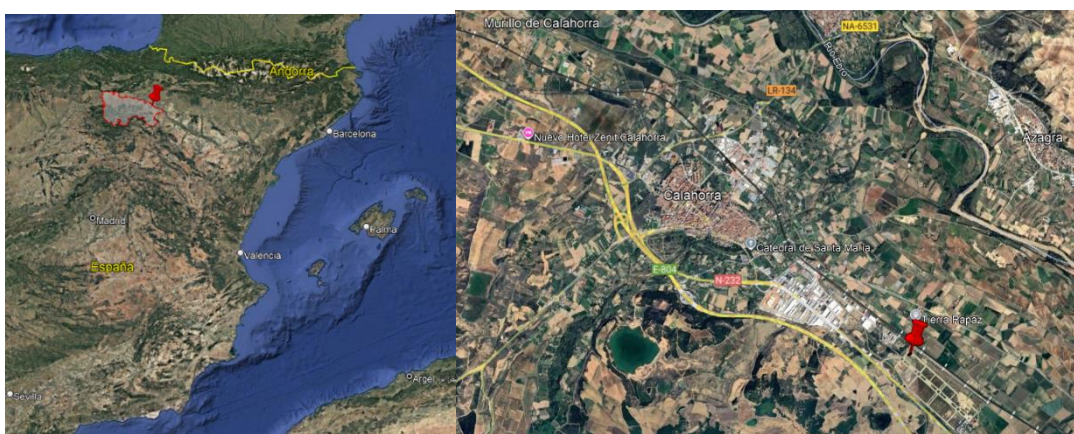


Figura 1 Ubicación de la parcela a nivel nacional y en relación con Calahorra. Fuente: Google Earth Pro.



Figura 2 Ubicación de la parcela en el Polígono. Fuente: Sede Electrónica del Catastro.

4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PARCELA

La parcela seleccionada en el Polígono Industrial El Recuenco cuenta la siguiente información suministrada por la Entidad Pública Empresarial de Suelo. Dicho polígono dispone de abastecimiento de agua, sistema de saneamiento, infraestructura de telecomunicaciones, alumbrado público, aceras y viales.

Si bien la parcela en cuestión no presenta una servidumbre eléctrica registrada, el polígono cuenta con una red eléctrica general, lo que facilita la conexión y el suministro energético en caso de ser necesario. No obstante, será preciso gestionar la conexión con la compañía suministradora para garantizar el suministro eléctrico adecuado a las necesidades de la actividad productiva.

En la Figura 3, se muestra el estado actual de las parcelas disponibles para la venta dentro del polígono, señaladas en color azul. La parcela seleccionada se encuentra disponible para la venta, como se indica dentro del contorno rojo en la imagen. La elección de esta ubicación responde a la disponibilidad de suelo industrial con servicios adecuados y a la posibilidad de acceder a incentivos para la adquisición y construcción dentro del área.

En la Figura 4, se muestra el estado actual de la parcela seleccionada dentro del Polígono Industrial El Recuenco. Actualmente, el terreno presenta una cubierta vegetal que deberá ser retirada como parte de los trabajos previos a la construcción. Será necesario realizar labores de desbroce y limpieza para eliminar la vegetación existente y acondicionar la superficie, garantizando así una base adecuada para la ejecución de la infraestructura.

Asimismo, se observa la existencia de accesos viales y una delimitación clara del perímetro, lo que facilitará la planificación del proyecto y la integración de la parcela dentro del polígono industrial.



Figura 3 Disponibilidad de compra de las parcelas. Fuente: (Entidad Estatal de Suelo, 2024)



Figura 4 Situación actual de la parcela. Fuente: Google Earth Pro.

5 ACCESO A MATERIAS PRIMAS

El principal insumo para la producción será la leche. En las proximidades de la parcela se encuentran diversas explotaciones ganaderas, según los datos proporcionados por

IDERioja. La explotación de ganado bovino destinada exclusivamente a la producción de leche más cercana se ubica a aproximadamente 5 km de la parcela seleccionada, siendo la explotación identificada como ES260360000012. Esta proximidad representa una ventaja significativa, ya que facilita el abastecimiento de materia prima y reduce los costos y tiempos de transporte. En la Figura 5, se muestra la distancia entre esta explotación ganadera (en amarillo) y la parcela seleccionada (en rojo).

Asimismo, el acceso a los pimientos picantes que se incorporarán al queso se encuentra a menos de 5 km de distancia. En particular, se emplearán guindillas pequeñas vascas, un producto cultivado en Calahorra, lo que garantiza un suministro cercano y de calidad.

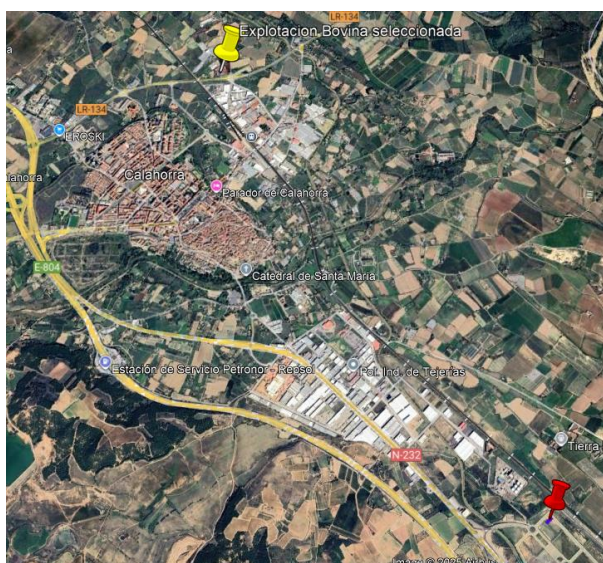


Figura 5 Localización explotación ganadera. Fuente: (IDERioja, 2025).

6 SUELO: GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA

El análisis del terreno, basado en la información proporcionada por el Gobierno de La Rioja y mostrada en la Figura 6, el terreno donde se ubicará la instalación está compuesto por depósitos aluviales del Cuaternario, caracterizados por su juventud, escasa consolidación y variabilidad en sus propiedades mecánicas. Estos suelos son el resultado de procesos de sedimentación fluvial, lo que implica una composición heterogénea con diferentes grados de compactación y cohesión.

Desde el punto de vista litológico, el suelo presenta una mezcla de gravas con matriz areno-arcillosa, arenas, limos y arcillas, lo que puede influir en la capacidad portante y en

la estabilidad estructural de la futura edificación. En función de la proporción de estos materiales, pueden darse distintos escenarios. En el caso de que predominen las gravas y arenas compactas, el terreno ofrecería una buena capacidad portante, permitiendo cimentaciones directas más sencillas y económicas. Si, por el contrario, existe una elevada presencia de limos y arcillas, podrían surgir problemas como asentamientos diferenciales, expansividad del suelo o pérdida de resistencia en condiciones de humedad, lo que podría requerir cimentaciones profundas o técnicas de mejora del suelo.

Dada la variabilidad inherente a los depósitos aluviales, resulta imprescindible la realización de un estudio geotécnico que determine con precisión las características del terreno y la cimentación más adecuada. Dependiendo de los resultados obtenidos, podrían ser necesarias medidas adicionales como sistemas de drenaje, refuerzos del suelo o cimentaciones especiales, garantizando así la estabilidad estructural de la instalación y la seguridad a largo plazo.



Figura 6 Geología y Litología de la parcela. Fuente: (IDErioja, 2025).

7 CLIMATOLOGÍA

El estudio de la climatología de la zona es un factor clave en el diseño y construcción de la quesería, ya que influye en diversos aspectos como el control térmico de las instalaciones, la eficiencia energética y las condiciones óptimas para la maduración del queso. Factores como la temperatura media, la humedad relativa, la precipitación y la



dirección predominante del viento deben ser analizados para garantizar un ambiente adecuado tanto en el proceso productivo como en la conservación del producto final.

Calahorra, ubicada en La Rioja, presenta un clima mediterráneo continentalizado, caracterizado por inviernos fríos, veranos calurosos y precipitaciones moderadas, concentradas principalmente en primavera y otoño.

7.1 Temperatura y humedad relativa

En la Figura 7 se presentan los valores de temperatura media, temperatura máxima absoluta y humedad relativa (HR) registrados mes a mes en el periodo comprendido entre 2014 y 2024. La temperatura media anual se sitúa en 14,5 °C, mientras que el mes más cálido es julio, con una media de 23,5 °C. En cuanto a las temperaturas extremas, la temperatura máxima absoluta promedio de cada mes revela que la condición más desfavorable se da en julio, alcanzando los 38,5 °C. Este dato resulta clave para el cálculo y diseño de los sistemas de climatización, ventilación y aislamiento térmico, así como para estimar el consumo energético de la quesería en las épocas de mayor demanda de refrigeración.

La evolución de la HR muestra una clara variación estacional. Durante los meses de verano, los valores de HR se encuentran entre el 55 % y el 60 %, mientras que en invierno superan el 80 %. La media anual de humedad relativa es del 68,38 %. Este comportamiento influye directamente en el proceso de maduración del queso, ya que niveles de humedad más bajos en verano pueden acelerar la deshidratación del producto, mientras que valores elevados en invierno pueden favorecer el desarrollo de microorganismos no deseados si no se controla adecuadamente la ventilación y el nivel de humedad dentro de las instalaciones.

Por otro lado, la tendencia de la temperatura media (línea azul en Figura 7) sigue un patrón estacional, con valores más bajos en invierno y un ascenso progresivo hasta alcanzar su máximo en julio. La temperatura máxima absoluta (línea naranja) muestra un comportamiento similar, con picos en los meses estivales, lo que implica que la instalación debe estar preparada para soportar condiciones térmicas extremas. Estas variaciones térmicas y de humedad relativa condicionan el diseño estructural y energético de la quesería, haciendo necesario el uso de materiales aislantes adecuados, un sistema de climatización eficiente y mecanismos de control de humedad que garanticen un ambiente estable para la producción y conservación del queso.

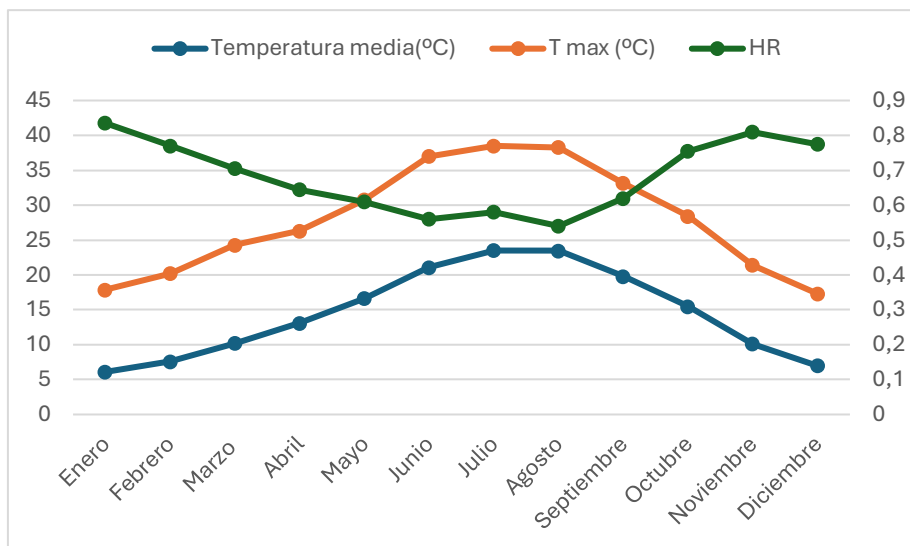


Figura 7 HR, Tmax y Tmedia. Fuente: (IDerioja, 2025).

7.2 Viento

Calahorra está situada en el valle del Ebro, afectada principalmente por el Cierzo. Donde el polígono está situado en un terreno llano con apenas construcciones próximas y sin colinas o bosques que sirvan de protección.

En la Tabla 1 se presentan los datos registrados en la estación meteorológica de Calahorra durante el año 2024, donde se muestran las velocidades medias y máximas del viento, así como sus respectivas direcciones predominantes. El análisis de los datos revela que los vientos dominantes en la zona presentan direcciones variables a lo largo del año, aunque con una tendencia marcada hacia los cuadrantes norte-noroeste (NNW) y este-noreste (ENE). La velocidad media del viento oscila entre 1,6 y 2,8 m/s, con los valores más altos en los meses de invierno, especialmente en febrero (2,8 m/s).

En cuanto a las rachas máximas, se observan picos significativos, alcanzando su punto más alto en febrero con 19,6 m/s, seguido de julio con 19,3 m/s y abril con 19 m/s. Estas velocidades máximas indican la presencia de episodios de viento intenso, lo que puede ser un factor determinante en el diseño estructural de edificaciones dentro del polígono, así como en la planificación de medidas de mitigación frente a la acción del viento, especialmente considerando la ausencia de elementos naturales que reduzcan su impacto.

Tabla 1 Velocidad y dirección del viento. Fuente: (Gobierno de La Rioja., 2025).

Mes	Media (m/s)	Dirección (°)	Máxima (m/s)	Dirección (°)
Enero	1,6	89 (ENE)	14,7	299 (WNW)
Febrero	2,8	10 (NNE)	19,6	323 (NNW)



Mes	Media (m/s)	Dirección (°)	Máxima (m/s)	Dirección (°)
Marzo	2,3	351 (NNW)	17,4	304 (WNW)
Abril	2,7	321 (NNW)	19	307 (WNW)
Mayo	1,7	63 (ENE)	17,1	291 (WNW)
Junio	2	276 (WNW)	17,2	177 (SSE)
Julio	1,9	70 (ENE)	19,3	179 (SSE)
Agosto	2,1	84 (ENE)	12,7	205 (SSW)
Septiembre	2	320 (NNW)	13,2	265 (WSW)
Octubre	1,8	59 (ENE)	17,5	225 (SW)
Noviembre	1,8	86 (ENE)	17,7	138 (SSE)
Diciembre	2,6	59 (ENE)	18	309 (WNW)

7.3 Precipitación y nieve

Según los datos proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), la estación de Agoncillo-Logroño, situada a aproximadamente 40 km de la parcela en estudio, registró una precipitación máxima diaria de 82,6 l/m² en julio de 2017 y una precipitación mensual máxima de 199 l/m² en mayo de 2008. Durante el periodo 1981-2010, la media anual de días de nieve es de 5 días, con un máximo histórico de 8 días en diciembre de 1970.

En la Figura 8, se representan las precipitaciones acumuladas mensuales medias en el periodo comprendido entre 2014 y 2024. Se observa que los meses con mayor precipitación corresponden a mayo (47,3 l/m²) y noviembre (53 l/m²), mientras que agosto registra el mínimo con 15,45 l/m². En general, se identifica una tendencia a mayores precipitaciones en otoño y primavera, con un descenso notable durante el verano, especialmente en agosto.

Desde el punto de vista del diseño y construcción de la quesería, estos datos tienen implicaciones importantes. La variabilidad en las precipitaciones requiere un sistema de drenaje eficiente, especialmente en los meses con mayores acumulaciones de agua. La baja precipitación en verano puede generar mayor evaporación y acumulación de polvo, lo que podría afectar la calidad del ambiente en la producción. Además, aunque los días de nieve son poco frecuentes, es necesario considerar un diseño estructural de la cubierta capaz de resistir las posibles acumulaciones de nieve y garantizar la evacuación eficiente del agua.

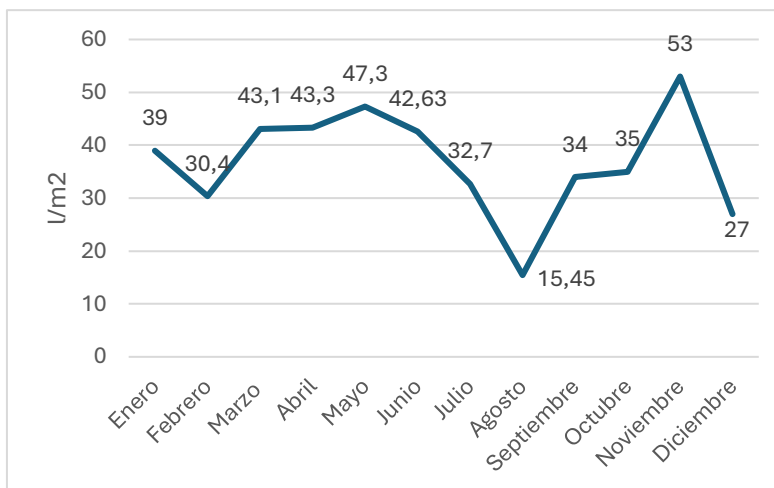


Figura 8 Precipitaciones. Fuente: (IDerioja, 2025).

8 SITUACIÓN SECTOR ECONÓMICO

8.1 Producción

El sector del queso en España muestra indicios positivos de crecimiento. En 2023 el volumen comercializado aumentó más de un 2%, mientras que para el 2024 se prevé por encima del 5% (Villegas, 2024). Durante 2023 se produjeron 534300 t de queso, distribuidas en 257600 t de leche de vaca, 75200 t de leche de oveja, 52500 t de leche de cabra y 149000 t de mezclas de diferentes especies (MAPA).

A continuación, en la Tabla 1 se presentan los principales productores e importadores de queso en España durante el año 2023. Cada una de estas empresas opera bajo múltiples marcas y ofrece una amplia variedad de quesos en el mercado. Dado el tamaño y la capacidad de estas compañías, competir directamente con ellas no es un objetivo prioritario para este proyecto. En su lugar, se prioriza el desarrollo de una identidad de marca enfocada en el ámbito regional, destacando la diferenciación del producto y su posicionamiento dentro del mercado local.

Tabla 2 Principales empresas en España. Fuente: (Villegas, 2024).

Empresa	Ubicación	Volumen (t) 2023
1ª Queserías Entrepinares	Valladolid	92000
2ª Grupo TGT	Viladecans	74048
3ª Grupo Lafuente	Heras	60700
4ª Grupo Frieslandcampina	Barcelona	42000

Empresa	Ubicación	Volumen (t) 2023
5ª Grupo Lactalis Forlase	Madrid	38206
6ª Grupo García Baquero	Alcázar de San Juan	26000

En la Figura 4 se muestra la evolución del mercado nacional de distribución organizada entre 2022-2023 y 2023-2024 de quesos de pasta prensada en España. Se observa que el queso tierno ha experimentado un crecimiento cercano al 1% en volumen, aunque su valor solo ha aumentado un 0,2%. Por otro lado, los quesos semicurados y curados/viejos han reducido su producción en un 1,2%, mientras que su valor de mercado ha descendido únicamente un 0,2% (Villegas, 2024). Esto indica que, a pesar de una ligera reducción en volumen, estos segmentos mantienen su valor, lo que sugiere un potencial de crecimiento si se refuerzan estrategias que aumenten su diferenciación y valor añadido.

En este sentido, la estabilidad en el valor de los quesos más madurados representa una oportunidad para el desarrollo de productos con atributos distintivos, como el queso Gouda ahumado con pimiento picante previsto en este proyecto. La combinación de un proceso de ahumado y la adición de ingredientes diferenciadores podría permitir su posicionamiento dentro de un segmento premium, priorizando la rentabilidad sobre el volumen de producción.



Figura 9 Distribución de la producción de quesos pasta prensada. Fuente: (Villegas, 2024).

8.2 Quesos de importación

En contraste, los quesos de importación han experimentado un notable crecimiento en el volumen total. En 2023, se importaron 361.272 toneladas de queso y en la primera mitad



de 2024 las importaciones alcanzaron aproximadamente 200.000 toneladas (Villegas, 2024), lo que proyecta un incremento significativo para el cierre del año. La principal ventaja competitiva de estos productos radica en los costes de materia prima, ya que el elevado precio de la leche en España, en comparación con otros países europeos, dificulta la competitividad de la producción nacional.

Dentro de este contexto, los quesos Gouda representan una parte importante de las importaciones. En el mercado de libre servicio, pasaron de representar el 29,5% de las importaciones en el periodo 2022/2023 al 29,93% en 2023/2024, mientras que en la distribución organizada su participación varió del 32,3% al 31,8% (Villegas, 2024) del volumen importado. Este comportamiento refleja una demanda estable y consolidada de este tipo de queso dentro del mercado español.

Ante esta situación, resulta fundamental apostar por productos diferenciados de pequeñas queserías que aporten un alto valor añadido. La producción de quesos con sabores innovadores, como un Gouda ahumado con pimienta picante, puede captar el interés de consumidores que buscan experiencias sensoriales novedosas. La combinación de técnicas tradicionales con ingredientes diferenciadores no solo permitiría atraer a un segmento de mercado especializado, sino también fortalecer la producción local en categorías premium y gourmet, reduciendo la dependencia de quesos importados y aumentando la competitividad de la industria quesera nacional.

8.3 Consumo

Según la Figura 10, en España se identifica una oportunidad significativa de crecimiento en el consumo de queso, dado que el consumo per cápita es considerablemente inferior al promedio de la Unión Europea. Mientras que en España se sitúa en 10 kg/año, la media en la UE alcanza los 21 kg/año (Villegas, 2024) (Wikipedia, 2019). Además, el consumo nacional es menor en comparación con países vecinos como Portugal y Francia. Aunque es posible que el incremento en el consumo no alcance los niveles observados en países como Francia o Grecia, existe un margen de crecimiento para un producto que goza de una buena aceptación en el mercado español.

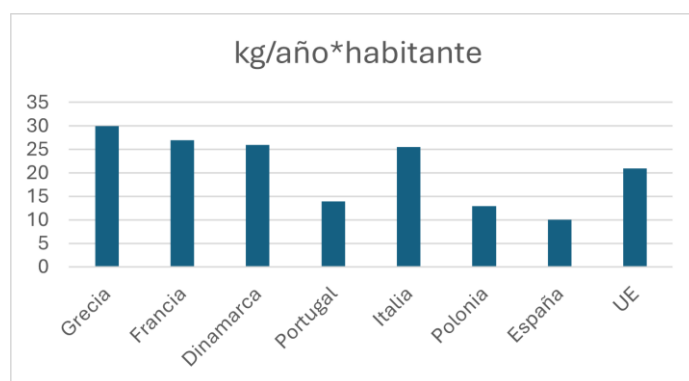


Figura 10 Consumo per cápita en Europa.

8.4 Producción de queso en La Rioja

La única Denominación de Origen Protegida (DOP) de queso en La Rioja es el queso Camerano, elaborado exclusivamente con leche de cabra. Actualmente, las principales queserías adscritas a esta DOP son Lácteos Martínez y Quesos Celia, con una producción estimada de entre 30 y 40 toneladas anuales, según datos de la página oficial de la DOP.

En cuanto a la producción de quesos no acogidos a la DOP Camerano, Lácteos Martínez se posiciona como la principal productora en la región. Además, existen queserías de menor tamaño, como Quesería La Orden, El Tubar, El Alto Cidacos o Quesos Celia, estimándose un total de entre 5 y 10 queserías en toda La Rioja.

Si bien no es sencillo determinar con precisión la producción de las queserías artesanales, la mayoría de las cuales operan a pequeña escala, se dispone de datos sobre Lácteos Martínez, cuya producción ascendió a 2.100 toneladas en 2023, según el informe de Alimarket. Esta cifra la sitúa como la cuadragésimo quinta productora de queso a nivel nacional. Aunque el propósito de este proyecto no es liderar la producción quesera en La Rioja, su desarrollo podría contribuir significativamente al crecimiento de la producción artesanal en la región, consolidando su posición en este sector.

9 LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

9.1 Leche

Según el Real Decreto 1728/2007, de 21 de diciembre, por el que se establece la normativa básica de control que deben cumplir los operadores del sector lácteo.



Siendo obligatorio en el centro lácteo las tareas estipuladas de control de calidad previos a la descarga de la leche.

La toma de muestras de todas las cisternas de transporte se realizará en la frecuencia establecida según el tamaño del centro de transformación. En todo caso, los resultados de la muestra serán enviados a la base de datos Letra Q identificándose la fecha de la toma de la muestra y el secuencial de ruta.

Ante la presencia o riesgo para el consumidor de la presencia de antibióticos en la leche, se realizarán pruebas previas a la descarga para la detección de al menos residuos de antibióticos de beta-lactámicos y tetraciclinas. En la frecuencia estipulada como el método requerido. Cumpliendo los requisitos para cada prueba y siguiendo los límites máximos de residuos del Reglamento (UE) N. °37/2010.

En caso de que la leche cruda no pueda descargarse por los motivos explicados en el Real Decreto mencionado, esta será considerado como un subproducto regulado por el Reglamento CE n.º 1069/2009.

Además, el Reglamento (CE) 853/2004 establece los siguientes criterios para leche cruda de vaca:

Colonias de gérmenes a 30° C $\leq 100000/\text{ml}$ (media geométrica móvil observada en al menos 2 meses, con al menos 2 muestras al mes).

Células somáticas a 30° C $\leq 400000/\text{ml}$ (media geométrica móvil observada en al menos 3 meses, con al menos 1 muestra al mes).

9.2 Queso

Según el Real Decreto 1113/2006, de 29 de septiembre, por el que se aprueban las normas de calidad para quesos y quesos fundidos elaborados en España que estén destinados a su comercialización, se define como queso el producto fresco o madurado, sólido o semisólido, obtenido de la leche total o parcialmente desnatada, de la nata, del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos o de todos esos productos, coagulados total o parcialmente por la acción del cuajo u otros coagulantes apropiados, antes del desuerado o después de la eliminación parcial de la parte acuosa, con o sin hidrólisis previa de la lactosa, siempre que la relación entre la caseína y las proteínas séricas sea igual o superior a la de la leche.



El queso puede ser clasificado de varias maneras. Siendo una de ellas su tiempo de maduración en días. Como se muestra a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3 Denominaciones del queso según su duración de maduración.

Denominación	Peso >1,5kg	Peso ≤1,5kg
Tierno	7	7
Semicurado	35	20
Curado	105	45
Viejo	180	100
Añejo	270	270

Según su contenido en grasa expresado en porcentaje masa/masa sobre el extracto seco total:

Extra-graso con grasa >60%.

Graso $45\% \geq$ grasa <60%.

Semigraso $25\% \geq$ grasa <45%.

Semidesnatado $10\% \geq$ grasa <25%.

Desnatado con grasa <10%.

Según la norma general para el queso de la FAO (CXS 283-1978) clasifica el queso según su contenido de humedad sin materia grasa (HSMG):

Extraduro HSMG <51%.

Duro $49\% \leq$ HSMG $\leq$ 56%.

Semiduro/firme $54\% \leq$ HSMG $\leq$ 69%.

Blando HSMG >67%.

9.3 Gouda

Según la orden de 29 de noviembre de 1975 con su última modificación en el 19 de octubre de 2001. Se aprueban las normas de calidad para los quesos Cheddar, Edam, Gouda, Emmental, Gruyere y Danablu.

-Descripción del producto

Tipo: Semiduro.



Forma y peso:

Cilíndrica. Variando la relación altura-diámetro de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$. Siendo de 2,5-30 kg.

Bloque prismático de caras rectangulares en las que la longitud del lado más largo es más del doble que la del lado más corto. Siendo de 2,5-5kg

Bloque prismático con caras cuadradas y/o rectangulares, cuando no sea del tipo anterior.

Con un peso mínimo de 10kg

-Consistencia: Dura.

-Proceso de fabricación

Coagulación por cuajo u otros enzimas coagulantes autorizados.

Cuajada tratada térmicamente con o sin adición de agua caliente.

Fermentación principalmente láctica.

Maduración a una temperatura oscilando ente 10-20°C. Siendo recomendado que tenga al menos 5 semanas de maduración.

Salado en salmuera.

-Factores esenciales de composición y calidad

Como materia prima leche de vaca pasteurizada, con un producto final con un mínimo de 48% de grasa sobre extracto seco y un máximo de 43% de humedad.

-Mini-Gouda

Aquel queso que cumple con los condicionantes de Gouda salvo en:

Peso, siendo de 0,18-1,5kg.

Humedad máxima de 45%.

Forma cilíndrica con la relación altura/diámetro de 0,5 aproximadamente.

Maduración mínima recomendada de 3 semanas.

9.4 Materiales de recubrimiento y tratamiento de superficie.

Siendo exclusivo para quesos madurados. Aceite de oliva y otros aceites vegetales comestibles, pimentón, pimienta, plantas aromáticas, vino y sidra. Ceras, parafinas,



materiales poliméricos con o sin colorantes y aceites minerales especialmente preparados y autorizados para el recubrimiento de la corteza.

Humo aplicado directamente a la corteza en el proceso de ahumado, no resultando la concentración de 3,4benzopireno superior a 0,01 mg/kg en la misma y siempre que no se utilice para enmascarar defectos.

9.5 Aditivos

Según el Reglamento (CE) 1333/2008, de 16 de diciembre sobre aditivos alimentarios. Establece la información necesaria para los aditivos permitidos y su cantidad para quesos curados.

Según la norma de calidad de Gouda el máximo de Cloruro cálcico será de 200mg/kg leche.

9.6 Etiquetado

Las denominaciones de los productos objeto del Real Decreto 1113/2006, a excepción de las variedades de queso que tengan norma específica que utilizarán la denominación establecida, será *Queso* que deberá completarse con las siguientes indicaciones:

-Según el origen de la leche. Donde los quesos que no tengan una norma individual de composición y características específicas se deberán indicar después de la palabra *Queso* la especie que corresponda a excepción de que sea de vaca. En el caso de incluir la mezcla de dos o más especies, se nombrará las especies animales en orden descendente de composición. También se podrá sustituir por la denominación *Queso de mezcla*.

-Según su maduración. Se establece la denominación de queso fresco, blanco pasteurizado y madurado. Donde la palabra madurado podrá sustituirse por las siguientes denominaciones según su duración: Tierno, semicurado, curado, viejo y añejo.

-La denominación se completará agregando la palabra *con* seguido del nombre del ingrediente o ingredientes añadidos como especias, condimentos y alimentos que tengan incidencia organoléptica apreciable, en proporción suficiente para caracterizar el producto, pero siempre sin ser superior al 30% m/m sobre el producto terminado.



-Se indicará el contenido mínimo en materia grasa por cien gramos de producto acabado correspondiente a la salida de la fábrica. Siendo no exigible cuando forme parte del etiquetado nutricional.

Esta indicación puede sustituirse por las denominaciones de acuerdo con el contenido en grasa previamente mencionadas.

-Marcado de la fecha. Según el CXS 283-1978, no será necesario indicar la fecha de duración mínima en la etiqueta salvo que sean quesos madurados con mohos o quesos blandos.

-En caso de la norma de Gouda.

Se indicará Gouda o Mini-Gouda cuando proceda, en caso de quesos importados el nombre del fabricante y país exportador y en caso de quesos de producción nacional se debe indicar el nombre y dirección de la entidad productora, número de registro en la Dirección General de Sanidad y el lugar de fabricación.

-En relación con la lisozima en el queso. El Reglamento (UE) N.º 1169/2011 artículo 9, explica la mención obligatoria de todo ingrediente o coadyuvante tecnológico listado en el anejo 2 que cause alergias o intolerancias y siga presente en el producto final aun siendo en su forma modificada. Incluyendo a la lisozima derivada del huevo.



10 BIBLIOGRAFIA

D.O.P Queso Camerano. (2024). *Queso de cabra tradicional de la sierra de Cameros*.
Obtenido de <https://quesocamerano.com/>

Entidad Estatal de Suelo. (2024). *Sepes*. Obtenido de El Recuenco Calahorra (La Rioja):
<https://www.sepes.es/es/content/promocion/26-011-26>

Gobierno de La Rioja. (Marzo de 2025). *larioja.org*. Obtenido de Red de estaciones agroclimáticas SIAR: <https://www.larioja.org/agricultura/es/informacion-agroclimatica/red-estaciones-agroclimaticas-siar/consulta-personalizada>

IDerioja. (2025). *Catálogo de datos y servicios geográficos*. Obtenido de Mapa síntesis de la litoestratigrafía y tipos de estructuras geológicas existentes en La Rioja:
<https://codsi.larioja.org/srv/spa/catalog.search#/metadata/spacargeologia>

IDerioja, G. d. (2025). *IDerioja*. Obtenido de Registro de explotaciones Ganaderas:
<https://www.iderioja.larioja.org/vct/index.php?c=31762b585742766b6d3830724f2b4641364d59586e773d3d>

MAPA. (s.f.). *ENCUESTA ANUAL DE INDUSTRIAS LÁCTEAS 2023*. Obtenido de
https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/cuadros_bh_2023_web_tcm30-689104.pdf

Villegas, G. (Julio de 2024). *AliMarket*. Obtenido de Informe 2024 sobre el sector de los Quesos en España:
<https://www.alimarket.es/alimentacion/informe/398611/informe-2024-sobre-el-sector-de-quesos-en-espana>

Wikipedia. (2019). Obtenido de Queso: <https://es.wikipedia.org/wiki/Queso>



ANEJO II: ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS



Índice

1	INTRODUCCIÓN	1
2	TRATAMIENTO TÉRMICO Y SECUENCIA DEL PROCESO	1
2.1	Termización, almacenamiento refrigerado y pasteurización.....	2
2.2	Pasteurización/Termización directa y procesamiento inmediato	2
2.3	Conclusión	3
3	TIPO DE CUBA QUESERA	3
4	TIPO DE AHUMADO	4
4.1	Tipos de ahumado.....	4
4.1.1	Ahumado en caliente.....	4
4.1.2	Ahumado en frío	5
4.2	Material combustible	5
4.2.1	Madera de elección: Roble	5
4.2.2	Forma del combustible: Polvo de madera (aserrín fino).....	6
4.2.3	Composición del humo y su efecto en el queso	6
4.2.4	Conclusión.....	6

Índice de tablas

Tabla 1	Ejemplos de los compuestos que aporta el humo	6



1 INTRODUCCIÓN

En este anejo se analizan y justifican distintas alternativas estratégicas consideradas durante la definición del proceso productivo, con el fin de argumentar la elección final de cada una en función de criterios técnicos, económicos y de calidad.

Es importante señalar que ciertos procesos, como el salado por inmersión, no se han contemplado en este anejo debido a que su ejecución responde al cumplimiento obligatorio de la normativa de calidad del queso Gouda. De igual manera, etapas como el lavado de pasta o el encerado no se abordan como alternativas, al tratarse de operaciones propias del tipo de queso que se desea elaborar.

El formato del queso y la incorporación de ingredientes específicos, como el pimienta, han sido decisiones establecidas por el promotor, respondiendo a los objetivos comerciales y de diferenciación del producto. Por su parte, parámetros como el tiempo de salado o el periodo de maduración han sido determinados y justificados en el anejo del proceso productivo.

Asimismo, se ha optado por realizar el encerado de forma manual, dado que la maquinaria necesaria para automatizar esta operación supone una inversión elevada que no se justifica en un modelo de producción con volúmenes moderados, comprometiendo la viabilidad económica del proyecto.

Este anejo, por tanto, se centra únicamente en aquellas decisiones estratégicas para las cuales existía una alternativa real viable, evaluando sus ventajas e inconvenientes y justificando su selección en el contexto del presente proyecto.

2 TRATAMIENTO TÉRMICO Y SECUENCIA DEL PROCESO

Una de las decisiones clave en la elaboración de productos lácteos es la gestión del tratamiento térmico, ya que afecta directamente a la seguridad microbiológica, propiedades sensoriales, rendimiento y vida útil del producto. En este proyecto se plantea comparar dos estrategias diferentes



2.1 Termización, almacenamiento refrigerado y pasteurización

Este esquema plantea un tratamiento térmico inicial suave (termización a 65 °C/15s) a la recepción de la leche, seguido de un almacenamiento refrigerado (4 °C). La leche se pasteuriza justo antes del procesamiento en la cuba quesera.

-Ventajas:

Mayor control microbiológico previo al almacenamiento, evitando proliferación microbiana en leche almacenada.

Mejor homogeneidad entre lotes, al estabilizar parcialmente la leche antes de su mezcla.

Reducción del riesgo de contaminación por microorganismos psicrótrofos.

Posibilidad de flexibilizar la producción, al no tener que procesar toda la leche inmediatamente.

-Inconvenientes:

Mayor consumo energético total debido a equipo de frío del tanque y tratamientos térmicos.

Mayor inversión inicial en maquinaria.

2.2 Pasteurización/Termización directa y procesamiento inmediato

En esta alternativa, se elimina el almacenamiento prolongado de leche cruda o termizada, pasteurizándola directamente tras su recepción, para ser procesada de forma inmediata en la cuba quesera.

Ventajas:

Proceso más simple y directo, reduciendo tiempos y equipos intermedios.

Ahorro energético al realizar solo un tratamiento térmico.

Reducción de pasos intermedios reduciendo el riesgo de recontaminación.

Inconvenientes:

Requiere una gestión precisa del ritmo de producción, ya que no hay posibilidad de almacenar grandes volúmenes de leche pasteurizada sin alterar su calidad.



Puede producir mayor variabilidad entre lotes, si la leche se recibe de diferentes ganaderías y no se homogeniza previamente.

En caso de fallos en el equipo de pasteurización, se compromete directamente la producción de ese día.

2.3 Conclusión

Teniendo en cuenta las condiciones del presente proyecto, se opta por la alternativa con termización previa, almacenamiento refrigerado y posterior pasteurización, debido a las siguientes razones:

Se busca una mayor seguridad microbiológica en el almacenamiento de la leche, especialmente si hay que conservarla durante el fin de semana.

Se mejora la homogeneidad entre lotes, al mezclar la leche antes del procesamiento.

Aporta mayor flexibilidad operativa, especialmente en una producción artesanal o semiautomatizada, donde el ritmo puede ser variable.

Aunque implica un mayor coste energético, esta opción aporta mayor estabilidad microbiológica, calidad sensorial constante y fiabilidad en el proceso, justificando su elección como estrategia preferente.

3 TIPO DE CUBA QUESERA

La elección de la cuba quesera influye directamente en la eficiencia del proceso y la calidad del producto final. Existen opciones que van desde cubas totalmente manuales, más económicas pero dependientes del operario, hasta cubas completamente automatizadas, de mayor complejidad operativa.

Para este proyecto se opta por una cuba quesera tipo holandés, equipada con doble camisa para calentamiento a vapor, aislamiento térmico, sistema de corte y agitación motorizado, y vaciado mediante válvula manual. Esta alternativa ofrece un buen equilibrio entre automatización y control artesanal, permitiendo estandarizar fases críticas como la coagulación o el corte de la cuajada, sin perder la intervención manual en momentos clave



del proceso. Esta elección responde a criterios de eficiencia, calidad y control del proceso, alineándose con el enfoque semitradicional del producto final.

4 TIPO DE AHUMADO

El proceso de ahumado es una etapa opcional, pero estratégica en la elaboración de quesos tipo Gouda, ya que aporta valores sensoriales diferenciadores (aroma, sabor, color) y puede contribuir a su conservación microbiológica. La elección del método de ahumado afecta directamente a la textura, vida útil y características organolépticas del producto.

Se han considerado las siguientes alternativas:

4.1 Tipos de ahumado

4.1.1 Ahumado en caliente

El ahumado en caliente implica exponer el queso al humo cerca del foco de combustión, alcanzando temperaturas superiores a 60–70 °C. Este proceso suele durar alrededor de 30 minutos.

-Ventajas:

Rápido.

Potente acción antimicrobiana.

Desarrollo de sabores intensos y color pronunciado.

-Inconvenientes:

Puede provocar fusión parcial de las grasas.

Textura más blanda o incluso cocida.

Reducción drástica de la vida útil, al no poder mantener el queso madurando posteriormente.

Incompatibilidad con quesos encerados.

-Aplicación recomendada: Solo en quesos de consumo inmediato y sin tratamientos de conservación posteriores.



4.1.2 Ahumado en frío

El ahumado en frío se realiza alejando el queso del foco de combustión, manteniendo temperaturas inferiores a los 25–30 °C. La duración puede variar desde 2 horas hasta varios días, en función de la intensidad de sabor deseada.

Ventajas:

Compatible con quesos maduros y encerados.

Preserva la estructura física del queso.

Permite posterior maduración sin problemas de textura o seguridad.

Desarrolla aromas más sutiles y complejos.

Inconvenientes:

Tiempo de tratamiento más prolongado.

Requiere mayor control de condiciones (humedad, temperatura, flujo de humo).

Menor poder antimicrobiano que el ahumado en caliente.

Aplicación recomendada: Ideal para quesos que deseen mantener su textura y permitir una maduración posterior.

4.2 Material combustible

El humo se genera mediante la combustión lenta de maderas, cuyas características afectan directamente al perfil final del producto. Existen múltiples variables: tipo de madera, forma física del combustible (astillas, polvo, serrín), humedad, y temperatura de combustión.

4.2.1 Madera de elección: Roble

-Ventajas:

Es una madera dura, por lo tanto:

Produce humo con compuestos fenólicos agradables (guayacol, siringol).

Aporta notas aromáticas equilibradas (ligeramente dulces, especiadas, tostadas).

Bajo contenido en resinas (a diferencia de las coníferas).



4.2.2 Forma del combustible: Polvo de madera (aserrín fino)

- Permite una combustión lenta y controlada.
- Genera un flujo de humo constante a baja temperatura.
- Facilita la homogeneidad del tratamiento en cámaras pequeñas.

4.2.3 Composición del humo y su efecto en el queso

El humo contiene diferentes componentes funcionales que afectan a las propiedades del queso y son de interés para el producto en cuestión como los que se muestran a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1 Ejemplos de los compuestos que aporta el humo

Tipo de compuesto	Efecto principal	Ejemplos
Fenoles	Antioxidantes, aromatizante	Guayacol, siríngol
Ácidos orgánicos	Antimicrobiano, conservante	Acético, fórmico
Aldehídos	Textura, color, aroma	Formaldehído, vainilina

4.2.4 Conclusión

En el marco de este proyecto, se opta por un ahumado en frío durante 2 horas a una temperatura controlada inferior a 25 °C, utilizando polvo de roble seco como combustible.

Esta decisión responde a los siguientes criterios:

Preservación de la textura del queso tras el encerado.

Posibilidad de continuar con la maduración controlada posterior sin interferencias.

Obtención de un aroma sutil, pero reconocible.

Mayor vida útil respecto al ahumado en caliente, y mejor integración con el sistema de producción diseñado.



ANEJO III: INGENIERÍA DEL PROCESO



Índice

1	CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO FINAL.....	1
1.1	Formatos	1
1.1	Dimensiones del formato.....	2
1.2	Etiquetado	3
2	DIAGRAMA PROCESO PRODUCTIVO	3
3	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	5
3.1	Descarga de la cisterna y tratamientos previos.	5
3.2	Termización	6
3.3	Almacenamiento en tanques	7
3.4	Pasteurización	7
3.5	Premaduración	8
3.6	Coagulación	9
3.7	Agitación y corte.....	9
3.8	Lavado de la pasta.....	10
3.9	Desuerado	11
3.10	Preprensado.....	11
3.11	Adición de pimienta	11
3.12	Cortado y moldeado	11
3.13	Prensado.....	12
3.14	Salado	14
3.15	Ecurrido.....	16
3.16	Encerado	17
3.17	Ahumado	17
3.18	Afinado	18
3.19	Etiquetado y empaquetado.....	19
3.20	Limpieza de máquinas y equipos	19
4	PROGRAMA PRODUCTIVO.....	21
4.1	Calendario actividades	25
4.2	Trabajadores requeridos para el funcionamiento de la quesería	26
5	BALANCE DE MATERIA.....	27
5.1	Diagrama flujo con balance materia.....	27



5.2	Leche	31
5.3	Lisozima. E-1105	31
5.4	Cultivo comercial	32
5.5	Cloruro cálcico. E-509	33
5.6	Cuajo	34
5.7	Pimiento.....	35
5.8	Composición salmuera	35
5.8.1	Reposición de sal	36
5.9	Polvo de roble	37
5.10	Cera	37
5.11	Tabla resumen balance materia	38
6	MAQUINARIA Y EQUIPOS	38
6.1	Filtro	38
6.2	Tanque pulmón.....	39
6.3	Tanque de almacenamiento.....	40
6.4	Intercambiador de calor de placas.....	41
6.5	Bomba centrífuga higiénica	43
6.6	Bomba centrífuga estampada (con recubrimiento)	45
6.7	Mangueras.....	46
6.8	Cuba quesera.....	46
6.9	Tanque de agua para el lavado de pasta.....	47
6.10	Tanque pulmón para lactosuero	48
6.11	Tanque pulmón para agua glicolada.....	49
6.12	Mesa de desuerado	49
6.13	Paños queseros	50
6.14	Moldes	50
6.15	Prensa neumática vertical	51
6.16	Tanque de salado	52
6.17	Carcasas de filtro de acero.....	53
6.18	Cartucho de filtro	54
6.19	Densímetro.....	54
6.20	Material para el encerado	54
6.20.1	Baño maría.....	54



6.20.2	Brocha	55
6.20.3	Soporte del queso	55
6.21	Ahumador	56
6.22	Tanque para suero	57
6.23	Material de limpieza	58
6.23.1	Fregadero	58
6.23.2	Lavamanos	58
6.23.3	Mesa para el transporte de material	58
6.23.4	Conjunto de lavado completo	59
6.23.5	Tanque para detergente	60
6.24	Tabla resumen de maquinaria y equipos	60
7	BIBLIOGRAFIA	61

Índice de tablas

Tabla 1	Dimensiones del queso.	3
Tabla 2	Evolución colonias/cm ³ de psicotrofos. (Vicente, 1993)	7
Tabla 3	Propiedades físicas de la cera.	17
Tabla 4	Duración de las actividades de la etapa 1.	22
Tabla 5	Duración de las actividades de la etapa 2.	22
Tabla 6	Duración de las actividades de la etapa 3.	23
Tabla 7	Organización semanal.	25
Tabla 8	Tabla resumen balance de materia.	38
Tabla 9	Especificaciones filtro de leche.	39
Tabla 10	Especificaciones tanque intermedio.	39
Tabla 11	Especificaciones tanque almacenamiento.	41
Tabla 12	Especificaciones intercambiador 1	42
Tabla 13	Especificaciones intercambiador 2	43
Tabla 14	Especificaciones bomba centrífuga.	44
Tabla 15	Especificaciones bomba centrífuga estampada.	45
Tabla 16	Especificaciones manguera.	46
Tabla 17	Especificaciones cuba quesera.	47
Tabla 18	Especificaciones tanque agua para el lavado de la pasta.	48
Tabla 18	Especificaciones para el tanque pulmón lactosuero.	48



Tabla 18 Especificaciones para el tanque pulmón lactosuero.	49
Tabla 21 Especificaciones mesa desuere.....	50
Tabla 22 Especificaciones prensa.	51
Tabla 23 Especificaciones tanque de salado.....	52
Tabla 24 Especificaciones carcasa filtro.	53
Tabla 25 Especificaciones baño maría.	55
Tabla 26 Especificaciones mesa encerado.....	56
Tabla 27 Especificaciones ahumador.	57
Tabla 26 Especificaciones tanque para suero.	57
Tabla 29 Especificaciones fregadero.....	58
Tabla 30 Especificaciones mesa para material.	59
Tabla 31 Especificaciones equipo de lavado completo.....	60
Tabla 32 Resumen equipos utilizados.	60

Índice de figuras

Figura 1 Diagrama del proceso.....	4
Figura 2 Evolución de la acidez durante el procesado de Gouda.....	14
Figura 3 Evolución Edam durante el salado en salmuera.	16
Figura 4 Queso de 2 meses maduración.....	23
Figura 5 Queso de 6 meses de maduración desde la semana 1 hasta la semana 28..	24
Figura 6 Lotes en salmuera.	24
Figura 7 Calendario afinado, desde semana 1 de recepción de leche a semana 31, con indicación de la acumulación de lotes en la cámara de afinado y la previsión de salida de productos.	25
Figura 8 Diagrama balance materia del proceso	30
Figura 9 Lisozima.	32
Figura 10 Cultivo Fermentos DL.....	33
Figura 11 Cuajo.	35
Figura 12 Filtro de leche.	38
Figura 13 Tanque almacenamiento inicial.....	39
Figura 14 Tanque de almacenamiento.....	40
Figura 15 Bomba centrífuga Fuente: (Bominox, 2025).....	44
Figura 16 Cuba quesera.....	46



Figura 17 Mesa desuere.....	50
Figura 18 Moldes.	50
Figura 19 Prensa neumática.....	51
Figura 20 Tanque de salado.....	52
Figura 21 Carcasa filtro.....	53
Figura 22 Densímetro.....	54
Figura 23 Baño maría.....	55
Figura 24 Mesa para encerado.....	55
Figura 25 Ahumador.....	57
Figura 27 Fregadero.....	58
Figura 28 Mesa para material.	59
Figura 29 Equipo de lavado completo..	59



1 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO FINAL

Se producirá un queso de estilo Gouda ahumado con pimienta picante. Dependiendo de su formato, el producto podrá presentar diferentes periodos de maduración. En todos los casos, los productos serán envueltos por una capa de cera negra que aporta un aspecto elegante y sofisticado.

1.1 Formatos

A continuación, se detalla la distribución de los diferentes formatos de queso Gouda que se elaborarán en la planta, junto con sus características específicas de maduración, dimensiones y propiedades fisicoquímicas. Esta planificación responde tanto a criterios tecnológicos como sensoriales, con el objetivo de obtener productos de alta calidad adaptados a distintos perfiles de consumo.

- 40% de la producción corresponderá a quesos de 1,5 kg, los cuales serán madurados 2 meses y sometidos a un proceso de ahumado. Con un diámetro aproximado de 15 cm y recibirán el nombre de “mini-Gouda”.
- 40% de la producción consistirá en quesos de 5 kg, con un periodo de maduración de 2 meses y ahumado. Su diámetro será de aproximadamente 23 cm.
- 20% de la producción estará constituida por quesos de 10 kg, los cuales serán madurados durante 6 meses y ahumados. Su diámetro será cercano a 28 cm.

Todos los formatos presentarán una forma cilíndrica, con una superficie lateral convexa, de manera que se genere una curvatura que conecte la superficie superior con la inferior. La relación entre la altura y el diámetro se establecerá en 0,5.

El tiempo de maduración del queso Gouda varía según su tamaño debido a la relación entre superficie y volumen. Los quesos de 1,5 kg y 5 kg se maduran durante 2 meses, ya que su mayor tasa de deshidratación acelera el desarrollo de sabor y textura, evitando una pérdida excesiva de humedad. En cambio, los quesos de 10 kg requieren 6 meses para lograr un equilibrio óptimo en su maduración. Su menor deshidratación permite una evolución más lenta y armoniosa de los compuestos aromáticos, resultando un perfil sensorial más complejo sin afectar a su estructura.

Asimismo, se busca alcanzar un contenido de humedad del 40 % y un contenido de grasa sobre extracto seco cercano al 50 %, sin descender por debajo del 48 %.



1.1 Dimensiones del formato

Para definir el formato del queso, se estima su densidad. Dado que la contribución del pimiento representa aproximadamente el 1% del total y su densidad no es elevada, se considera despreciable en los cálculos.

La composición estimada y las densidades de los principales componentes del queso a elaborar son las siguientes:

- 4 0% de agua: 0,998 g/cm³.
- 30% de grasa (principalmente triglicéridos): 0,91 g/cm³.
- 1% de hidratos de carbono (principalmente lactosa): 1,53 g/cm³.
- 25% de proteína.
 - Caseína (85% del total): 1,35 g/cm³.
 - Proteína del lactosuero (15 % del total): 1,3 g/cm³.
- 4% de sales minerales y otros minerales.
 - Calcio (26%): 1,55 g/cm³.
 - Fosforo (15%): 1,84 g/cm³.
 - Sodio (15%): 0,97 g/cm³.
 - Potasio (17%): 0,86 g/cm³.
 - Magnesio (8,5%): 1,738 g/cm³.
 - Hierro (3%): 7,81 g/cm³.

A partir de los datos de densidad (ρ) y composición del queso a elaborar, se procede al cálculo de la densidad, obteniéndose el siguiente resultado:

$$\rho = 1,09 \text{ g/cm}^3 = (0,26 \cdot 1,55 + 0,15 \cdot 1,84 + 0,15 \cdot 0,97 + 0,17 \cdot 0,86 + 1,738 \cdot 0,085 + 0,03 \cdot 7,81) \cdot 0,04 + 1,53 \cdot 0,01 + (0,15 \cdot 1,3 + 0,85 \cdot 1,35) \cdot 0,25 + 0,3 \cdot 0,91 + 0,4 \cdot 0,998.$$

Dado que se conoce la densidad del queso, la relación altura/diámetro y el peso deseado, se calculan los diámetros estimados utilizando la ecuación:

$$\rho = m/V$$

$$V = \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} \cdot H; H = \phi/2$$

$$\Phi = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot m}{\pi \cdot 1,09}}$$



Donde, m es la masa en gramos, V es el volumen en cm^3 , Φ es el diámetro en cm, H la altura del queso en cm y ρ la densidad en g/cm^3 .

Mostrándose las dimensiones de los diferentes quesos a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1 Dimensiones del queso.

Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)
1500	15,19	7,6
5000	22,7	11,35
10000	28,59	14,3

1.2 Etiquetado

Los productos se comercializarán bajo las siguientes denominaciones, según su formato y tiempo de maduración. El queso de 1,5 kg, con un período de maduración de 2 meses, se denominará Mini Gouda Curado Ahumado con Pimiento. El queso de 5 kg, con el mismo período de maduración, será comercializado como Gouda Semicurado Ahumado con Pimiento. Por su parte, el queso de 10 kg, con una maduración de 6 meses, recibirá el nombre de Gouda Viejo Ahumado con Pimiento.

Cada producto llevará en su etiqueta la información obligatoria establecida por la normativa vigente. Se indicará un contenido mínimo de grasa del 48% sobre extracto seco, además de la presencia de lisozima, cuya declaración es obligatoria. La lista de ingredientes, ordenada de mayor a menor cantidad, incluirá leche pasteurizada de vaca, sal, pimiento picante, fermentos lácticos y coagulante de cabrito lechal. Asimismo, se especificarán el nombre y la dirección del fabricante, el número de registro sanitario emitido por la Dirección General de Sanidad y el lugar de fabricación.

2 DIAGRAMA PROCESO PRODUCTIVO

En la Figura 1 se muestra el diagrama del proceso productivo básico, el cual describe las principales actividades involucradas en la elaboración del queso. Este proceso se divide en tres etapas:

Etapa 1: comprende las operaciones previas hasta la llegada de la leche al tanque de elaboración

Etapa 2: Incluye la formación de la cuajada y su prensado

Etapa 3: Abarca las fases finales del proceso, correspondientes a la formación definitiva del queso desde su salado hasta su empaquetado.

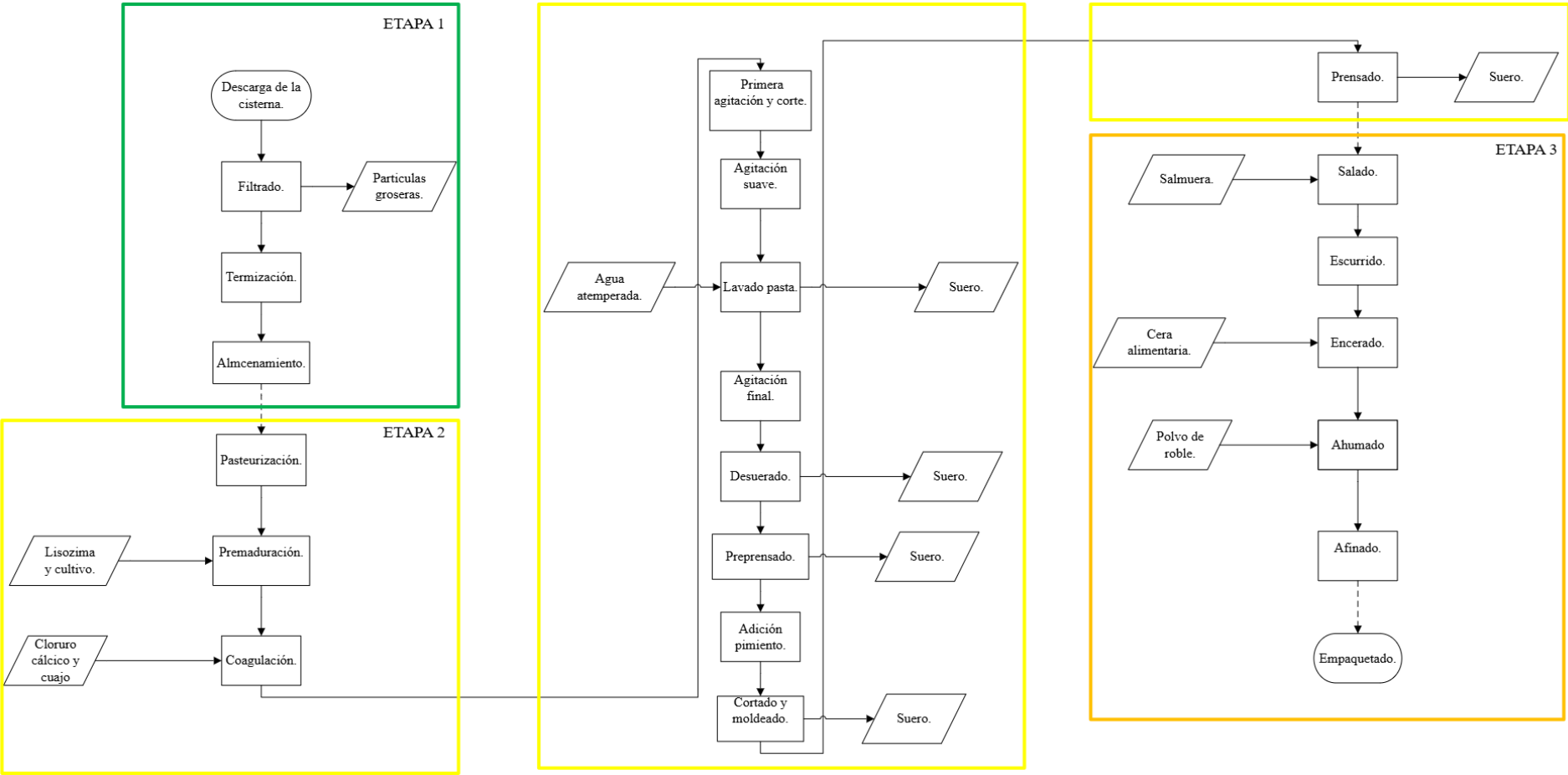


Figura 1 Diagrama del proceso.



3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

A continuación, se describen todos los procesos representados en la Figura 1, incluyendo la descripción para el lavado de máquinas y equipos requeridos para el proceso.

3.1 Descarga de la cisterna y tratamientos previos.

La leche recibida se transporta a una temperatura no superior a 4 °C, ya que temperaturas superiores pueden favorecer un incremento significativo en la concentración de microorganismos por centímetro cúbico. Al llegar a la planta, se realiza una verificación de la temperatura, así como una inspección visual y olfativa para evaluar su calidad. La leche debe presentar un color blanco o ligeramente cremoso, un olor fresco y suave, y no debe mostrar signos de coagulación, grumos o aromas anómalos, como rancio o ácido.

Para garantizar la calidad de la leche, se llevan a cabo diversas pruebas, entre ellas:

- Medición de la acidez, considerándose apta cuando se encuentra entre 13 y 18 ° Dornic.
- Determinación del contenido de grasa mediante el método Gerber.
- Determinación del contenido de proteína mediante el método Kjeldahl.
- Análisis microbiológico, asegurando que el número de coliformes no supere las 50 UFC/ml y que la concentración de bacterias aerobias mesófilas sea igual o inferior a 100.000 UFC/ml.
- Detección de antibióticos, mediante la prueba Delvotest en caso de sospecha de su presencia, con el fin de garantizar el correcto desarrollo de los cultivos lácticos durante la fermentación. Los límites permitidos en la leche son de 4 µg/kg para amoxicilina y ampicilina, y de 100 µg/kg para oxitetraciclina.

Para los parámetros mencionados, se tomará un número de muestras suficiente para obtener al menos dos válidas al mes, con excepción del análisis de células somáticas, que, en caso de estudiar su presencia, se requiere una muestra válida al mes. La validez de estas muestras deberá ser justificada por el laboratorio encargado del análisis.

Una vez realizados los controles básicos de calidad, la leche se somete a un proceso de filtrado antes de su almacenado en el primer tanque. Este filtrado se realiza mediante un filtro de leche de acero inoxidable con una abertura de 1 mm, con el objetivo de eliminar



impurezas como paja, estiércol u otras partículas gruesas que puedan estar presentes y representar un foco de contaminación microbiana. Durante este proceso, puede producirse una pérdida de hasta el 0,1% del peso de la leche.

3.2 Termización

La leche recibida no será procesada de inmediato, sino que su procesamiento comenzará al día siguiente o, en caso de fines de semana, hasta dos días después. Debido a este intervalo de almacenamiento, y con el fin de prevenir un crecimiento microbiano excesivo, se aplica un tratamiento térmico de termización. Este proceso reduce exponencialmente la carga de microorganismos indeseables, especialmente los psicrótrofos, que pueden desarrollarse a temperaturas de refrigeración y producir enzimas termorresistentes capaces de generar sabores amargos en el queso.

Como se muestra en la Tabla 2, la termización retrasa el crecimiento microbiano en la leche almacenada, evitando un aumento significativo en la concentración de microorganismos en los primeros días. No obstante, a partir del cuarto día, la proliferación bacteriana se acelera. Dado que el almacenamiento máximo previsto es de dos a tres días, este fenómeno no supone un problema dentro del proceso productivo.

Además de reducir la carga microbiana, la termización favorece la germinación de esporas bacterianas, permitiendo que, al encontrarse en su fase vegetativa, sean eliminadas con mayor eficacia durante la pasteurización. De este modo, se minimiza el riesgo de defectos en el queso, como la hinchazón tardía.

El tratamiento térmico se llevará a cabo a una temperatura de 65 °C durante 15 segundos. Este proceso se realizará mediante un intercambiador de placas, en el cual, tras la termización, la temperatura de la leche será reducida inmediatamente a 4 °C para su almacenamiento.

Para garantizar la seguridad del proceso y la calidad del producto final, se recomienda implementar controles microbiológicos posteriores a la termización, con el objetivo de verificar su efectividad. Asimismo, es fundamental asegurar una correcta limpieza y mantenimiento del intercambiador de placas, con el fin de evitar contaminación cruzada y preservar la eficiencia térmica del sistema.

Tabla 2 Evolución colonias/cm³ de psicotrofos. (Vicente, 1993)

Periodo de almacenamiento	Leche sin termizar 4°C	Leche termizada y enfriada a 5°C
1 día	320000	35
2 días	610000	30
3 días	705000	30
4 días	1090000	1000

3.3 Almacenamiento en tanque

La leche se almacena a una temperatura de 4 °C hasta su procesamiento al día siguiente o, en el caso de los lotes del viernes, durante el fin de semana. Este almacenamiento contribuye a una mayor homogeneidad entre lotes, ya que reduce las variaciones de temperatura y acidez, factores que pueden afectar tanto la consistencia del coágulo como el rendimiento quesero. Además, permite organizar el proceso de producción en un horario fijo, sin depender del momento en que la leche sea recibida.

El tanque de almacenamiento está equipado con un sistema de agitación que garantiza la distribución uniforme de la grasa en la leche. La agitación debe ser suave, evitando el aumento de temperatura y la alteración de la estructura de los glóbulos de grasa. Asimismo, cuenta con un aislamiento térmico adecuado para mantener la temperatura de 4 °C de manera constante.

Para asegurar un almacenamiento óptimo, es fundamental verificar periódicamente el correcto funcionamiento del sistema de agitación y la integridad del aislamiento térmico, evitando fluctuaciones que puedan comprometer la calidad de la leche. Además, se deberá aplicar un protocolo de limpieza y desinfección regular para prevenir la proliferación de microorganismos. Dado el tamaño reducido del tanque, la limpieza podrá realizarse de forma manual, asegurando la eliminación de residuos y evitando contaminaciones.

3.4 Pasteurización

El tratamiento térmico se lleva a cabo a una temperatura de 75 °C durante 15 segundos mediante un intercambiador de placas. No se aplica una mayor intensidad, ya que un calentamiento excesivo podría afectar la acción del cuajo, resultando en un grano blando y quebradizo. Esto se debe a la desnaturalización excesiva de las proteínas del lactosuero, que posteriormente se unirían a la micela de caseína, impidiendo que la quimosina actúe de manera óptima sobre la κ -caseína y alterando la coagulación.



A pesar de esta moderación en la intensidad del tratamiento, la pasteurización garantiza la eliminación de la microbiota patógena y sus enzimas, además de contribuir a la reducción de olores no deseados, como el olor a establo. También permite la inactivación de lipasas presentes en la leche, evitando la formación de defectos sensoriales en el producto final.

Tras el tratamiento térmico, la leche es enfriada a 32 °C mediante el mismo intercambiador de placas, optimizando así su rendimiento en las etapas posteriores del proceso.

Para garantizar la higiene y el correcto funcionamiento del intercambiador de placas, se aplica un protocolo de limpieza y desinfección regular. Este procedimiento previene la acumulación de residuos proteicos y minerales que podrían afectar la transferencia de calor y favorecer el desarrollo de microorganismos no deseados.

3.5 Premaduración

La leche es transferida a la cuba quesera y se mantiene a una temperatura de 32 °C, condición óptima para el desarrollo de los cultivos lácticos que se adicionan en esta etapa.

El proceso de premaduración tiene como objetivo reducir el pH de 6,7-6,6 a un rango de aproximado de 6,5, permitiendo así posteriormente una coagulación mixta. Este descenso del pH provoca la reducción del tamaño de las micelas debido a la liberación de agua y minerales de su interior, lo que posteriormente resulta en una sinéresis menor tras la adición del cuajo. Además, un pH menor causa una mayor adsorción de la quimosina a la paracaseína, donde unas investigaciones llevadas en NIZO (Netherlands Institute for Dairy Research) comprobaron que la actividad de la quimosina aumentó un 30% cuando el pH desciende de 6.6 a 6,4 durante el cuajado (G. van den Berg, 1993).

La duración aproximada de esta fase es de 1 hora, con controles de pH para verificar su evolución.

Para lograr este ajuste de pH, se incorporan cultivos DL de origen comercial en una proporción de 0,5 g/L de leche. Adicionalmente, se añade lisozima en una cantidad de 0,25 g por cada 100 L de leche, en sustitución de los nitritos, cuya cantidad permitida será restringida a partir de 2026 según lo establecido en el Reglamento (UE) 2023/2108 de la Comisión Europea. Reduciendo así la acumulación de componentes cancerígenos que podrían derivarse del proceso de ahumado más adelante.



En caso de detectar signos de fermentación propiónica durante la elaboración del queso, se ajustará la dosis de lisozima para prevenir defectos en el producto final.

Por último, en esta fase se añade cloruro de calcio (20 g/100 L de leche) con el objetivo de acelerar y reducir la variabilidad en la coagulación y la sinéresis. Este aditivo permite contrarrestar las pérdidas de calcio ocurridas durante el tratamiento térmico y la refrigeración. La dosis utilizada ha sido ajustada conforme a los límites establecidos en la normativa de calidad del queso Gouda y a las recomendaciones técnicas para su elaboración.

Es fundamental ajustar la cantidad de cloruro de calcio según las características del coágulo obtenido, ya que un exceso puede generar una textura dura y un sabor amargo, mientras que una dosis insuficiente puede dar lugar a coágulos frágiles y reducir la sinéresis.

3.6 Coagulación

En esta fase, el proceso continúa en la cuba quesera, donde se incorpora cuajo de origen animal en una proporción de 22-28 ml por cada 100 L de leche, con una fuerza aproximada de 150 IMCU (International Milk-Clotting Units). Esta unidad de medida indica la actividad enzimática del cuajo y su capacidad para coagular la leche en un tiempo determinado bajo condiciones específicas.

La coagulación mixta se lleva a cabo a una temperatura de 32 °C durante aproximadamente 40 minutos.

3.7 Agitación y corte

La determinación del momento óptimo para el corte de la cuajada en la cuba se realiza mediante la evaluación manual con una espátula. Se considera que la cuajada ha alcanzado la firmeza adecuada cuando ofrece resistencia al corte y la espátula queda limpia, sin residuos de finos adheridos. Esta fase es crítica, ya que un corte prematuro puede reducir significativamente el rendimiento de producción.

El proceso comienza con una agitación suave y un corte inicial de la cuajada en fragmentos de 8 a 15 mm, con el objetivo de alcanzar un tamaño final de grano de 6 a 8 mm, parámetro seguido en la elaboración del queso Gouda para garantizar la textura y humedad adecuadas. Es fundamental realizar cortes limpios y evitar la formación de partículas menores a 6 mm, ya que la presencia de granos demasiado pequeños y de corte



irregular puede incrementar la pérdida de glóbulos grasos en el suero. La duración de esta etapa es de aproximadamente 5 a 10 minutos.

Para optimizar el proceso de corte, la temperatura de la cuajada debe mantenerse estable, generalmente en torno a 32 °C, evitando fluctuaciones que puedan afectar la consistencia del grano. Además, la velocidad y el tipo de agitador deben estar ajustados para evitar la destrucción excesiva de los granos de cuajada.

A continuación, se procede con una agitación suave durante 30 minutos, también conforme a los estándares de producción del Gouda, asegurando que los granos de cuajada no se aglomeren y que se mantenga una superficie uniforme para el proceso de desuerado. Especialmente al inicio, la agitación debe realizarse con precaución para minimizar la pérdida de grasa y la formación de finos (partículas de menos de 1 mm). Si el proceso se lleva a cabo correctamente, la pérdida de grasa en el suero se estima entre 0,2 % y 0,7 %.

3.8 Lavado de la pasta.

Una vez que los granos de cuajada han liberado una cantidad suficiente de suero, se retira aproximadamente el 45 % del volumen total. Esta reducción favorece la sinéresis durante el prerensado, ya que, al disminuir el espacio disponible, los granos de cuajada se agrupan más fácilmente ejerciendo fuerza entre sí. Sin embargo, tras la retirada del primer suero, es necesario realizar una agitación controlada para evitar una fusión excesiva de los granos.

A continuación, se incorpora agua a 35 °C en un volumen equivalente al 25 % del total, distribuyéndola uniformemente en la cuba para evitar acumulaciones de calor en zonas específicas. Durante los siguientes 30 minutos, se aplica una agitación de mayor intensidad en comparación con las fases previas, evitando nuevamente una fusión excesiva de los granos de cuajada. En este proceso, se logra una difusión de la lactosa del grano de hasta un 90 %. Además, el uso de agua atemperada como medio de calentamiento permite un mejor control del pH.

Esta operación influye directamente en las características del queso final, proporcionando una textura más suave, elástica y un sabor más dulce. La reducción de la lactosa limita su conversión en ácido láctico, lo que contribuye a un perfil sensorial menos ácido. La mayor retención de humedad durante el proceso también favorece una textura más elástica, ya que el pH elevado mantiene las estructuras de caseína más intactas.



3.9 Desuerado

Finalmente, tras aproximadamente 30 minutos de agitación, se lleva a cabo la fase de desuerado, en la que se elimina alrededor del 80 % del peso total.

3.10 Prepensado

En esta etapa, se aplica una presión de 0,5-1 kg por cada kg de cuajada dentro de la cuba mediante una chapa de acero inoxidable, con el objetivo de prepararla para las operaciones posteriores. Este proceso contribuye a una mayor eliminación de suero y mejora la cohesión entre las partículas de cuajada, otorgándole una estructura más firme y uniforme. Un prepensado adecuado facilita la posterior compactación en los moldes y reduce la formación de grietas en el queso terminado.

Las pérdidas esperadas de suero en esta fase se estiman que pueden ser de un 14,5% del peso de la cuajada.

3.11 Adición de pimiento

Se incorpora pimiento deshidratado en una proporción de 15 g por kg de queso. La mezcla se realiza de forma manual antes del llenado de los moldes, garantizando una distribución homogénea del ingrediente en la masa del queso. Para evitar una absorción excesiva de humedad y posibles modificaciones en la textura del queso, es recomendable que el pimiento esté adecuadamente deshidratado y en partículas de tamaño uniforme.

3.12 Cortado y moldeado

Una vez finalizadas las operaciones en la cuba y retirada toda la cuajada, se procede a su limpieza manual al finalizar cada lote, garantizando así la higiene y evitando posibles contaminaciones en la producción siguiente.

El corte y moldeado son etapas clave para garantizar la forma deseada del queso. La cuajada se traslada manualmente a mesas de trabajo mediante cubos, donde se corta y se introduce en los moldes correspondientes según el lote de producción. Perdiéndose alrededor del 11% de peso en suero.

Durante esta fase, los quesos se voltean cada 10-30 minutos para destapar posibles obstrucciones en los orificios de drenaje y permitir un desuerado homogéneo, lo que contribuye a mejorar la estructura y uniformidad del producto final.



Para optimizar la eliminación de suero y minimizar la pérdida de finos, se emplean paños queseros, asegurando así una mayor eficiencia en el proceso.

3.13 Prensado

El prensado se lleva a cabo en tres fases, alcanzando una presión final de 35-45 kPa, dependiendo del formato del queso. Cada fase tiene una duración de 30 minutos, realizándose un volteo en cada cambio de fase. Resultando en unas pérdidas del 4%.

Para determinar la fuerza aplicada en cada etapa, se emplean los datos de la Tabla I, que relacionan el diámetro del queso con su peso, permitiendo calcular la fuerza en kilogramos-fuerza (kgf) necesaria para alcanzar la presión correspondiente. A medida que aumenta el tamaño del queso, se incrementa la fuerza aplicada (F) para mantener condiciones homogéneas en la estructura del producto.

Se considera la equivalencia $1 \text{ kgf/cm}^2 = 98\,066,5 \text{ Pa}$ para realizar los cálculos de fuerza aplicada. Considerando F en kgf, el área transversal (A) en cm^2 y el diámetro (ϕ) en cm.

→ Queso de 10 kg ($\phi = 28,56 \text{ cm}$)

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} = 640,63 \text{ cm}^2.$$

-Fase 1 = 15 kPa.

$\frac{F}{A} \cdot 98066,5 = 15000 \text{ Pa}$. La fuerza a aplicar es 97,89 kgf. A efectos de ajuste de la prensa se aproxima a 100 kgf.

-Fase 2 = 30 kPa.

$\frac{F}{A} \times 98066,5 = 30000 \text{ Pa}$. La fuerza a aplicar es 196 kgf. A efectos de ajuste de la prensa se aproxima a 200 kgf.

-Fase 3 = 45 kPa.

$\frac{F}{A} \times 98066,5 = 45000 \text{ Pa}$. La fuerza a aplicar es 294 kgf. A efectos de ajuste de la prensa se aproxima a 300 kgf.

→ Queso de 5 kg ($\phi = 22,7 \text{ cm}$)

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} = 404,7 \text{ cm}^2.$$



-Fase 1 = 10 kPa.

$\frac{F}{A} \cdot 98066,5 = 10000$ Pa. La fuerza a aplicar es 41,26 kgf. A efectos de ajuste de la prensa se aproxima a 40 kgf.

-Fase 2 = 25 kPa.

$\frac{F}{A} \cdot 98066,5 = 25000$ Pa. La fuerza a aplicar es 103,2 kgf. A efectos de ajuste de la prensa se aproxima a 100 kgf.

-Fase 3 = 40 kPa.

$\frac{F}{A} \cdot 98066,5 = 40000$ Pa. La fuerza a aplicar es 165 kgf.

→ Queso de 1,5 kg ($\phi = 15,17$ cm)

$$A = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot \frac{\phi^2}{4} = 181,22 \text{ cm}^2.$$

-Fase 1 = 5 kPa.

$\frac{F}{A} \cdot 98066,5 = 5000$ Pa. La fuerza a aplicar es 9,24 kgf. A efectos de ajuste de la prensa se aproxima a 10 kgf.

-Fase 1 = 20 kPa.

$\frac{F}{A} \cdot 98066,5 = 20000$ Pa. La fuerza a aplicar es 36,86 kgf. A efectos de ajuste de la prensa se aproxima a 40 kgf.

-Fase 3 = 35 kPa.

$\frac{F}{A} \cdot 98066,5 = 35000$ Pa. La fuerza a aplicar es 64,5 kgf. A efectos de ajuste de la prensa se aproxima a 65 kgf.

Como se muestra en la Figura 2, que representa el proceso de elaboración del queso Gouda en condiciones similares, el pH de la cuajada al finalizar esta fase es de aproximadamente 5,6. Posteriormente, se deja en reposo durante 1-1,5 horas hasta alcanzar un pH de 5,4-5,5, valor necesario para proceder con el tratamiento en salmuera. En este caso, dado que la elaboración sigue un proceso de coagulación mixta, el pH inicial es de aproximadamente 6,4-6,5, lo que implica un menor tiempo necesario para alcanzar las condiciones óptimas para el salado. El ligero descenso del pH en esta etapa se debe a

la conversión de la lactosa residual en ácido láctico, un proceso clave en el desarrollo de las características finales del queso. El control del pH es fundamental, ya que influye directamente en la retención de agua y en el equilibrio electrostático de las micelas de caseína. A medida que el pH disminuye, estas micelas reducen su grado de hidratación e inician un proceso de desmineralización, lo que incrementa los puntos de unión entre ellas. Como resultado, se favorece la contracción del gel, aumentando su permeabilidad y facilitando una mayor expulsión de lactosuero.

Además, en la Figura 2 se observa la evolución del pH después del lavado de la cuajada y su preparación en moldes, lo que refleja condiciones similares a las obtenidas en este proceso de producción.

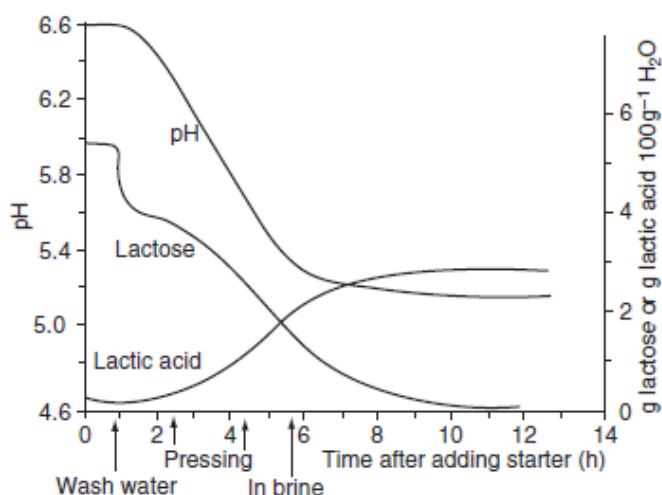


Figura 2 Evolución de la acidez durante el procesado de Gouda. Fuente: (Patrick F. Fox, 2004).

Antes de pasar al salado, se retira el queso del molde y se realiza un raspado superficial con un cuchillo/espátula para eliminar rebabas, irregularidades o restos de cuajada que sobresalen para conseguir una superficie limpia, uniforme y compacta, como preparación de una mejor estética y salazón del producto.

3.14 Salado

Se ha seleccionado el método de salmuera por inmersión, ya que es el estipulado por la normativa de calidad del queso Gouda. La duración del proceso es de aproximadamente dos días. Para optimizar el proceso y garantizar la estabilidad de la salmuera, se implementará un sistema cerrado diseñado para mantener condiciones óptimas de higiene, concentración de sal y temperatura.



El tanque de salmuera será cerrado y construido con material de grado alimenticio, con una capacidad mínima cinco veces mayor al volumen de queso tratado. La salmuera será recirculada mediante una bomba de circulación para garantizar una distribución homogénea de la sal y evitar la sedimentación. Se incorporará un sistema de filtrado para la eliminación de grasa y partículas finas, evitando la acumulación de residuos.

La salmuera se monitorizará diariamente y se realizarán ajustes en la concentración de sal para mantener la saturación en un 20 %. Siendo la cantidad diaria de sal necesaria para mantener una concentración de sal constante calculada a partir de la absorción de sal por el queso, más el aumento del volumen de la salmuera debido a la humedad liberada por el queso mediante pseudoósmosis. Evitando pérdidas excesivas de sal o la formación de una corteza endurecida en el queso. Se adicionarán 3,5 g/L de acetato de sodio y 1 g/L de CaCl_2 para equilibrar la composición iónica y prevenir defectos estructurales en el queso. La temperatura se mantendrá por debajo de 13 °C mediante un intercambiador de calor, y el pH de la salmuera se ajustará con ácido acético, igualándolo al pH del queso para evitar alteraciones en su textura. Se implementará un densímetro o conductímetro para verificar la concentración de sal y se realizarán controles microbiológicos periódicos, asegurando una concentración de sal mayor de 19,5 °Baumé para limitar el crecimiento de los patógenos más halotolerantes como la *Listeria*.

Se establecerá un régimen de volteo cada 6-12 horas, asegurando una absorción uniforme de la sal. Asimismo, se programarán ciclos de renovación de la salmuera cada año para evitar acumulaciones de contaminantes y garantizar su estabilidad a largo plazo. Este sistema cerrado permitirá una mayor eficiencia en el proceso de salado, reduciendo el desperdicio de sal y agua, optimizando la calidad del queso y minimizando el riesgo de contaminación cruzada.

Para estimar la evolución de nuestro queso en salmuera, se toma como referencia la Figura 3, que muestra la evolución de un queso Edam sometido a una salmuera de 17% NaCl. Según la gráfica, tras dos días de salado, se observa:

- Una pérdida de peso del 5%
- Un contenido de sal en el queso de aproximadamente 1,5%
- Una pérdida de humedad del 7%
- Un contenido final de humedad en el queso cercano al 48%

Dado que en este caso la salmuera utilizada tiene una concentración del 20% de NaCl, es esperable que los valores de absorción de sal y pérdida de peso sean ligeramente superiores. Se estima que, tras dos días de salado, el queso Gouda presente:

- Una pérdida de peso aproximada del 6%
- Un contenido de sal en el queso de 1,75%
- Una pérdida de humedad del 7,5%
- Un contenido de humedad final de alrededor del 47%

Estos valores son estimaciones basadas en la diferencia de concentración de sal en la salmuera y en la tendencia general observada en el queso Edam. Sin embargo, es recomendable realizar mediciones directas en el queso para confirmar la evolución real del proceso de salado.

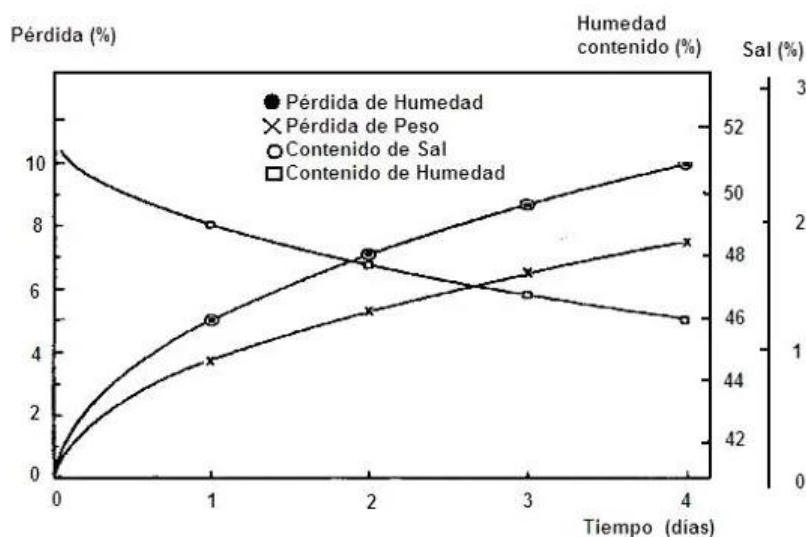


Figura 3 Evolución Edam durante el salado en salmuera.

3.15 Escurreido

Tras retirar el queso de la salmuera, es necesario dejarlo escurrir para eliminar el exceso de humedad y sal que queda en la superficie. Este paso asegura que posteriormente la cera se adhiera correctamente y que no haya agua atrapada que pueda afectar la conservación o la calidad del queso. El escurreido se realiza colocando el queso en una mesa de desuerado. Estas mesas suelen tener una ligera inclinación o canales que facilitan el drenaje del líquido, y están hechas de materiales higiénicos como acero inoxidable o plástico apto para alimentos.



El queso se deja reposar durante aproximadamente 30 minutos tras la salmuera, con el objetivo de eliminar el exceso de humedad superficial sin permitir el inicio de la formación de corteza

3.16 Encerado

Después del proceso de salado y escurrido, la aplicación de cera en el queso Gouda cumple diversas funciones. Actúa como una barrera protectora contra la contaminación por microorganismos, especialmente debido a la delgadez y vulnerabilidad de la corteza. Además, minimiza la pérdida de humedad por evaporación, previene el crecimiento de mohos en la superficie y facilita tanto el almacenamiento como la distribución al reducir el riesgo de daños físicos.

Antes de aplicar la cera, el queso debe estar completamente seco. La cera se calienta a aproximadamente 80 °C mediante baño maría y se aplica de manera uniforme con una brocha para garantizar una protección eficaz.

Según los datos presentados en la Tabla 3, la elección de 80 °C como temperatura de aplicación se basa en las propiedades de la cera Black N1. Su punto de solidificación, entre 57 y 63 °C, permite que a 80 °C la cera tenga la fluidez necesaria para una cobertura homogénea sin que se escurra en exceso. Además, su viscosidad a 100 °C (8 - 10 mPa.s) indica que a esta temperatura la aplicación con brocha será óptima, asegurando una adherencia adecuada sin formar capas demasiado gruesas o quebradizas.

La cera se aplica en dos capas. Primero, se extiende una capa delgada y se deja secar. Luego, se aplica una segunda capa para asegurar un recubrimiento homogéneo. La solidificación ocurre rápidamente, pero se recomienda dejar reposar los quesos al menos una hora antes de su manipulación.

Tabla 3 Propiedades físicas de la cera.

Propiedades físicas de la cera	
Punto solidificación	55-63 °C
Penetración a 25 °C	35-45 x 0,1 mm
Viscosidad a 100 °C	6-8 mPa.s

3.17 Ahumado

Se ha seleccionado este proceso previo al envasado con el objetivo de aportar al producto final aromas característicos y propiedades antimicrobianas derivadas del humo.



La técnica utilizada será el ahumado en frío, asegurando que la temperatura no supere los 25 °C durante un periodo aproximado de dos horas. Este control es fundamental para evitar el deterioro del queso, ya que temperaturas elevadas podrían provocar la fusión de la grasa y afectar su calidad.

El procedimiento se llevará a cabo mediante un generador de humo que emplea polvo de roble en combustión lenta. A través de un tubo flexible de 2-3 metros de longitud, el humo será dirigido hacia la sala donde los quesos estarán dispuestos en rejillas. En caso de quesos con corteza más dura de lo habitual, se podrá frotar previamente la superficie con un paño húmedo para favorecer la adhesión del humo. El tubo se conectará en la parte inferior de la sala para permitir que el humo ascienda de manera uniforme a través de las rejillas.

Para garantizar la correcta evacuación del humo generado, se instalará un sistema de extracción.

3.18 Afinado

El proceso de afinado del queso Gouda se realiza en condiciones controladas de 10-12 °C y 80% de humedad relativa, con tiempos de maduración que varían entre 2 y 6 meses. Durante este período, el queso experimenta transformaciones significativas en su estructura, composición y características organolépticas, como consecuencia de la conversión de caseína, lactosa, grasa y ácido cítrico.

Uno de los cambios más notables es la pérdida de peso, derivada de la evaporación de humedad. A lo largo de la maduración, la pérdida de peso varía en función del tiempo, con un 4-6% del peso inicial en un Gouda madurado por 2 meses y un 8-10% en un Gouda madurado por 6 meses.

Además de la pérdida de peso, se desarrollan aromas y sabores a través de procesos bioquímicos como la proteólisis y la lipólisis, que generan compuestos aromáticos. Entre estos procesos, la degradación del citrato en las primeras etapas de maduración da lugar a la formación de diacetilo, responsable de notas aromáticas en quesos jóvenes. Sin embargo, a partir del tercer mes, este compuesto se convierte en acetoína, modificando el perfil sensorial del producto.

La actividad enzimática juega un papel fundamental en la maduración. Enzimas como la quimosina residual, otras enzimas coagulantes, la plasmina y las enzimas proteolíticas del



cultivo iniciador permanecen activas, influyendo en la transformación del queso. Su actividad está condicionada por factores como la actividad de agua, la concentración de sal y lactato, el pH, la disponibilidad de oxígeno y las condiciones ambientales de la sala de maduración. La transformación de aminoácidos esenciales en alcoholes, aldehídos, ácidos y ésteres también contribuye a la complejidad aromática del queso.

El papel de los cultivos iniciadores es crucial, ya que aportan las enzimas necesarias para la degradación de proteínas y grasas. La selección de cepas con alta actividad peptidolítica resulta esencial para evitar la formación de sabores amargos. En particular, se han identificado cepas de *Lactococcus lactis* con capacidad para convertir aminoácidos en compuestos aromáticos, lo que permite ajustar el perfil sensorial del Gouda según las necesidades del productor.

El tiempo de maduración influye directamente en el perfil organoléptico final del queso. Un Gouda de 2 meses conserva un sabor láctico y fresco, mientras que un Gouda de 6 meses desarrolla notas más complejas y maduras, debido a una mayor degradación de proteínas y grasas.

En conclusión, la maduración del queso Gouda es el resultado de un equilibrio entre procesos bioquímicos y microbiológicos que determinan su textura, sabor y aroma. La combinación de la acción del cuajo, la lipólisis y la proteólisis con un control adecuado de temperatura y humedad permite obtener un producto de alta calidad. La selección de cultivos iniciadores apropiados optimiza el desarrollo del sabor, garantizando un perfil sensorial consistente y ajustado a los estándares de producción.

3.19 Etiquetado y empaquetado

Se procede a poner las etiquetas a los quesos como ponerlos en cajas de cartón en el almacén a espera de su expedición de manera manual.

3.20 Limpieza de máquinas y equipos

Para los moldes el proceso comienza con un enjuague inicial con agua tibia para eliminar los residuos de cuajada y suero. A continuación, los moldes se sumergen en un fregadero con una solución de detergente alcalino y agua caliente, permitiendo la eliminación eficaz de grasas y proteínas.



Posteriormente, se realiza un enjuague con agua limpia para eliminar los restos del detergente alcalino. Seguidamente, los moldes se someten a un tratamiento con detergente ácido, destinado a disolver depósitos minerales y asegurar una higiene óptima.

Por último, los moldes se dejan escurrir en un soporte de acero inoxidable, garantizando un secado completo antes de su siguiente uso.

Para la limpieza de las mangueras, se emplea una bomba sanitaria conectada mediante adaptadores tipo Clamp, permitiendo una recirculación efectiva de los líquidos a través de su interior. El procedimiento comienza con un pre-enjuague. Para ello, se llena un tanque pequeño con agua tibia, a una temperatura aproximada de 30 a 40 °C, y se hace circular por las mangueras durante unos cinco minutos. Este paso permite eliminar los residuos visibles de leche o suero que puedan haberse acumulado tras el uso.

A continuación, se realiza la limpieza principal con detergente alcalino. Se prepara una solución en el tanque utilizando agua caliente (idealmente entre 50 y 65 °C) y una concentración de detergente del 1 al 2 %, según las indicaciones del fabricante. Esta mezcla se recircula por las mangueras durante un período de 10 a 15 minutos, lo que permite eliminar restos de grasa, proteínas y posibles biofilms que puedan haberse adherido a las paredes internas.

Una vez finalizado este paso, se procede a un enjuague con agua limpia para eliminar cualquier resto del detergente alcalino. Se vacía el tanque, se llena nuevamente con agua, y se recircula hasta que no queden residuos visibles ni espuma.

Como paso adicional, y dependiendo del criterio del maestro quesero, se puede realizar una desinfección final. Donde se recircula durante aproximadamente cinco minutos y no requiere un enjuague posterior, siempre y cuando se utilice un desinfectante no residual y apto para uso alimentario. Por último, se deja escurrir y secar las mangueras para su uso al día siguiente.

La limpieza de las máquinas principales, así como de las superficies como paredes y suelos, comienza con un prelavado utilizando agua y detergente para remover suciedad superficial. Posteriormente, se realiza un lavado manual utilizando esponjas, cepillos o sistemas de espuma, asegurando el contacto del detergente con todas las superficies durante el tiempo recomendado. Finalmente, se enjuaga con agua limpia para eliminar cualquier resto de producto.



Entrando en más detalle con la prensa, después de cada lote, la prensa debe limpiarse manualmente para garantizar la higiene y evitar contaminaciones. Primero, se retiran los residuos visibles de cuajada y suero. Luego, se enjuaga con agua tibia y se aplica un detergente alcalino con una esponja o cepillo, asegurando la limpieza de todas las superficies. Si hay acumulación de minerales, se recomienda un lavado periódico con detergente ácido. Finalmente, la prensa se deja secar completamente antes de su próximo uso, evitando la acumulación de humedad y asegurando un proceso higiénico y seguro.

4 PROGRAMA PRODUCTIVO

La producción se organiza en lotes de quesos de 1,5 kg, 5 kg y 10 kg, distribuidos en un 40%, 40% y 20%, respectivamente. La planificación semanal se establece de la siguiente manera:

- Lunes y martes: Producción de quesos de 1,5 kg, con 80 unidades por día.
- Miércoles y jueves: Producción de quesos de 5 kg, con 24 unidades por día.
- Viernes: Producción de quesos de 10 kg, con 12 unidades por día.

El abastecimiento de leche se realiza de lunes a viernes, lo que permite equilibrar la carga de trabajo y evitar la concentración de tareas durante el fin de semana. Esta es la razón por la que la leche recibida el viernes será almacenada para procesarse el lunes. La recogida del suero generado en el proceso será diaria de lunes a viernes y la salida del producto terminado se producirá los viernes.

El proceso productivo se divide en tres etapas, según la secuencia de operaciones involucradas:

- Etapa 1: Comprende todas las actividades desde la recepción de la leche hasta su almacenamiento en el tanque.
- Etapa 2: Incluye los procesos consecutivos desde la pasteurización hasta el prensado.
- Etapa 3: Abarca las etapas finales de producción, compuestas principalmente por procesos discontinuos.

En la Tabla 5, se muestra la duración de las actividades de la etapa 1, y se describen posteriormente las actividades realizadas para el análisis de la leche.



Tabla 4 Duración de las actividades de la etapa 1.

ETAPA 1	Duración
Recepción, filtrado y llenado tanque pulmón.	15 minutos
Análisis de calidad leche	45 minutos
Termización	30 minutos
Almacenamiento	24 h (L-J) o 48 h (V)
TOTAL	1 h 30 min + 24/48 h

Las pruebas de calidad se realizan durante el almacenamiento del tanque pulmón. A continuación, se detallan las pruebas realizadas y sus respectivos tiempos:

- Medición de acidez: Se utiliza un pH-metro, con una duración estimada de 10 minutos.
- Medición de grasa: Se aplica el método Gerber, con un tiempo de ejecución de 15 minutos.
- Toma de muestras (método Kjeldahl): Este proceso se realiza en 5 minutos, y los resultados están disponibles en 3 a 5 horas.
- Pruebas de aerobios mesófilos y coliformes: Se utilizan kits Petrifilm, con toma de muestras en 5 minutos y resultados en 24 horas.
- Delvotest (cuando proceda): La toma de muestras se realiza en 10 minutos, y los resultados estarán disponibles en 3 a 4 horas.

En la Tabla 5 y Tabla 6, se indican las actividades de la etapa 2 y la etapa 3 y su duración.

Tabla 5 Duración de las actividades de la etapa 2.

ETAPA 2	Duración	Volteo queso
Pasterización	30 minutos	
Premaduración	1 hora	
Coagulación	40 minutos	
Corte y agitación	30 minutos	
Lavado pasta	40 minutos	
Desuere total	5 minutos	
Preprensado	10 minutos	
Adición pimienta	15 minutos	
Cortado y moldeado en mesas	1 hora	Cada 15-20 minutos



ETAPA 2	Duración	Volteo queso
Prensado	1,5 horas	Fin cada fase (30 minutos)
Reposo	40 minutos	
TOTAL	7 horas	

Tabla 6 Duración de las actividades de la etapa 3.

ETAPA 3	Duración	Volteo queso
Salado	48 horas	<u>Cada 12 horas</u>
Escurreido	30 minutos	
Encerado	1,5 horas	
Ahumado	4 horas lotes (L-M) y 2 horas lotes (X-V)	
Afinado	2 meses lotes (L-J) y 6 meses lote (V)	Cada dos días el primer mes y después volteo semanal
<u>Empaquetado y almacenado</u>	30 minutos	

Conociendo la duración de cada actividad se muestran una serie de figuras para conocer la duración y el dimensionamiento requerido para el proceso.

A continuación, en la Figura 4 se presenta la duración de las actividades correspondientes a un lote con un período de maduración de dos meses, para una recepción de leche en lunes. Se representa el número de semanas y las actividades desarrolladas en cada una de ellas. Este esquema es aplicable también a los lotes que ingresan los martes, miércoles y jueves, manteniendo una duración total de 63 días desde la recepción de la leche hasta el empaquetado del producto final.

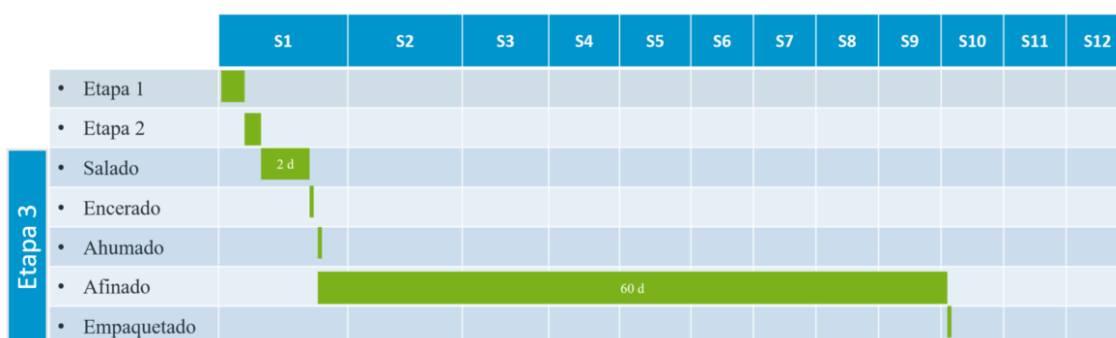


Figura 4 Queso de 2 meses maduración.

Figura 5 se detallan las actividades correspondientes a un lote sometido a un proceso de maduración de seis meses, representado en número de semanas. En este caso, el proceso

inicia siempre un viernes, con una duración total de 186 días, desde la recepción de la leche hasta el empaquetado.

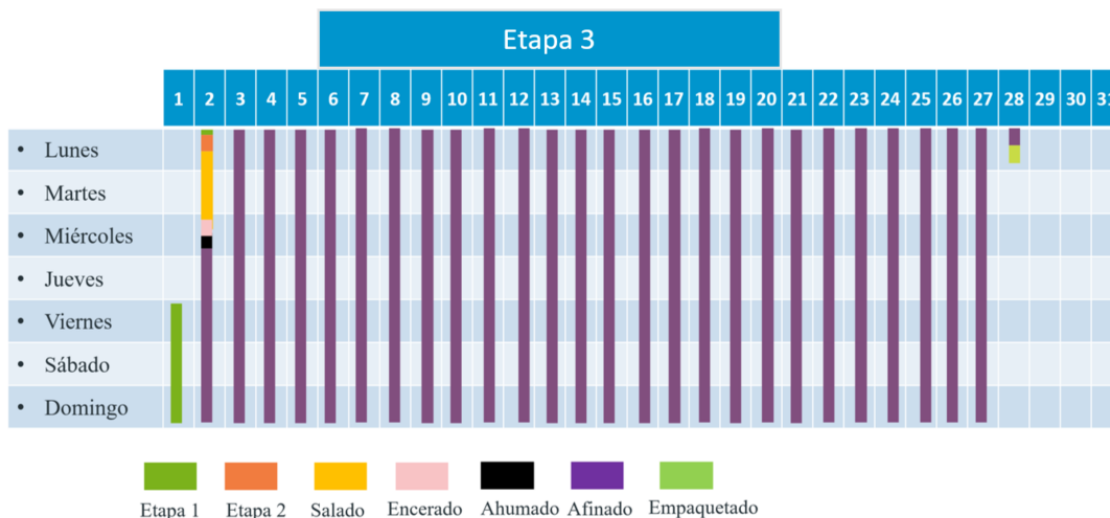


Figura 5 Queso de 6 meses de maduración desde la semana 1 hasta la semana 28.

Con el objetivo de determinar las exigencias derivadas de la coincidencia de lotes en cada fase, se presentan a continuación una serie de diagramas que permiten dimensionar y ajustar de manera más eficiente la carga de trabajo requerida. Cabe destacar que las Etapas 1 y 2 han sido diseñadas para evitar solapamientos entre lotes.

En la Figura 6, se muestra la superposición de lotes en la fase de salado en salmuera, donde se observa que, en ningún momento, habrá más de dos lotes simultáneos en los tanques de salmuera. También se puede concluir el calendario de encerado y ahumado de los diferentes lotes. Siendo los jueves y viernes destinados a lotes de 1,5 kg, sábado y domingo para lotes de 5 kg y el miércoles para lotes de 10 kg.

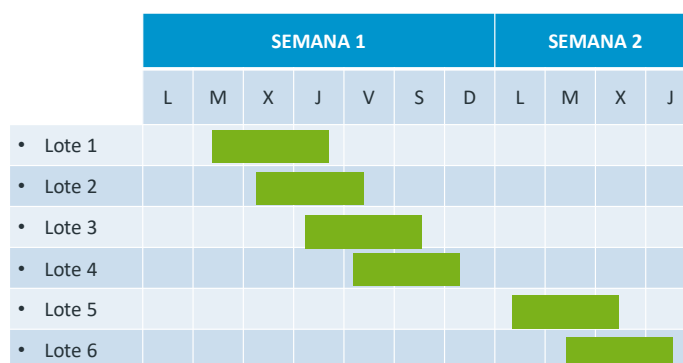


Figura 6 Lotes en salmuera.

En la Figura 7, se representa la acumulación de lotes en la cámara de maduración. Los lotes con maduración de dos meses ingresan a la cámara entre jueves y domingo, alcanzando su punto máximo en el domingo de la semana 9, con un total de 36 lotes (18



lotes de quesos de 1,5 kg y 18 lotes de quesos de 5 kg). Por otro lado, los lotes de 10 kg, sometidos a maduración de seis meses, comienzan a ingresar a la cámara los miércoles a partir de la semana 2, alcanzando un máximo de 26 lotes en la semana 27, iniciándose la retirada de lotes los lunes a partir de la semana 28.



Figura 7 Calendario afinado, desde semana 1 de recepción de leche a semana 31, con indicación de la acumulación de lotes en la cámara de afinado y la previsión de salida de productos.

4.1 Calendario actividades

Con base en la programación de las distintas actividades que deben llevarse a cabo a lo largo de la semana para cada lote, así como en la identificación de posibles coincidencias entre ellas, se ha elaborado la planificación semanal detallada en la Tabla 7. Dicha tabla representa la distribución horaria de todas las actividades que pueden realizarse en un mismo día.

Tabla 7 Organización semanal.

Día de la semana	Actividades	Horarios
Lunes	- Etapa 1	7:30-9:00
	- Etapa 2 (lote viernes)	8:00-15:00
	- Entrada a tanque de salmuera	15:00-15:30
	- Volteo queso en salmuera	8:00-8:15; 11:30-11:45
	- Volteo queso en afinado	13:30-13:45
	- Empaquetado (lotes 1,5 y 10 kg)	15:30-16:00
	- Limpieza máquinas y equipos	15:00-16:00
Martes	- Etapa 1	7:30-9:00
	- Etapa 2	8:00-15:00
	- Entrada a tanque de salmuera	15:00-15:30



Día de la semana	Actividades	Horarios
	- Volteo queso en salmuera	8:00-8:15; 11:30-11:45
	- Volteo queso en afinado	13:30-13:45
	- Movilización lote 1,5 kg afinado	17:15-17:30
	- Empaquetado (lotes 1,5 kg)	15:30-16:00
	- Limpieza máquinas y equipos	15:00-16:00
Miércoles	- Etapa 1	7:30-9:00
	- Etapa 2	8:00-15:00
	- Entrada a tanque de salmuera	15:00-15:30
	- Escurrado (lote 10 kg)	14:00-14:30
	- Encerado (lote 10 kg)	14:30-15:15
	- Ahumado (lote 10 kg)	15:15-17:15
	- Movilización lote a afinado	17:15-17:30
	- Volteo queso en salmuera	8:00-8:15; 11:30-11:45
	- Volteo queso en afinado	13:30-13:45
	- Empaquetado (lote 5 kg)	15:30-16:00
	- Limpieza máquinas y equipos	15:00-16:00
Jueves y viernes	- Etapa 1	7:30-9:00
	- Etapa 2	8:00-15:00
	- Entrada a tanque de salmuera	15:00-15:30
	- Escurrado (lote 1,5 kg)	14:00-14:30
	- Encerado (lote 1,5 kg)	14:30-16:00
	- Ahumado (lote 1,5 kg)	16:00-20:00
	- Movilización lote a afinado	20:00-20:15
	- Volteo queso en salmuera	8:00-8:15; 11:30-11:45
	- Volteo queso en afinado	13:30-13:45
	- Empaquetado (lote 5 kg) (J)	15:30-16:00
Sábado y Domingo	- Limpieza máquinas y equipos	15:00-16:00
	- Escurrado (lote 5 kg)	8:00-8:30
	- Encerado (lote 5 kg)	8:30-9:30
	- Ahumado (lote 5 kg)	9:30-11:30
	- Movilización lote a afinado	11:30-11:45
	- Volteo queso en salmuera	8:00-8:15; 11:30-11:45
	- Volteo queso en afinado	11:30-11:45
	- Limpieza máquinas y equipos	11:45-12:15

4.2 Trabajadores requeridos para el funcionamiento de la quesería

Con la información reflejada en la Tabla 7 se establece el personal necesario para satisfacer las actividades necesarias requeridas para la producción de este queso. Cabe



indicar que las actividades del fin de semana no son realizadas exclusivamente por los mismos dos trabajadores, ya que se establecen turnos.

-Maestro quesero: Su horario de trabajo es de 8:00-16:00 de lunes a viernes. Enfocado en la realización de la Etapa 2; durante los tiempos de espera de esta y en su finalización realiza el volteo de quesos, movilización de lotes a salmuera, empaquetado y la limpieza de equipos.

-Equipo de 3 trabajadores: Este equipo se encarga principalmente de la realización de la Etapa 1 y todos los procesos que pasa el queso desde que sale de la salmuera hasta que se introduce en la cámara. También ayudan en las actividades que realiza el maestro quesero. A lo largo de la semana el equipo de estos 3 trabajadores se divide de la siguiente manera.

-Lunes y martes: 7:30-14:30 para un trabajador y 8:00-16:00 para dos trabajadores.

-Miércoles: 7:30-14:30 para un trabajador y 9:00-13:00 y 13:30-17:30 por dos trabajadores.

-Jueves y viernes: 7:30-14:30 para un trabajador y 12:00-20:15 para dos trabajadores.

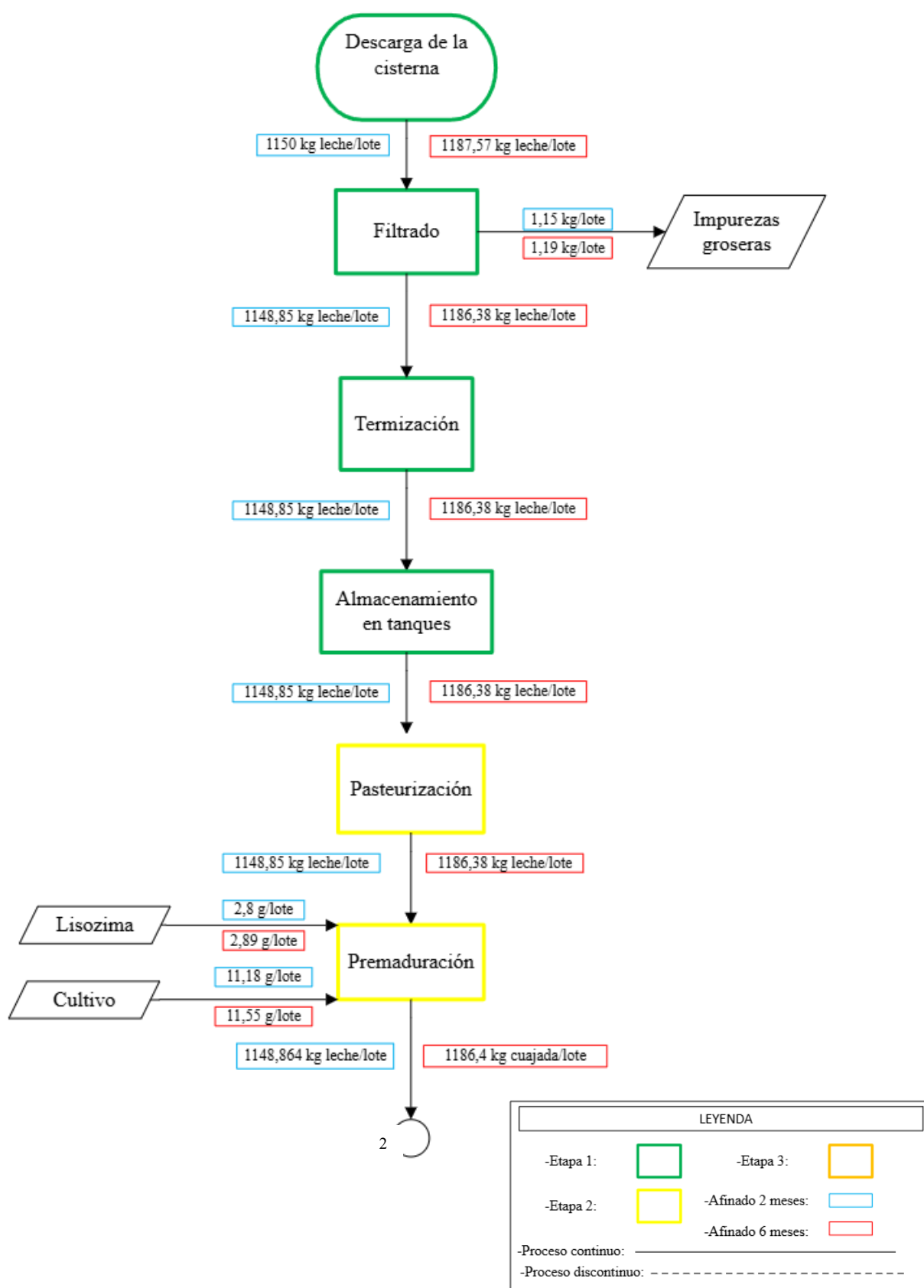
-Sábado y domingo: 8:00-12:00 para dos trabajadores cualesquiera del equipo mencionado o el maestro quesero.

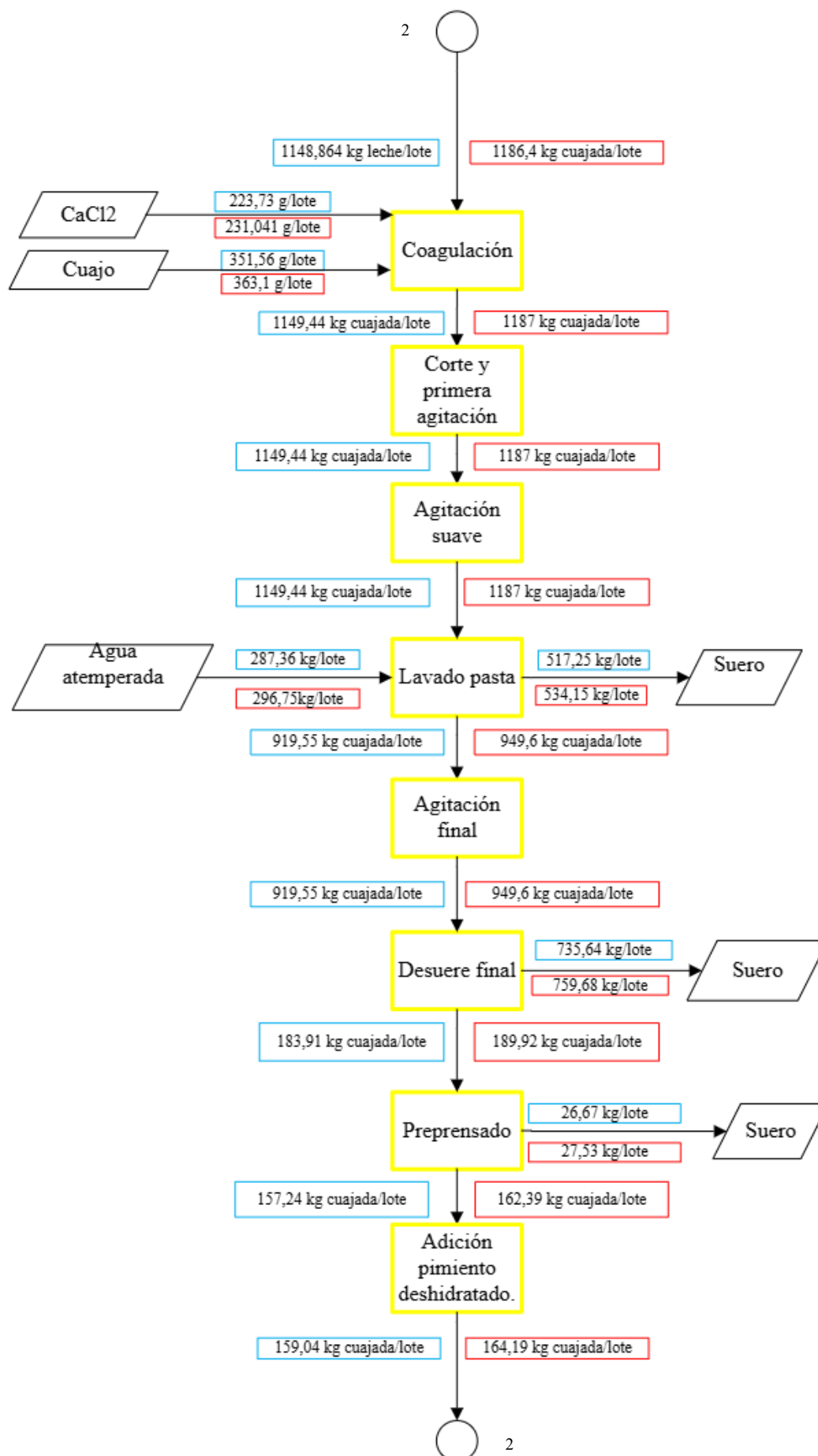
-Técnico de laboratorio: 7:45-8:30 (lunes-viernes) para realizar las pruebas de calidad de la leche.

5 BALANCE DE MATERIA

5.1 Diagrama flujo con balance materia

A continuación, se presenta el balance de materia del proceso productivo, en el cual se incluyen las cantidades de suero, mermas y los requerimientos de ingredientes y aditivos. Los porcentajes correspondientes a dichas pérdidas se detallan a partir de la página 5. En el diagrama de la Figura 8 se divide en tres etapas de la misma manera en la que se ha realizado previamente en la página 3.





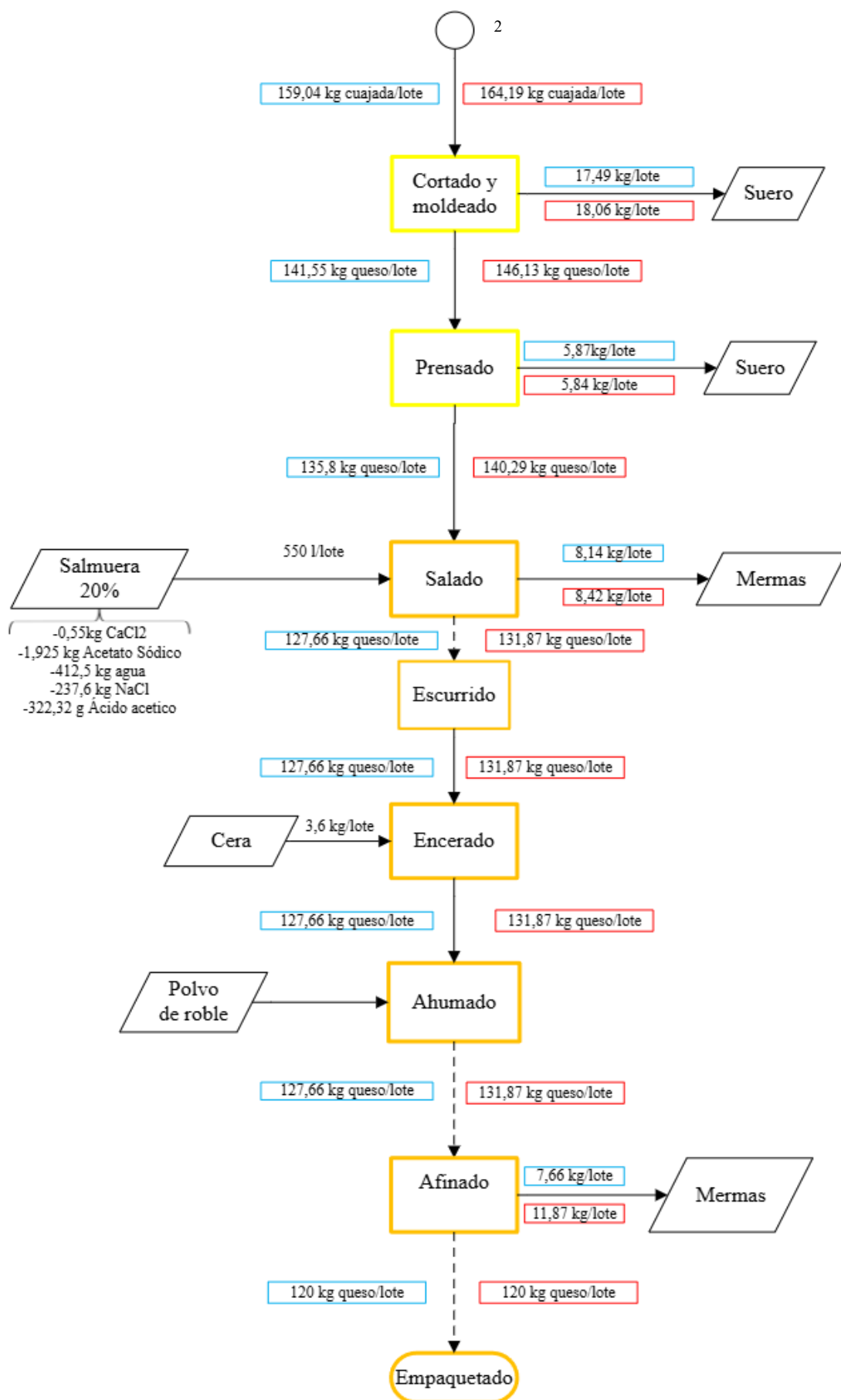


Figura 8 Diagrama balance materia del proceso



5.2 Leche

El objetivo es producir 120 kg/día de queso. Para poder estimar las necesidades de leche, se aplica la fórmula de Van Skyle con una versión adaptada a quesos de diferentes humedades. Donde se estimará las pérdidas de suero que conlleva producir queso.

$$RTO \left(\frac{kg \text{ queso}}{100 \text{ l leche}} \right) = \frac{1,09 \cdot (G \times 0,93 + (C - 0,1))}{1 - \frac{H}{100}}$$

Siendo:

G = % Grasa en la leche.

C = % Caseína en la leche.

H = % Humedad esperada en el queso.

Basado en la composición media de la leche de vaca a lo largo del año y en que la humedad buscada es del 40%:

$$RTO = \frac{1,09 \cdot (3,8 \cdot 0,93 + (2,5 - 0,1))}{1 - \frac{40}{100}} = 10,8 \left(\frac{kg \text{ queso}}{100 \text{ l leche}} \right)$$

Por tanto, serán necesarios:

$$\frac{120 \text{ kg queso/día}}{10,8 \left(\frac{kg \text{ queso}}{100 \text{ l leche}} \right)} \cdot 100 \text{ l leche} = 1.111,11 \text{ l de leche}$$

Que, en peso, con una densidad γ de 1,035 g/cm³ a 4 °C, resulta:

$$1.111,11 \text{ l de leche} \cdot 1,035 \frac{g}{cm^3} = 1.150 \text{ kg/día}$$

Debido a las mayores pérdidas que sufren los lotes que serán madurados 6 meses, será necesario recibir 1.187,57 kg/día. Resultando:

$$1150 \cdot 4 + 1187,57 = 5.787,57 \text{ kg leche semanales}$$

Siendo 300953,64 kg leche anuales equivalente a 297776,47 l leche anuales.

5.3 Lisozima. E-1105

Se añade una dosis de 0,25 g/100 l leche.

En los lotes de maduración de 2 meses el requerimiento diario será (considerando una densidad γ a 32°C de 1,027 g/cm³:

$$\frac{\frac{1148,85 \text{ kg leche/día}}{1,027 \text{ g/cm}^3} \cdot 0,25 \text{ g/100 l leche}}{100} = 2,8 \text{ g lisozima/lote}$$

En el lote de 6 meses el requerimiento diario es de:

$$\frac{\frac{1186,38,85 \text{ kg leche/día}}{1,027 \text{ g/cm}^3} \cdot 0,25 \text{ g/100 l leche}}{100} = 2,89 \text{ g lisozima/lote}$$

Semanalmente serán necesarios:

$$2,8 \cdot 4 + 2,89 = 14,09 \text{ g lisozima}$$

Anualmente serán necesarios:

$$14,09 \cdot 52 = 732,68 \text{ g lisozima}$$

Teniendo en cuenta una densidad media de la lisozima de $\gamma = 1,24 \text{ g/cm}^3$. Se necesitan 0,592 l lisozima/año. Usando los formatos de 100 y 250 ml, serán necesarios dos botes de 250 ml y uno de 100 ml por año.



Figura 9 Lisozima.

5.4 Cultivo comercial

Con las necesidades de fermentos DL para conseguir una buena acidificación y aroma, se elige el cultivo LyoPro MBDL que contiene la mezcla heterofermentativa mesófila y termófila deseada. Su capacidad es de 100 l y si es guardado a -18°C su vida útil puede llegar a ser de 20 meses. Está compuesto por *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar diacetylactis* y *Leuconostoc mesenteroides*.

Las dosis recomendadas por el proveedor son de 100 CXU (Codex Unit) = 1000 l leche. Usando prácticamente un paquete de ambos diariamente siendo aproximadamente 10 g cultivo / 1000 l leche.

Para calcular la cantidad de cultivo necesaria por lote:

En el lote de 2 meses de maduración

$$\frac{\left(\frac{1148,85}{1,027}\right) \cdot 10}{1000} = 11,18 \text{ g/lote}$$

En el lote de 6 meses de maduración

$$\frac{\left(\frac{1186,38}{1,027}\right) \cdot 10}{1000} = 11,55 \text{ g/lote.}$$

Semanalmente serán necesarios:

$$11,18 \cdot 4 + 11,55 = 56,27 \text{ g}$$

Anualmente serán necesarios:

$$56,27 \cdot 52 = 2,93 \text{ kg.}$$



Figura 10 Cultivo Fermentos DL.

5.5 Cloruro cálcico. E-509

Necesitado en 20 g/ 100 l leche. Para calcular la cantidad necesaria por lote:

En el lote de 2 meses de maduración

$$\frac{\left(\frac{1148,864}{1,027}\right) \times 20}{100} = 223,73 \text{ g/lote.}$$

En el lote de 6 meses de maduración



$$\frac{\left(\frac{1186,4}{1,027}\right) \times 20}{100} = 231,041 \text{ g/lote}$$

Semanalmente serán necesarios

$$223,73 \times 4 + 231,041 = 1,13 \text{ kg.}$$

Anualmente serán necesarios

$$1,13 \cdot 52 = 58,76 \text{ kg anuales.}$$

5.6 Cuajo

El cuajo seleccionado es un extracto líquido de cuajo de cabrito lechal. Su composición incluye quimosina ($\geq 75\%$) y pepsina ($\leq 25\%$), junto con agua, cloruro sódico ($\leq 20\%$) y benzoato sódico ($\leq 1\%$). Este cuajo posee un poder coagulante de 75 R.U. (Rennet Units). Según las especificaciones del proveedor, 1 litro de cuajo es capaz de coagular entre 3.300 y 4.000 litros de leche. Para los cálculos, se considera un valor promedio de 3.500 litros de leche por litro de cuajo.

Para calcular la cantidad necesaria por lote:

En los lotes de 2 meses de maduración

Con un procesamiento por lote de 1148,864 kg de leche y una densidad de la leche 1,027 g/cm³ a 32°C, la cantidad de cuajo requerida se calcula mediante la siguiente expresión.

$$\frac{\left(\frac{1148,864}{1,027}\right) \cdot 1}{3500} = 0,3196 \text{ l/lote.}$$

Con una densidad aproximada de 1,1 g/ml:

$$319,6 \cdot 1,1 = 351,56 \text{ g/lote.}$$

En el lote de 6 meses de maduración queda con la siguiente expresión

$$\frac{\left(\frac{1186,4}{1,027}\right) \cdot 1}{3500} = 0,33 \text{ l/lote.}$$

Con una densidad aproximada de 1,1 g/ml:

$$330 \cdot 1,1 = 363,1 \text{ g/lote.}$$

Semanalmente son necesarios

$$351,56 \cdot 4 + 363,1 = 1769,34 \text{ g}$$

Anualmente son necesarios

$$1769,34 \cdot 52 = 92 \text{ kg anuales. Equivaliendo a } 83,63 \text{ l anuales.}$$

Usando 90 botes de 1 l aproximadamente.



Figura 11 Cuajo.

5.7 Pimiento

Se requieren 15 g/kg queso. En un lote se producen 120 kg de queso, entonces son necesarios:

$$15 \cdot 120 = 1800 \text{ g/lote.}$$

Semanalmente son necesarios

$$1800 \times 5 = 9 \text{ kg.}$$

Anualmente son necesarios

$$9 \cdot 52 = 468 \text{ kg}$$

Donde se usará guindilla pequeña amarilla vasca. Siendo de color rojo después de su madurez.

5.8 Composición salmuera

El volumen de salmuera calculado será de al menos 5 veces mayor el volumen de queso que se debe salar. Sabiendo que el lote de quesos de 1,5 kg tiene un volumen de 105,49 l, el lote de 5 kg un volumen de 105,65 l y el lote de 10 kg un volumen de 100,63 l. Se calcula que el volumen de salmuera es de 550 l por cada lote para asegurar esas proporciones. La composición es la siguiente:

-1 g/l de CaCl_2 . Siendo 550 g CaCl_2

-3,5 g/l de Acetato sódico. Siendo 1925 g de Acetato sódico



-750 g/l de agua. Requiriendo 412,5 kg de agua.

-20 % de sal. $550 \cdot 0,2 = 110$ l de sal (2.16 g/cm^3) = 237,6 kg de sal

-322,32 g de ácido acético:

El pH deseado para la salmuera estará en torno a 5,4-5,5.

$$-\text{pH} = \text{pKa} + \log \left(\frac{[\text{Acetato}]}{[\text{Ácido Acético}]} \right)$$

$$\text{pH} = 5,4.$$

$$\text{pKa} (\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76.$$

$$-10^{5,4-4,76} = \frac{[\text{Acetato}]}{[\text{Ácido Acético}]} \cdot [\text{Ácido Acético}] = 23,47/4,37 = 5,37 \text{ mol.}$$

La masa molar del Acetato sódico es 82 g/mol y sabiendo que tenemos 1925 g. Tenemos 23,47 moles.

La masa molar del Ácido acético es de 60 g/mol. Entonces $5,37 \cdot 60 = 322,32$ g es la cantidad estimada requerida.

La reposición de la salmuera es realizada de manera anual, donde se hace siguiendo sus valores de sal, pH, contenido microbiológico y otros factores que puedan afectar a la calidad de esta. Además, cabe recalcar que se cuentan con dos tanques de salmuera.

5.8.1 Reposición de sal

Después de cada salado el nivel de sal en la salmuera no es la misma, siendo necesaria una reposición al terminar cada salazonado.

En los lotes de duración de 2 meses:

-Sal absorbida

$$\text{Peso total queso} \cdot 0,0175 = 138,15 \cdot 0,0175 = 2,42 \text{ kg sal.}$$

Conociendo la composición de 1,75% NaCl en queso.

-Aumento volumen salmuera

$$\begin{aligned} \text{Peso total queso} \cdot \% \text{ agua liberada por el queso} &= 138,15 \cdot 0,075 \\ &= 10,36 \text{ kg agua} = 10,36 \text{ l agua.} \end{aligned}$$

Conociendo el 7,5% agua perdida por el queso.



-Sal a añadir mantener concentración salmuera (20%)

$$10,36 \text{ l} \cdot 0,2 \text{ kg/l} = 2,072 \text{ kg}.$$

-Total de sal a añadir

$$2,42 + 2,072 = 4,492 \text{ kg NaCl/lote}.$$

En el lote de duración de 6 meses:

-Sal absorbida

$$\text{Peso total queso} \cdot 0,0175 = 144,29 \cdot 0,0175 = 2,53 \text{ kg sal}.$$

Conociendo la composición de 1,75% NaCl en queso.

-Aumento volumen salmuera

$$\begin{aligned} \text{Peso total queso} \cdot \% \text{ agua liberada por el queso} &= 144,29 \cdot 0,075 \\ &= 10,82 \text{ kg agua} = 10,82 \text{ l agua}. \end{aligned}$$

Conociendo el 7,5% agua perdida por el queso.

-Sal a añadir mantener concentración salmuera (20%)

$$10,82 \text{ l} \cdot 0,2 \text{ kg/l} = 2,164 \text{ kg}.$$

-Total de sal a añadir

$$2,53 + 2,164 = 4,694 \text{ kg NaCl/lote}.$$

5.9 Polvo de roble

Con 115 g diarios nos aseguramos el funcionamiento diario de nuestro ahumador. Pese a que en el primer año no se necesita ahumar hasta la semana 11. Las necesidades de polvo de roble a lo largo del año teniendo en cuenta su uso todas las semanas (52) y 4 días por semana es de 23,2 kg.

5.10 Cera

Se utiliza la cera Paradip Black N1 (E-153). Es de origen vegetal y son catalogados como ingredientes de comida, además de cumplir con las necesidades de protección al queso.

Se usa cera en proporción de 3% de peso por queso. Siendo $120 \cdot 0,03 = 3,6 \text{ kg/lote}$.

5.11 Tabla resumen del balance de materia

Tabla 8 Tabla resumen del balance de materia.

	Lote (L-J)	Lote (V)	Semanal	Anual
Leche	1150 kg	1187,57 kg	5787,57 kg	300,95 t
Cuajo	319,6 ml	330 ml	1,61 l	83,72 l
Lisozima	2,8 g	2,89 g	14,09 g	732,68 g
Cultivo	11,18 g	11,55 g	56,27 g	2,93 kg
CaCl ₂	223,73 g	231,041 g	1,13 kg	58,76 kg
Pimiento	1800 g	1800 g	9 kg	468 kg
Polvo de roble	115 g	115 g	460 g	23,92 kg
Cera	3,6 kg	3,6 kg	18 kg	936 kg
Agua 37-39 °C	287,36 kg	296,75 kg	1446,19 kg	75,20 t
Suero	1302,8 kg	1345,26 kg	6556,46 kg	340,93 t
Salmuera				
Reposición de sal	4,492 kg	4,692 kg	22,66 kg	1178,32 kg
	1 tanque	Anual		
CaCl ₂	0,55 kg	1,1 kg		
Acetato sódico	1,925 kg	3,85 kg		
Agua	412,5 kg	825 kg		
Sal	237,6 kg	475,2 kg		
Ácido acético	322,32 g	644,64 g		

6 MAQUINARIA Y EQUIPOS

6.1 Filtro

Se selecciona debido a su resistencia a la corrosión y su capacidad para proporcionar una filtración adecuada y eficiente de la leche, con un tamaño de perforación aproximado de 1 mm. Además, este equipo es capaz de filtrar volúmenes superiores a 1147,41 litros, lo cual satisface los requerimientos máximos del proceso.



Figura 12 Filtro de leche. Fuente: (Coquard, 2025),

Tabla 9 Especificaciones filtro de leche.

Características del filtro	
Luz filtrado	1 mm
Dimensiones ($\phi \cdot L$)	70 · 309 mm
Conexión entrada y salida	Rosca 28 SMS macho
Material	Acero inoxidable 304
Necesidades	
Volumen diario	1111-1147,41 l/día
Luz malla	1 mm
Número de filtros	1

6.2 Tanque pulmón

Después del proceso de filtrado, la leche será descargada en un tanque pulmón diseñado para productos lácteos capaz de almacenar al menos 1147,41 l de leche. Posteriormente, será bombeada a través de un intercambiador de placas para su termización. El tiempo de permanencia en el tanque no excederá una hora.



Figura 13 Tanque almacenamiento inicial. Fuente: (Gaoyou Yuhang chemical machinery factory, 2025)

Tabla 10 Especificaciones tanque intermedio.

Características del tanque	
Volumen efectivo	1500 l
Altura	1800 mm
Diámetro	1300 mm
Espesor	2 mm
Material	SS304/216L
Necesidades	
Volumen diario	1111,1-1147,41 l

6.3 Tanque de almacenamiento

El tanque de enfriamiento de leche está diseñado para ofrecer un almacenamiento eficiente y de alta calidad. Este equipo incorpora un sistema de refrigeración integrado directamente en el tanque, lo que permite un proceso de enfriamiento optimizado y un diseño compacto y funcional.

Cuenta con una capacidad operativa de 2500 litros, aunque el fabricante recomienda verter un máximo de 1250 litros por ciclo, es decir, la mitad de su volumen total. Esta capacidad resulta adecuada para nuestras necesidades, ya que supera con holgura el volumen requerido de 1147.41 litros por lote.

Para reducir las pérdidas térmicas, el tanque está provisto de un aislamiento térmico de poliuretano de 45 mm de espesor, lo que permite mantener la leche a una temperatura constante de 4 °C, contribuyendo además a un menor consumo energético del sistema.

Integra un sistema de agitación que asegura una homogeneización uniforme de las grasas y un enfriamiento parejo, evitando la formación de espuma.

En cuanto a sus conexiones, el tanque incluye una válvula de mariposa de salida de 50 mm de diámetro, también fabricada en acero inoxidable, que permite un vaciado rápido, seguro y conforme a los estándares higiénicos del sector alimentario. Asimismo, incorpora una válvula de seguridad que regula la presión interna durante las fases de llenado, enfriamiento y limpieza, previniendo situaciones de sobrepresión.



Figura 14 Tanque de almacenamiento. Fuente: (Tanque Lechero Diseñado Para Enfriar La Leche, *n.d.*).



Tabla 11 Especificaciones tanque almacenamiento.

Características del tanque	
Volumen de trabajo	2500 l
Volumen máximo leche	1250 l
Dimensiones tanque con sistema refrigeración	2,32 · 1,84 m
Altura	1,7 m
Altura con tapa levantada	2,39 m
Potencia compresor	2-5 kW
Potencia motor (agitación)	200-500 W
Material	Acero inoxidable
Espesor poliuretano	45 mm
Necesidades	
Volumen diario	1111,1-1147,41 l
Temperatura	4 °C

6.4 Intercambiador de calor de placas

Los intercambiadores de calor juegan un papel fundamental en distintas etapas del proceso de elaboración del queso:

-Termización y pasteurización de la leche:

Se emplea un intercambiador de calor de placas higiénico modelo H4-PSG. Este equipo permite un tratamiento térmico preciso y seguro. En la termización permite prevenir un crecimiento microbiano excesivo durante el almacenamiento. La pasteurización, por su parte, garantiza la eliminación de microbiota patógena y sus enzimas indeseables

-Enfriamiento del lactosuero:

Para el enfriamiento del lactosuero antes de su almacenamiento se utiliza otro intercambiador de placas H4-PSG, independiente del anterior, destinado exclusivamente a esta tarea. Esta disposición asegura la separación entre los flujos de leche y lactosuero, evitando así riesgos de contaminación cruzada.

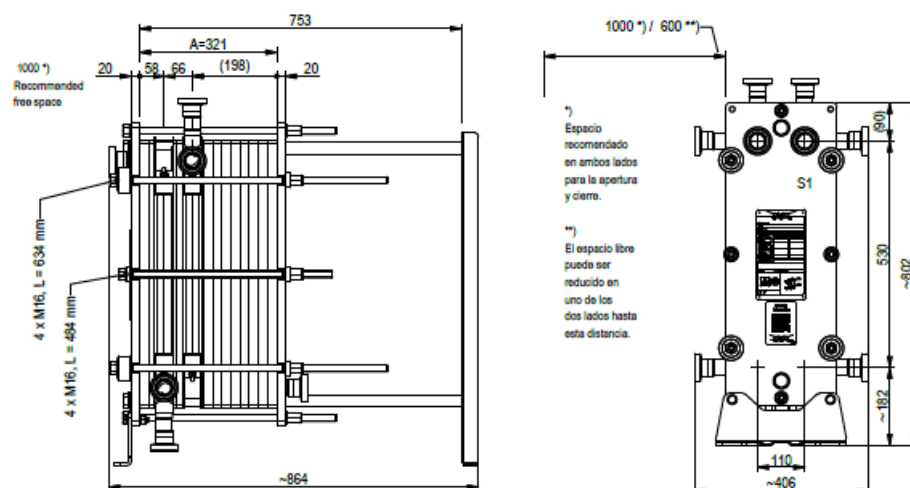


Figura 15 Intercambiador de placas utilizado en pasteurización, termización y enfriamiento del lactosuero.

(Dimensiones de la figura en mm).

Tabla 12 Especificaciones intercambiador 1

Características intercambiador	
Dimensiones (L·A·H)	864·406·860 mm
Dimensiones placa (L·H)	260·710 mm
Número máximo de placas	74
Temperatura máxima diseño	110 °C
Temperatura mínima diseño	0 °C
Necesidades	
Termización	13,21 m ² (72 placas)
Pasteurización	5,13 m ² (28 placas)
Enfriamiento lactosuero	6 m ² (33 placas)
Número intercambiadores	3

Por otro lado, para mantener la temperatura del baño de salmuera por debajo de los 13 °C, se emplea un intercambiador de calor perteneciente a la gama industrial de placas y bastidor con juntas. Este modelo compacto resulta adecuado para instalaciones de pequeño volumen y destaca por su facilidad de mantenimiento, ya que puede abrirse con facilidad para tareas de inspección y limpieza manual.



Figura 16 Intercambiador de placas utilizado en enfriamiento de salmuera.

Tabla 13 Especificaciones intercambiador 2

Características intercambiador	
Dimensiones (L·A·H)	240·140·380 mm
Dimensiones placa* (L·H)	140·380 mm
Temperatura máxima diseño	110 °C
Necesidades	
Enfriamiento salmuera	0,31 m ² (5 placas)
Número intercambiadores	1

*Dimensiones aproximadas

6.5 Bomba centrífuga higiénica

Se ha seleccionado la bomba centrífuga higiénica, fabricada en acero inoxidable AISI 316L, lo que le confiere una alta resistencia a la corrosión. Esta característica la hace especialmente adecuada para su uso en la industria láctea, así como para el manejo de fluidos como salmuera, lactosuero y otros productos afines.

Esta bomba es idónea para diversas operaciones dentro del proceso, entre ellas:

- Transporte de lactosuero desde la cuba quesera hasta el tanque pulmón, donde se almacena temporalmente para su posterior enfriamiento mediante un intercambiador.

Para bombear entre 500 y 760 kg de lactosuero en un intervalo de 10 minutos, se requiere una capacidad mínima de entre 3 200 y 4 600 l/h, la cual es plenamente cubierta por este modelo.

- Transporte de leche desde el primer tanque pulmón, incluyendo su paso por la etapa de termización, su posterior almacenamiento, y finalmente su bombeo hacia

el sistema de pasteurización antes de llegar a la cuba quesera. El caudal estimado para esta operación es de aproximadamente 2300 l/h.

-Limpieza de equipos y mangueras, suministrando tanto agua como detergentes para las operaciones de higiene, asegurando un flujo constante y adecuado durante los ciclos de limpieza.

-Transporte de agua glicolada desde su producción hasta la termización (1,02 kg/s)

Gracias a su diseño higiénico, rendimiento y versatilidad, esta bomba cumple con los requerimientos técnicos y sanitarios del proceso propuesto.



Figura 17 Bomba centrífuga Fuente: (Bominox, 2025)

Tabla 14 Especificaciones bomba centrífuga.

Características bomba	
Potencia	0,37-0,55 kW
rpm	3000
Peso	13-14 kg
Caudal	2-9 m ³ /h
Dimensiones (L·A·H)	391· 223 · 284 mm
Material	Acero inoxidable AISI 316
Conexiones	Clamp 1'' (φint = 25,4 mm y brida externa = 50,5 mm)
Necesidades	
Número de bombas	4
Transporte de lactosuero	3-4,5 m ³ /h
Transporte de leche	2,3 m ³ /h
Limpieza equipos	
Agua glicolada termización	3,7 m ³ /h

6.6 Bomba centrífuga estampada (con recubrimiento)

Para satisfacer las necesidades de transporte de fluidos que requieren un menor caudal, se ha seleccionado una bomba centrífuga estampada en acero inoxidable, con un caudal máximo de 2000 litros por hora. Esta bomba será utilizada para el transporte de salmuera, con un caudal estimado entre 350 y 400 litros por hora; el suministro de agua destinada a la cuba quesera y al intercambiador de calor utilizado en el proceso de pasteurización, con un caudal aproximado de 1000 litros por hora; y el traslado de agua glicolada desde su punto de producción hasta los intercambiadores encargados del enfriamiento de la salmuera y del lactosuero, con caudales que varían entre 270 y 1400 litros por hora. Esta elección permite cubrir de forma eficiente y segura las distintas demandas del proceso, garantizando tanto la compatibilidad con los fluidos como la resistencia a la corrosión.



Figura 18 Boma centrífuga estampada.

Tabla 15 Especificaciones bomba centrífuga estampada.

Características bomba	
Potencia	0,35 kW
rpm	1500
Peso	15 kg
Caudal	Hasta 2 m ³ /h
Dimensiones (L·A·H)	403· 205 · 248 mm
Material	Acero inoxidable
Conexiones	DIN 11851
Necesidades	
Número de bombas	3
Transporte de salmuera	0,3-0,4 m ³ /h
Transporte de agua	1 m ³ /h
Agua glicolada enfriamiento salmuera y lactosuero	0,2-1,4 m ³ /h

6.7 Mangueras

Se requieren durante el transportado de la leche durante sus operaciones, el drenaje del suero, el transporte de agua y la recirculación de la salmuera. Siendo adecuada para la industria alimentaria usada para la succión y descarga de leche u otros alimentos.

Tabla 16 Especificaciones manguera.

Características manguera	
Diámetro interno	1,5'' (38 mm)
Diámetro externo	2'' (53 mm)
Presión de trabajo	20 bar
Peso	1,5 kg/m
Longitud máxima	60 m
Goma interior	Goma blanca EPDM, insipidez avirulenta
Cubierta	Caucho sintético EPDM
Necesidades	
Drenaje suero	
Transporte de leche	
Transporte de salmuera	
Transporte de agua glicolada	

6.8 Cuba quesera

La cuba quesera seleccionada es un modelo tipo holandés. Está equipada con una doble camisa para calentamiento a vapor y aislamiento térmico. Además, dispone de palas de agitación y liras de corte motorizadas, así como una salida de cuajada con válvula de accionamiento manual ubicada en uno de los extremos longitudinales.



Figura 19 Cuba quesera. Fuente: (Tecnical, 2025)



Tabla 17 Especificaciones cuba quesera.

Características de la cuba quesera	
Volumen efectivo	1500 l
Dimensiones totales (L·A·H)	3350 · 1045 · 1800 mm
Dimensiones interiores (L·A·H)	2985 · 895 · 645 mm
Altura trabajo desde el suelo	900 mm
Altura salida cuajada	255 mm
Ø salida cuajada	NW100
Peso	750 kg
Potencia motor	1,5 kW
Material	Acero inoxidable AISI-304L
Necesidades	
Volumen diario	1111,1-1159,42 l
Drenaje de suero	
Agitación y corte automatizados	
Temperatura	32 °C

6.9 Tanque de agua para el lavado de pasta

El agua destinada al lavado de la pasta (300 litros) se almacena temporalmente, durante unas pocas horas, en un depósito de acero inoxidable situado junto al intercambiador de calor utilizado en el proceso de pasteurización. Esta disposición responde a la necesidad de garantizar que el agua que se introduce en la cuba quesera sea apta para el consumo humano y alcance una temperatura de 35 °C, lo que permite mantener la cuba a 32 °C, tal como se justifica en el anejo correspondiente a la instalación térmica.

La ubicación del depósito junto al intercambiador facilita tanto la disponibilidad inmediata del recurso como el cumplimiento de las condiciones higiénico-sanitarias necesarias para su contacto con el producto. Al tratarse de un intercambiador de placas, que trabaja simultáneamente con leche y agua, se minimiza el riesgo de contaminación cruzada por agentes físicos o químicos.

Una vez finalizada la jornada de trabajo, se aplican procedimientos de limpieza y desinfección que aseguran la correcta higiene del sistema, incluyendo tanto el intercambiador como la cuba quesera.

Por otra parte, el proceso de pasteurización requiere un volumen adicional de agua de aproximadamente 500 litros, que se suministra al inicio del proceso mediante la red

general de abastecimiento. Para atender ambas necesidades de forma eficaz, se ha seleccionado un depósito de acero inoxidable con una capacidad total de 625 litros, lo que permite cubrir los requerimientos del sistema con un margen de seguridad adecuado.



Figura 20 Tanque de agua para el lavado de pasta.

Tabla 18 Especificaciones tanque agua para el lavado de la pasta.

Características tanque para el lavado pasta	
Volumen efectivo	635 l
Dimensiones totales ($\phi \cdot H$)	700 · 1850 mm
Material	Acero inoxidable AISI-304L
Necesidades	
Volumen diario	500 l
Temperatura entrada agua	18 °C
Cantidad	1

6.10 Tanque pulmón para lactosuero

Antes de proceder al enfriamiento del lactosuero mediante un intercambiador de placas, este es almacenado de forma temporal en un tanque pulmón de acero inoxidable. Esta etapa intermedia permite vaciar rápidamente la cuba quesera al finalizar el proceso de desuerado y, al mismo tiempo, iniciar un enfriamiento progresivo del lactosuero.

El tanque tiene una capacidad adecuada para albergar 759,68 kg de lactosuero, correspondientes al volumen generado en el desuere final. El modelo seleccionado pertenece a la misma casa comercial que el mostrado en la Figura 20.

Tabla 19 Especificaciones para el tanque pulmón lactosuero.

Características tanque pulmón lactosuero	
Volumen efectivo	900 l
Dimensiones totales ($\phi \cdot H$)	850 · 1970 mm



Características tanque pulmón lactosuero	
Material	Acero inoxidable AISI-304L
Necesidades	
Volumen diario	760 l
Cantidad	1

6.11 Tanque pulmón para agua glicolada

Desde este depósito, el agua glicolada es distribuida a los diferentes equipos de la instalación que requieren refrigeración. Permitiendo estabilizar el sistema ante variaciones de demanda, evitar arranques y paradas frecuentes del compresor, y garantizar un caudal constante hacia los intercambiadores de placas, incluso en situaciones de consumo simultáneo.

Para ello se utiliza un tanque de acero inoxidable de 2000 l que cumple con las máximas exigencias de agua glicolada en un equipo (1800 l). El tanque es de las mismas características que los descritos anteriormente en el usado para el lactosuero y el agua para el lavado de pasta.

Tabla 20 Especificaciones para el tanque pulmón lactosuero.

Características tanque pulmón lactosuero	
Volumen efectivo	2000 l
Dimensiones totales ($\phi \cdot H$)	1180 · 2200 mm
Material	Acero inoxidable AISI-304L
Necesidades	
Volumen máximo	1800 l
Cantidad	1

6.12 Mesa de desuerado

Para realizar el moldeado de la cuajada al salir de la cuba y facilitar su transporte hacia la prensa, donde también servirá como superficie de escurrido del queso tras salir de la salmuera. Esta mesa cuenta con una salida central en uno de los extremos para la evacuación del suero, y está equipada con cuatro ruedas giratorias que facilitan su movilidad. Además, al estar fabricada en acero inoxidable, cumple con los requisitos higiénico-sanitarios necesarios para su uso en la quesería.



Figura 21 Mesa desuere.

Tabla 21 Especificaciones mesa desuere.

Características mesa	
Dimensiones (L·A)	1250 · 645 mm
Superficie	0,806 m ²
Material	Acero inoxidable
Necesidades	
Superficie lote queso 1,5 kg	1,44 m ²
Superficie lote queso 5 kg	0,97 m ²
Superficie lote queso 10 kg	0,77 m ²
Mesas necesarias	2

6.13 Paños queseros

Son paños reutilizables de algodón de 40 x 40 cm. Necesarios durante el prensado del queso.

6.14 Moldes

Diseñados y personalizados para cumplir con las especificaciones de un queso Gouda con una relación altura/diámetro (H/φ) de 0,5. Necesitando al menos 80 moldes para los quesos de 1,5 kg, 24 para los quesos de 5 kg y 12 para los quesos de 10 kg.



Figura 22 Moldes. Fuente: (Industria Mazal, 2025)

6.15 Prensa neumática vertical

La prensa seleccionada permite aplicar las presiones requeridas para distintos formatos de queso mediante aire comprimido. Tiene la capacidad de almacenar quesos en hasta 5 niveles por cada punto específico de aplicación de presión. Además, es posible añadir equipamiento adicional que permite regular la presión en tres fases, como un sistema de control de presión y tiempo.



Figura 23 Prensa neumática.

Tabla 22 Especificaciones prensa.

Características de la prensa	
Números puntos de aplicación presión	5
Dimensiones (L·A·H)	2500 · 1000 · 2400 mm
Altura trabajo	1250 mm
Fuerza aplicada	100-300 kg
Capacidad de queso	250 kg
Mínimo flujo de aire comprimido a 6 bar	100 l/m
Necesidades	
Cantidad diaria	183,91-192,02 kg/día
Presión máxima	45 kPa
80 quesos	Ø =15,17 cm y h =7,585 cm
24 quesos	Ø =22,7 cm y h =11,35 cm
12 quesos	Ø = 28,56 cm y h = 14,28 cm

6.16 Tanque de salado

Se ha seleccionado el tanque de salado el cual está equipado con una red sumergible que mantiene la posición de los quesos en la salmuera. Este sistema permite colocar dos redes con dos niveles cada una, optimizando la capacidad del tanque. El tanque incorpora un sistema de recirculación de salmuera para garantizar una concentración homogénea y una temperatura estable. La válvula de mariposa se abre para permitir que la bomba sanitaria extraiga entre 30% y 50% del volumen de salmuera cada hora. Dado que se dispone de una única válvula, la salida y el retorno no pueden ocurrir simultáneamente, por lo que el proceso se realiza en ciclos alternos. Durante la recirculación, la salmuera pasa primero por un filtro de 50 micras, donde se eliminan impurezas como restos de cuajada y grasa. Posteriormente, atraviesa un intercambiador de placas, donde se enfría para asegurar que la temperatura no supere los 13°C. Una vez enfriada, la salmuera regresa al tanque por la misma válvula de mariposa, invirtiendo el flujo de la bomba. Para mantener la concentración de sal en niveles óptimos, se realizan mediciones periódicas con un densímetro. Si se detecta una disminución en la concentración, se ajusta añadiendo sal previamente disuelta en 5-10 litros de agua caliente. Esta solución salina se incorpora al tanque mientras la bomba está en funcionamiento, permitiendo una disolución homogénea en la salmuera.



Figura 24 Tanque de salado *Fuente: (Plevnik, 2025).*

Tabla 23 Especificaciones tanque de salado.

Características del tanque de salmuera	
Material	Acero inoxidable AISI 316
Salida salmuera	Válvula mariposa DN40 (38 mm; 1,5'')
Dimensiones totales (L·A·H)	1600 · 900 · 900 mm

Características del tanque de salmuera	
Dimensiones interior (L · A · H)	1500 · 800 · 600 mm
Volumen	720 l
Capacidad estimada de queso	150 kg
Cantidad estimada de leche correspondiente	1500 l/día
Necesidades	
Volumen salmuera (x5 mínimo volumen queso)	550 l
80 quesos	Ø =15,17 cm y h =7,585 cm. V = 105,49 l
24 quesos	Ø =22,7 cm y h =11,35 cm. V = 105,65 l
12 quesos	Ø = 28,56 cm y h = 14,28 cm V = 100,63 l
Número de tanques	2

6.17 Carcasas de filtro de acero

Las carcasas seleccionadas de filtro de acero inoxidable cumplen con las necesidades para el filtrado de la salmuera, asegurando la eliminación de impurezas y partículas en suspensión. Estas carcasas proporcionan el soporte adecuado para los cartuchos filtrantes, permitiendo una operación eficiente y segura.

Todas las superficies soldadas en contacto con el líquido están fabricadas en acero inoxidable, lo que garantiza resistencia a la corrosión, higiene y durabilidad en entornos de procesamiento de alimentos. Su diseño facilita el mantenimiento, la sustitución de cartuchos y la compatibilidad con diferentes grados de filtración según los requisitos del proceso.



Figura 25 Carcasa filtro. (PURE AQUA, INC., 2025)

Tabla 24 Especificaciones carcasa filtro.

Características carcasa filtro	
Material	Acero inoxidable 316
Requisito cartuchos	1 de 10''
Tamaño de tubería	¾-1'' (Clamp 1'')

Características carcasa filtro	
Tasa máxima de flujo	22,71 l/min
Dimensiones (A·H)	8,89 · 35,56 cm
Necesidades	
Número de carcasas	1
Transporte de salmuera	300-500 l

6.18 Cartucho de filtro

Se seleccionan cartuchos de acero inoxidable 316, con una longitud de 10 pulgadas, cumpliendo con los requisitos de la carcasa. Cuentan con una capacidad de filtrado de 50 micras y destacan por su facilidad de instalación, bajo mantenimiento y alta resistencia a la corrosión.

6.19 Densímetro

Se selecciona un densímetro para salmuera y sal en grados Baumé (° Bé) de 0-30. Útil para controlar la concentración de sal del 20%.



Figura 26 Densímetro. Fuente: (ProdelAgrícola, 2025).

6.20 Material para el encerado

6.20.1 Baño maría

Para derretir la cera se opta por un baño maría eléctrico que incluye grifo de vaciado, termostato y está equipado con resistencias adhesivas.



Figura 27 Baño maría. Fuente: (Habitium, 2025).

Tabla 25 Especificaciones baño maría.

Características baño maría	
Material	Acero inoxidable 18/10 AISI-304
Dimensiones (L·A·H)	70 · 60 · 21 cm
Capacidad	42 l
Potencia	2600 W y 230/1 V
Peso	25 kg

6.20.2 Brocha

Se utilizan brochas de cerda sintéticas adecuadas para la alta temperatura a la que se manipula la cera.

6.20.3 Soporte del queso

Para los quesos de 1,5 kg y 5 kg, se utilizarán bandejas con rejillas antideslizantes que permitan una distribución adecuada y eviten el desplazamiento de los quesos durante la aplicación de la cera. En el caso de los quesos de 10 kg, estos se colocarán directamente sobre la mesa, asegurando un espacio suficiente entre ellos para facilitar el encerado y evitar el contacto entre piezas.

Para las mesas se usa una rejilla que dispone de una repisa baja para guardar material.



Figura 28 Mesa para encerado. Fuente: (Coquard, 2025)



Tabla 26 Especificaciones mesa encerado.

Características mesa	
Dimensiones (L·A·H)	2000 · 700 · 850 mm
Superficie	1,4 m ²
Material	Acero inoxidable
Altura borde	32 mm
Necesidades	
Superficie lote queso 1,5 kg	1,34 m ²
Superficie lote queso 5 kg	0,97 m ²
Superficie lote queso 10 kg	0,77 m ²
Número de mesas	2

6.21 Ahumador

Se ha seleccionado un dispositivo diseñado para ahumar en recipientes de más de 150 l. Su sistema de laberinto permite una combustión lenta y controlada del polvo de roble. La ignición se realiza en un extremo, y el fuego avanza gradualmente a través de los canales, generando humo frío durante varias horas sin generar calor excesivo. Este diseño garantiza una emisión uniforme de humo, ideal para el ahumado de productos sensibles a la temperatura.

Su fabricante no recomienda su uso en interiores por la creación de altas concentraciones de monóxido de carbono. Debiéndose usar en un área bien ventilado sin viento y lluvia.

Durante el funcionamiento, el ahumador se coloca dentro de una caja metálica de dimensiones adecuadas para permitir la circulación del humo antes de su salida. Se realiza una perforación en la caja, ajustada al diámetro de la tubería flexible, la cual se fija mediante bridas o abrazaderas metálicas para evitar fugas. Posteriormente, la tubería se conecta a la sala de ahumado, asegurando que su longitud no supere los 2-3 metros para garantizar un flujo óptimo del humo.

El interior de la cabina de ahumado se ejecutará íntegramente con chapa de acero inoxidable AISI 304, calidad alimentaria, con un espesor mínimo de 1 mm y acabado satinado o pulido, con el fin de garantizar la resistencia a las condiciones térmicas y químicas generadas durante el proceso de ahumado, así como asegurar la higiene y facilidad de limpieza de las superficies expuestas.



Figura 29 Ahumador. Fuente: (Coldsmoking Cookery School, 2025).

Tabla 27 Especificaciones ahumador.

Características del ahumador	
Tiempo máximo funcionamiento	16 h
Dimensiones	280 · 250 · 40 mm
Capacidad ahumado	150-700 l
Capacidad polvo	300 g
Dimensiones (L·A·H)	280x250x40 mm
Material	Acero inoxidable
Necesidades	
Volumen sala ahumado	500 l
Tiempo máximo ahumado	6 h/día
Polvo necesario	115 g/día

6.22 Tanque para suero

Se utiliza el mismo tipo de tanque que el usado con el del tanque pulmón de la leche. Siendo este de mayor capacidad. No se tiene una regulación de la temperatura porque la recogida del suero se prevé de lunes a viernes que es cuando se tendrá que almacenar suero.

Tabla 28 Especificaciones tanque para suero.

Características del tanque	
Volumen efectivo	2000 l
Altura	2200 mm
Diámetro	1300 mm
Espesor	2 mm
Material	SS304/216L
Necesidades	
Volumen diario	1111,1-1159,42 l

6.23 Material de limpieza

6.23.1 Fregadero

Este procedimiento se emplea principalmente para la limpieza de moldes utilizados en la producción de queso.



Figura 30 Fregadero. Fuente: (Coquard, 2025).

Tabla 29 Especificaciones fregadero.

Características fregadero	
Material	Acero inoxidable
Altura total	1000 mm
Profundidad pila	400 mm
Dimensiones interiores (L·A)	930 · 610 mm
Incluye desagüe y vertedor	

6.23.2 Lavamanos

Es de acero inoxidable con grifo de mando femoral. Con pila ovalada y placa posterior.

Sus dimensiones son (L·A·H): 400 · 335 · 600 mm.

6.23.3 Mesa para el transporte de material

Se ha seleccionado la mesa modelo SM 299 de la empresa Plevnik para el transporte de moldes y más material de quesería para su lavado después del proceso. Esta mesa está equipada con un borde elevado y una salida diseñada para un drenaje controlado. Además, dispone de ruedas que facilitan su desplazamiento hacia otras zonas según las necesidades operativas como el soporte para usar paños queseros o cambiar de moldes durante el moldeado. Asimismo, cuenta con un estante integrado en la parte inferior para el almacenamiento de otros materiales. Por último, la mesa está equipada con patas desmontables para mayor versatilidad.



Figura 31 Mesa para material. (Plevnik, 2025)

Tabla 30 Especificaciones mesa para material.

Características mesa	
Dimensiones (L·A·H)	2000 · 850 · 850/900 mm
Superficie	2,61 m ²
Material	Acero inoxidable AISI 304
Altura borde	40 mm
Necesidades	
Superficie lote queso 1,5 kg	1,39 m ²
Superficie lote queso 5 kg	0,93 m ²
Superficie lote queso 10 kg	0,704 m ²
Mesas necesarias	1

6.23.4 Conjunto de lavado completo

El conjunto de lavado completo de la casa Coquard permite mezclar detergente con agua caliente para un prelavado de equipos, suelos y paredes con una pistola de lavado antes del lavado manual. Se puede ajustar la concentración de 0,5% a 11% por disco reductor.



Figura 32 Equipo de lavado completo. (Coquard, 2025).



Tabla 31 Especificaciones equipo de lavado completo.

Características Equipo de lavado completo	
Longitud tubería	20 m
Soporte de bidón	5 l
Válvulas de seguridad	2

6.23.5 Tanque para detergente

Para almacenar y transportar el agua con detergente a los equipos que requieren se limpieza se emplea un tanque de acero inoxidable de 100 l con dimensiones 1,5·0,7·0,7 m (H·A·L).

6.24 Tabla resumen de maquinaria y equipos

A continuación, en la tabla xx se muestran las dimensiones y potencia (cuando proceda) de cada equipo mencionadas previamente. Siendo L la longitud, A la anchura, H la altura y ϕ el diámetro.

Tabla 32 Resumen equipos utilizados.

Equipo	Dimensiones (mm) (L·A·H)	Potencia (kW)	Cantidad	Flujo aire comprimido min
Filtro	309·70·70		1	
Tanque pulmón	1300·1300·1800		2	
Tanque	2320·1840·1700	2-5	1	
I. calor tipo 1	864·406·860	0,7-3	3	
I. calor tipo 2	240·140·380	0,2-0,5	1	
Bomba centrífuga 1	391·223·284	0,37-0,55	4	
Bomba centrífuga 2	403· 205 · 248	0,35	3	
Cuba quesera	3350·1045·1800	1,5	1	
Tanque lavado pasta	700·1850 (ϕ ·H)		1	
T. pulmón lactosuero	850·1970 (ϕ ·H)		1	
Tanque agua glicolada	1180·2200 (ϕ ·H)		1	
Mesa desuerado	1250·645		2	
Prensa neumática	2500·1000·2400		1	100 l/m (6 bar)
Tanque de salado	1600·900·900		2	
Carcasas de filtro	88,9·88,9·355,6		1	
Baño maría	700·600·210	2,6	1	
Soporte queso	2900·900·850		2	
Ahumador	280·250·40		1	
Caja soporte ahumador	350·300·200		1	
Tanque para suero	1300·1300·2200		1	

I. calor tipo 1: Encargado de la pasteurización, termización y enfriamiento del lactosuero.

I. calor tipo 2: Encargado del enfriamiento del lactosuero.



7 BIBLIOGRAFIA

G. van den Berg, F. E. (1993). *Technological Parameters Involved in Cheese Ripening*.

Obtenido de International Dairy Journal:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/095869469390028X>

Patrick F. Fox, P. L. (2004). *CHEESE. Chemistry, physics and microbiology. Volume 2 Major cheese groups third edition*. ELSEVIER.

Vicente, A. M. (1993). *Manual de tecnología quesera*. Madrid: AMV Ediciones - Mundi Prensa.



ANEJO IV: INGENIERÍA DEL DISEÑO



Índice

1	INTRODUCCIÓN	1
2	PRINCIPIOS DE DISEÑO.....	1
3	PROPUESTA DISEÑO EN PLANTA	3
3.1	Análisis relacional de las actividades	3
3.1.1	Tabla y diagrama relacional de actividades.....	4
3.2	Determinación de las necesidades de espacio	6
3.2.1	Cabina de ahumado.....	7
3.2.2	Sala de recepción y sala de procesado	7
3.2.3	Cámara de maduración.....	8
3.2.4	Almacén producto final.....	12
3.2.5	Resumen necesidades de espacio en cada zona.....	14
3.3	Diagrama relacional de espacios	14
3.4	Boceto inicial	15
3.5	Boceto/Diseño final	16

Índice de tablas

Tabla 1	Resumen actividades quesería.....	4
Tabla 2	Código relacional actividades.	5
Tabla 3	Código intensidad relación de zonas	5
Tabla 4	Requerimientos de espacio de la sala de recepción y procesado.	8
Tabla 5	Cantidad y características lotes queso en la cámara	9
Tabla 6	Especificaciones estante.....	10
Tabla 7	Especificaciones caja cartón.	13
Tabla 8	Estantería para almacén producto final.....	13
Tabla 9	Resumen superficies requeridas por zonas	14
Tabla 10	Leyenda zonas quesería.	15

Índice de figuras

Figura 1	Esquema relacional de zonas.....	5



Figura 2 Diagrama relacional de actividades.	6
Figura 3 Estanterías para la cámara. Fuente: (Brescancin, 2025)	10
Figura 4 Cámara de maduración.....	12
Figura 5 Caja de cartón.	12
Figura 6 Estantería almacén producto final.....	13
Figura 7 Diagrama relacional de espacios.....	15
Figura 8 Boceto inicial	16



1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es proponer una distribución en planta para una quesería con una capacidad de producción de 120 kg de queso al día. Para ello, se estudian las distintas zonas necesarias en el proceso de elaboración, así como sus necesidades de espacio y relaciones funcionales, con el fin de diseñar una planta eficiente, ordenada y adaptada a los requisitos del proyecto.

2 PRINCIPIOS DE DISEÑO

Para llevar a cabo una correcta distribución en planta en este anejo se van a seguir los siguientes principios de diseño durante su realización.

-La integración del conjunto.

Es fundamental lograr una integración de todas las actividades, no solo las principales, sino también las auxiliares (como limpieza, mantenimiento, almacenamiento, etc.). La distribución debe buscar el mejor compromiso posible entre todas las partes del proceso, de manera que el funcionamiento global sea eficiente, coherente y sin interferencias innecesarias entre funciones. Este principio asegura que todos los elementos de la quesería trabajen en sinergia para optimizar recursos, espacio y tiempo.

-Mínima distancia recorrida a igualdad de condiciones.

Se debe priorizar un diseño que reduzca al máximo las distancias recorridas por las materias primas, los materiales en transformación y la mano de obra. A igualdad de condiciones entre distintas opciones de diseño, siempre se debe optar por aquella que minimice los desplazamientos entre operaciones, ya que esto reduce tiempos, costos y riesgos de contaminación, mejorando así la eficiencia general del proceso productivo.

-Circulación de materiales.

Permitiendo que los materiales avancen de forma continua y ordenada desde su recepción hasta el producto final. Con el enfoque de marcha hacia adelante evita retrocesos, cruces entre materias primas, productos elaborados y residuos, lo que resulta esencial para mantener altos estándares de seguridad e higiene alimentaria.



Además, el diseño debe contemplar una zonificación clara que haga distinciones tales como áreas frías y calientes, húmedas y secas o limpias y sucias, permitiendo aplicar medidas de control específicas en cada entorno. Esta organización facilita la implementación de procedimientos de limpieza, inspección y mantenimiento, y reduce el riesgo de contaminación cruzada.

-Utilización efectiva de todo el espacio.

Buscando aprovechar al máximo el espacio disponible, tanto en el plano horizontal como en altura para mejorar la funcionalidad y reducir costes operativos. Esto implica buscar la compacidad de las instalaciones, agrupando zonas con funciones similares y evitando particiones innecesarias que dificulten el tránsito y el flujo operativo. Donde diferentes estrategias pueden ser la unificación de accesos para controlar entradas y salidas por motivos de seguridad, la concentración de todas las expediciones en un único muelle para mejorar la logística, y la distribución racional de espacios según su uso, lo que permite una circulación más fluida del personal, materiales y productos.

-Satisfacción y seguridad de todos los trabajadores.

A igualdad de condiciones, debe priorizarse aquella distribución en planta que haga el trabajo mas satisfactorio y seguro para los trabajadores. Una planta bien diseñada debe minimizar riesgos laborales, facilitar la circulación, garantizar una buena ventilación e iluminación, y reducir esfuerzos innecesarios. Además, se deben considerar aspectos como la accesibilidad a equipos, la ergonomía en los puestos de trabajo y la facilidad de supervisión.

-Flexibilidad en el diseño.

A igualdad de condiciones, debe priorizarse aquella distribución que tenga la capacidad de adaptación ante cambios futuros, priorizando aquellas soluciones que permitan ajustes con el menor coste y la mínima interrupción posible. Esta flexibilidad es esencial para responder a la evolución natural de la producción en el corto y medio plazo, ya sea por aumentos en el volumen de fabricación, variaciones en los productos, la incorporación de nueva tecnología, o la modificación de procesos operativos. El diseño debe prever espacios modulables y áreas de circulación suficientemente amplias que faciliten reconfiguraciones, así



como posibles ampliaciones estructurales. Una planta flexible asegura que la quesería pueda crecer o adaptarse sin comprometer su eficiencia, higiene o seguridad, y permite una rápida respuesta ante cambios en la demanda o la normativa.

3 PROPUESTA DISEÑO EN PLANTA

En este apartado se presenta la propuesta de diseño en planta de la quesería, elaborada mediante la metodología Systematic Layout Planning (SLP), la cual permite organizar de forma estructurada las distintas áreas en función de sus relaciones, necesidades de espacio y flujos de trabajo. A través de las etapas del SLP como la identificación de actividades, análisis relacional y definición de espacios se obtiene una distribución eficiente, compacta y adaptada a las exigencias higiénico-sanitarias.

La planta se dimensiona para una producción diaria de 120 kg de queso, lo que requiere aproximadamente entre 1.150 y 1.187,57 kg de leche de vaca por jornada.

3.1 Análisis relacional de las actividades

A partir del proceso productivo descrito previamente en el anexo de ingeniería del proceso, se establecen las siguientes actividades diferentes en la quesería:

- Recepción de leche: Zona destinada a la recepción de la leche cruda, donde se toman muestras para la realización de las pruebas de calidad exigidas antes de su primer tratamiento térmico y posterior almacenamiento.
- Pruebas de calidad (laboratorio): Espacio habilitado para la ejecución de los ensayos de calidad de la leche y demás controles analíticos necesarios.
- Vestuario y baño: Área destinada a los trabajadores, equipada para el almacenamiento de ropa personal y de trabajo, así como de elementos de protección como calzas y guantes, garantizando el cumplimiento de las normas de higiene.
- Almacén de materias primas: Zona para el almacenamiento de materiales auxiliares, aditivos y otras materias primas necesarias para el proceso de elaboración del queso.
- Oficina: Espacio reservado para la gestión administrativa y documental de la quesería.



- Cámara de maduración: Área de conservación donde los quesos se almacenan bajo condiciones controladas de temperatura y humedad para su maduración.
- Sala de procesado: Comprende todas las actividades productivas, desde el almacenamiento inicial de la leche en tanques hasta el proceso de ahumado del queso. Incluye también el almacenamiento de suero en tanques específicos.
- Sala de calderas: Área técnica destinada a la instalación de los equipos de generación de vapor necesarios para diversos procesos térmicos.
- Sala técnica de producción de frío: Área técnica que aloja los equipos para generar y controlar el frío necesario durante el procesado y la maduración del queso.
- Almacén de producto final: Área destinada al almacenamiento y expedición del producto ya terminado.
- Expedición de lactosuero: Área destinada a enfriar y almacenar el lactosuero procedente de la cuba quesera para su posterior expedición.

A continuación, en la Tabla 1 se resumen todas las zonas mencionadas previamente.

Tabla 1 Resumen actividades quesería.

Actividades
1 Recepción y almacenamiento de la leche
2 Pruebas de calidad (laboratorio)
3 Vestuario y baño
4 Almacén de materiales
5 Oficina
6 Cámara de maduración
7 Procesado principal
8 Sala calderas
9 Sala técnica de frío
10 Almacén producto final
11 Expedición lactosuero

3.1.1 Tabla y diagrama relacional de actividades

Para representar de forma lógica las zonas definidas, primero se deben establecer relaciones de proximidad entre ellas. Estas relaciones se explican mediante el código relacional mostrado en la Tabla 2, el cual ayuda a determinar, de forma aproximada, la

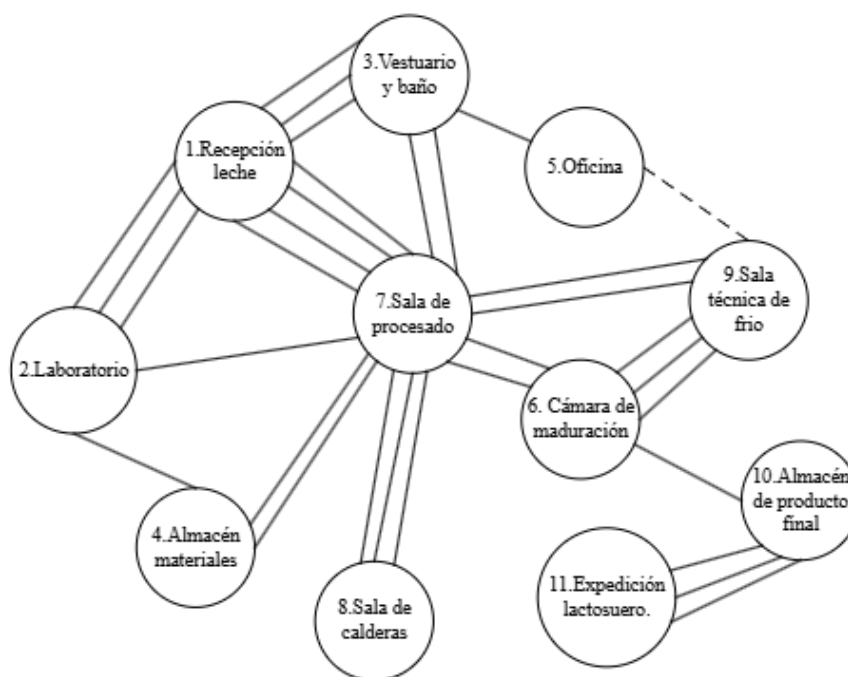


Figura 2 Diagrama relacional de actividades.

3.2 Determinación de las necesidades de espacio

Conociendo las dimensiones de las principales máquinas, materiales auxiliares, capacidades y actividades a realizar en la quesería, así como las necesidades de limpieza, se procede al cálculo de las dimensiones de las principales zonas de trabajo.

El método de dimensionado consiste en considerar, para cada máquina o elemento principal de la sala:

La adición de 60 cm en cada lado donde se requiera intervención o paso de trabajadores.

La adición de 45 cm en cada lado que, aunque no sea utilizado directamente por los operarios, requiera acceso para labores de limpieza.

Una vez determinadas las superficies individuales de todos los elementos de la sala, la suma total obtenida se multiplica por un factor de mayoración de 1,8. Este coeficiente permite prever holguras de espacio suficientes para garantizar una operatividad adecuada y evitar problemas de congestión o falta de accesibilidad.



3.2.1 Cabina de ahumado

Se dimensiona el espacio necesario para el proceso de ahumado de quesos, considerando las características del equipo disponible. El ahumador, descrito previamente, es capaz de tratar contenedores de más de 150 litros, alcanzando una capacidad máxima de entre 600 y 700 litros. No obstante, con el fin de optimizar la eficiencia del proceso y asegurar la consecución de los efectos deseados en el producto final, se establece una cabina de ahumado de dimensiones $0,5 \cdot 0,5 \cdot 2$ m (largo·ancho·alto), equivalente a un volumen de 500 litros.

En su interior se disponen rejillas metálicas de soporte para los quesos, organizadas en 8 capas. Cada capa cuenta con una separación vertical de 20 cm, comenzando la primera capa a 20 cm sobre el nivel del suelo para permitir una adecuada distribución del humo.

La disposición de los lotes de quesos en el proceso de ahumado se realiza de la siguiente manera:

Lotes de quesos de 1,5 kg: Se colocan 5 quesos por rejilla, lo que requiere realizar dos ciclos de ahumado consecutivos, utilizando las 8 rejillas disponibles, para alcanzar los 80 quesos correspondientes a un lote.

Lotes de quesos de 5 kg: Se colocan 4 quesos por rejilla, utilizando 6 rejillas para completar el ahumado simultáneo de los 24 quesos que conforman un lote.

Lotes de quesos de 10 kg: Se colocan 2 quesos por rejilla, empleando 6 rejillas para ahumar simultáneamente los 12 quesos correspondientes a un lote.

Para asegurar una ventilación adecuada y la evacuación segura de los humos generados durante el proceso, se instala una chimenea metálica de extracción conectada a la parte superior de la cabina. Esta se proyecta hacia el exterior del edificio, garantizando una salida directa y controlada de los gases. El conducto, fabricado en acero inoxidable, presenta resistencia térmica y a la corrosión.

3.2.2 Sala de recepción y sala de procesado

A continuación, en la Tabla 4 se calcula las superficies requeridas para las salas de recepción y procesado principal en m² a partir de las condiciones explicadas previamente.

Siendo S_e la superficie estática (largo·ancho) y S_g la superficie gravitatoria que es el (largo·ancho) incluyendo la suma de 0,45 y 0,6 m a cada lado cuando proceda.



Tabla 4 Requerimientos de espacio de la sala de recepción y procesado.

	Largo	Ancho	Se	Largo	Ancho	Sg
<i>Sala recepción leche</i>						
Filtro	0,31	0,07	0,021	0,31	0,07	0,021
Tanque pulmón	1,3	1,3	1,69	2,35	2,2	5,17
Bomba	0,39	0,22	0,087	0,39	0,22	0,09
Intercambiador	0,86	0,41	0,35	1,91	1,31	2,5
TOTAL *1,8	14,01					
<i>Sala procesado</i>						
Tanque	2,32	1,84	4,27	3,37	2,74	9,23
Intercambiador	1,8	0,3	0,54	2,85	1,2	3,42
Bomba (x6)	0,39	0,22	0,515	0,39	0,22	0,515
Cuba quesera	3,35	1,045	3,5	4,55	2,245	10,2
Tanque lavado pasta	0,7	0,7	0,49	1,75	1,3	2,23
Tanque pulmón lactosuero	0,85	0,85	1,7	1,9	1,45	3,33
Mesa desuerado (x2)	1,25	0,645	1,61	2,3	1,545	7,1
Prensa neumática	2,5	1	2,5	3,55	1,9	6,75
Tanque salado (x2)	1,6	0,9	2,88	2,65	1,8	9,54
Carcasas de filtro	0,0889	0,0889	0,0079	0,0889	0,0889	0,0079
Mesa encerado (x2)	2	0,7	1,4	2,6	1,6	8,32
Caja soporte ahumador	0,35	0,3	0,105	0,35	0,3	0,105
Tanque suero	1,3	1,3	1,69	2,35	2,2	5,17
Fregadero	0,93	0,61	0,5673	0,93	0,61	0,5673
Lavamanos	0,4	0,335	0,134	0,4	0,335	0,134
Cabina ahumado	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,25
TOTAL *1,8	120,36					

Lotes de quesos de 1,5 kg: Se colocan 5 quesos por rejilla, lo que requiere realizar dos ciclos de ahumado consecutivos, utilizando las 8 rejillas disponibles, para alcanzar los 80 quesos correspondientes a un lote.

Lotes de quesos de 5 kg: Se colocan 4 quesos por rejilla, utilizando 6 rejillas para completar el ahumado simultáneo de los 24 quesos que conforman un lote.

Lotes de quesos de 10 kg: Se colocan 2 quesos por rejilla, empleando 6 rejillas para ahumar simultáneamente los 12 quesos correspondientes a un lote.

3.2.3 Cámara de maduración

Durante el proceso productivo de la quesería, será necesaria la maduración del queso por un período de entre dos y seis meses, dependiendo del formato del producto. La Tabla 5 presenta la cantidad y características de los tres tipos de lotes considerados. Tanto el número de lotes como el de quesos indicados corresponden a los valores máximos que



habrá de forma simultánea en la cámara de maduración. Estos datos se han determinado a partir de la descripción del programa productivo y del cálculo basado en el formato del producto final en el anejo de la ingeniería del proceso.

Tabla 5 Cantidad y características lotes queso en la cámara

Tipo de lote	Cantidad lotes	Cantidad quesos	Diámetro (cm)	Altura (cm)
1500 g	18	1440	15,19	7,59
5000 g	18	432	22,7	11,35
10000g	26	312	28,56	14,28

A partir de los datos presentados, se procede a la selección de una estantería adecuada para satisfacer los requerimientos del proceso. Se opta por el modelo Formplast de la empresa Brescancin, debido a las características de sus estanterías fabricadas en acero con estantes microperforados de plástico, los cuales contribuyen a evitar la formación de condensación además de soportar hasta 150 kg por estante. Este modelo permite configuraciones en distintos tamaños y disposiciones, adaptándose a las necesidades específicas del entorno. Cada estantería presenta unas dimensiones de 1600·400·1800 mm (largo·ancho·alto) y, en este caso, se establece un total de 8 estantes por unidad, con una separación de 180 mm entre ellos, un espesor de 40 mm, y una altura de patas de 260 mm.

En situaciones excepcionales, como una acumulación temporal de lotes debido a incidencias en el procesado, será posible añadir estantes adicionales o apilar los quesos de 1,5 kg, con el fin de optimizar el espacio disponible en la cámara de maduración.

A continuación, se calculan los quesos que habrá por estante y las estanterías totales necesarias para satisfacer las exigencias con los datos adicionales de la Tabla 5 con la condición de que la separación entre quesos nunca sea inferior a 2 cm.

-Queso de 1,5 kg:

En un estante de 1,6·0,4 m caben 18 quesos de 1,5 kg en una disposición de 9·2.

Siendo a lo largo $9 \cdot 15,19 = 136,71$ cm con una separación de $\frac{160-136,71}{9-1} = 2,9$ cm

entre cada queso. Siendo a lo ancho $2 \cdot 15,19 = 30,38$ cm con una separación de

$\frac{40-30,38}{2-1} = 9,62$ cm.

-Queso de 5 kg:



En un estante de 1,6·0,4 m caben 6 quesos de 5 kg en una disposición de 6·1.

Siendo a lo largo $6 \cdot 22,7 = 136,2$ cm con una separación de $\frac{160-136,2}{6-1} = 4,74$ cm.

-Queso de 10 kg:

En un estante de 1,6·0,4 m caben 5 quesos de 10 kg en una disposición de 5·1.

Siendo a lo largo $5 \cdot 28,56 = 142,8$ cm con una separación de $\frac{160-142,8}{5-1} = 4,3$ cm.

Conociendo los quesos que habrá por estante se llenan estanterías de la siguiente forma:

-18 estanterías donde cada una tendrá 4 estantes con quesos de 5kg y 4 estantes con quesos de 1,5 kg. Resultando en 432 quesos de 5 kg y 1296 quesos de 1,5 kg.

- 7 estanterías llenas con quesos de 10 kg con $(8 \cdot 5) \cdot 7 = 280$ quesos de 10 kg.

-1 estantería con 2 estantes con 1 queso de 10 kg y 4 quesos de 1,5 kg y 6 estantes con quesos de 10 kg resultando en 32 quesos de 10 kg y 8 quesos de 1,5 kg.

-1 estantería con quesos de 1,5 kg para llegar a 136 kg.

Resultando en total 27 estanterías para la cámara de maduración.

En la Figura 3 se muestra la estantería usada en la cámara y en la

Tabla 6 el resumen de sus dimensiones como el numero requerido.

Figura 3 Estanterías para la cámara. Fuente: (Brescancin, 2025)



Tabla 6 Especificaciones estante.

Características	
Dimensiones (L·A·H)	1600 · 400 · 1800 mm
Número de estantes	8
Separación entre estantes	180 mm
Características	
Espesor estante	40 mm
Altura patas	260 mm
Necesidades	
Numero estanterías	27

Con el objetivo de garantizar la capacidad de maduración requerida, se dimensiona una cámara frigorífica para alojar un mínimo de 27 estanterías. La distribución interior se establece considerando las siguientes separaciones:

- Separación entre estanterías contiguas: 0,1 m.
- Anchura de los pasillos principales destinados a la circulación de personal y uso de mesas de soporte móviles (dimensiones mesa soporte 2,9·0,9 m): 1,35 m.
- Separación entre las estanterías y las paredes equipadas con ventiladores: al menos 0,75 m.
- Separación respecto al resto de las paredes: 0,3 m.

Con estos criterios de diseño, se obtiene una disposición como la representada en la Figura 4, dimensionándose la cámara con unas medidas de 15·5·2,5 m (longitud·anchura·altura) resultando en 75 m². La altura de la cámara se ha establecido como la suma de la altura

de las estanterías (1,6 m) más un espacio libre de 0,9 m destinado a la instalación de los evaporadores y a permitir una adecuada circulación del aire frío en el interior. En dicha disposición se representan 30 estanterías, permitiendo así una posible ampliación futura de la capacidad de maduración o la gestión de eventuales problemas de acumulación de producto.

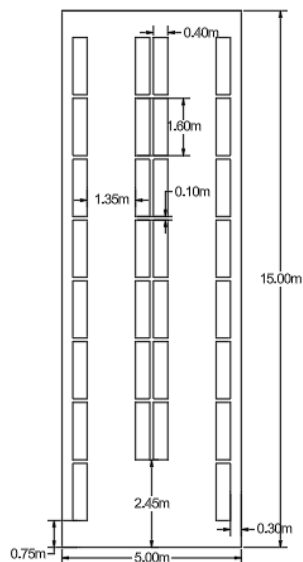


Figura 4 Cámara de maduración

3.2.4 Almacén producto final

Se dimensiona el área de expedición considerando la salida semanal de los lotes producidos en ese periodo. En concreto, se prevé la expedición de dos lotes de quesos de 1,5 kg, dos lotes de quesos de 5 kg y un lote de quesos de 10 kg.

Para su almacenamiento y transporte se emplean cajas de cartón de canal doble, que proporcionan una protección superior al producto, el cual ya dispone de cierta protección gracias a su capa de cera. Las dimensiones exteriores de cada caja son de 500·450·400 mm (longitud·anchura·altura), y en su interior se incorporan separadores del mismo material para evitar daños, acumulaciones excesivas de producto y mejorar la distribución del peso.

A partir de las dimensiones de los quesos indicadas en la Tabla 5, se determina que semanalmente serán necesarias 8 cajas para los dos lotes de quesos de 1,5 kg, 8 cajas para los dos lotes de quesos de 5 kg y 4 cajas para el lote de quesos de 10 kg.

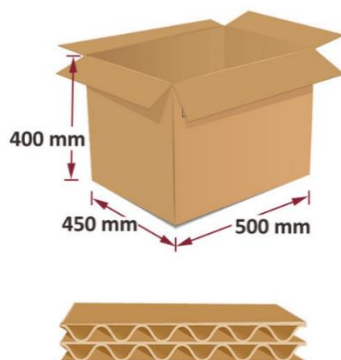


Figura 5 Caja de cartón.

Tabla 7 Especificaciones caja cartón.

Características caja de cartón	
Dimensiones externas (L·A·H)	500·450·400 mm
Dimensiones internas (L·A·H)	492·442·385 mm
Peso por unidad	1,076 kg
Tipo de caja	Americana
Material	Cartón Kraft de canal doble
Necesidades	
160 quesos 1,5 kg	8 cajas
48 quesos 5 kg	8 cajas
12 quesos 10 kg	4 cajas
TOTAL	20

Conociendo la cantidad mínima de cajas necesarias para exportar semanalmente se deciden utilizar estanterías metálicas con unas dimensiones (Largo·Ancho·Alto) 1000·600·2600 mm con 6 niveles en los cuales es capaz de soportar 150 kg por nivel. Apilando de esta manera 2 cajas de cartón por nivel y así requiriendo al menos 2 estanterías para el almacén de producto final.



Figura 6 Estantería almacén producto final.

Tabla 8 Estantería para almacén producto final.

Características de la estantería	
Dimensiones (L·A·H)	1000·600·2600 mm
Número estantes	6
Peso soportado por estante	150 kg
Necesidades	
Número mínimo de estanterías	2

Siendo esta la superficie para nuestro almacén considerando el uso de dos estanterías de

$$2 \cdot ((1 + 0,6 + 0,45) \cdot (0,6 + 0,45 + 0,45)) = 6,15 \text{ m}^2.$$

Que se multiplica por un coeficiente de mayoración de 1,8 resultando en 11,07 m². La altura del almacén será de al menos 3 m contando una separación techo-estantería de 0,4 m y sumado altura de esta de 2,6 m.

3.2.5 Resumen necesidades de espacio en cada zona

La Tabla 9 presenta la superficie requerida para cada una de las zonas establecidas. En ella se incluyen los resultados finales del cálculo de superficies para áreas como la recepción de leche, la cámara de maduración, la sala de procesado principal y el almacén de producto final (+ sala técnica de frío y de calderas). Para otras zonas, como el laboratorio, los vestuarios y las oficinas, se indica un rango de superficie aceptable, con el fin de proporcionar flexibilidad y adaptabilidad a las necesidades específicas del diseño.

Tabla 9 Resumen superficies requeridas por zonas

Zona	Superficie en m ²
1 Recepción y almacenamiento de la leche	15,67



-
- 4 Almacén de materiales
 - 5 Oficina
 - 6 Cámara de maduración
 - 7 Procesado principal
 - 8 Sala calderas
 - 9 Sala técnica de frío
 - 10 Almacén producto final
 - 11 Expedición lactosuero
-

3.4 Boceto inicial

Con base en la información obtenida del diagrama relacional y los requerimientos espaciales de cada zona, se elabora un primer diseño preliminar de distribución, presentado en la Figura 8. En este diseño se busca ajustar la disposición de las zonas de la quesería de la forma más eficiente posible. La representación gráfica utiliza la misma leyenda que la mostrada en la Tabla 10.

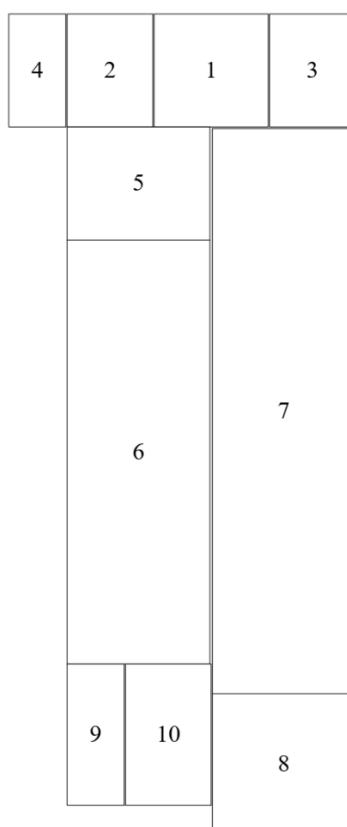


Figura 8 Boceto inicial



3.5 Boceto/Diseño final

El diseño final se ha desarrollado siguiendo los principios establecidos previamente en el anejo. En esta propuesta, se ha definido un flujo lineal de producción, en el cual la entrada de leche y la salida del queso se realizan por accesos diferenciados. El proceso de elaboración avanza de forma continua hasta llegar a la cámara de maduración; una vez finalizada esta etapa, el producto continúa su recorrido dentro de la nave hasta el almacén de producto final, donde queda dispuesto para su expedición. Además, el diseño ha sido concebido con una visión a largo plazo, permitiendo futuras expansiones sin comprometer la lógica del flujo productivo ni la organización espacial de la planta

A continuación, se presenta el boceto final de la nave con su siguiente diseño definitivo que se establece para el proyecto.

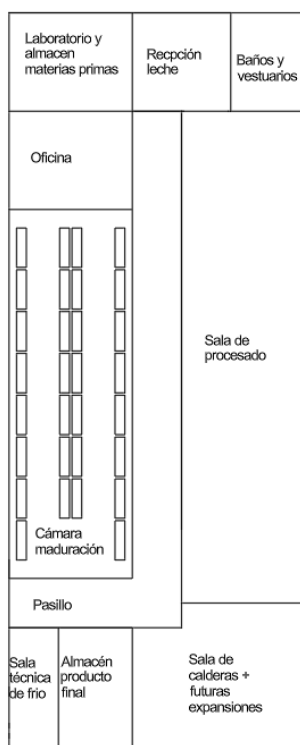


Figura 9 Boceto final nave.

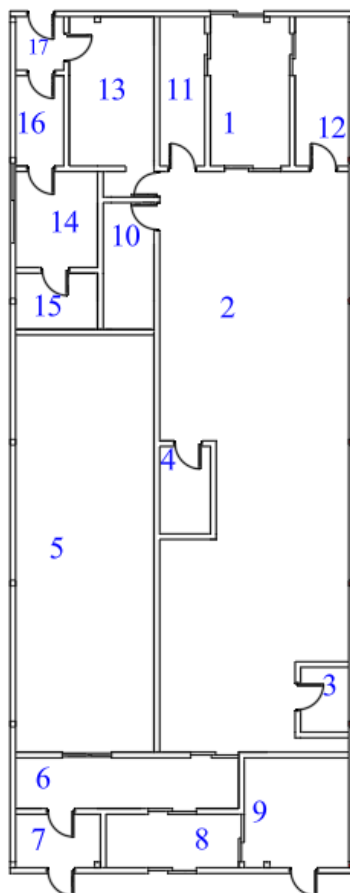


Figura 10 Diseño final nave

Tabla 11 Leyenda salas diseño definitivo

Sala
1-Recepción leche
2-Procesado
3-Ahumado
4-Abastecimiento agua glicolada
5-Cámara maduración
6-Pasillo
7-Equipo de frio
8-Almacén expedición
9-Calderas
10-Laboratorio
11-Almacén materias primas
12-Expedición lactosuero
13-Baños y vestuarios personal
14-Oficina
15-Baño visitas
16-Recepción visitas



17-Entrada principal



ANEJO V: INSTALACIÓN DE CALOR Y FRÍO



Índice

1	INTRODUCCIÓN	1
2	NECESIDADES DE CALOR Y FRÍO DE LOS EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN	
	1	
2.1	Leyenda.....	1
2.2	Intercambiadores de calor	2
2.2.1	Termización	3
2.2.2	Pasteurización.....	8
2.2.3	Enfriamiento de la salmuera.....	13
2.2.4	Enfriamiento del lactosuero.....	15
2.3	Tanque de refrigeración	17
2.4	Cuba quesera	18
2.5	Resumen necesidades de los equipos	20
3	INSTALACIÓN DISTRIBUCIÓN DE VAPOR	21
3.1	Normativa	21
3.2	Leyenda.....	22
3.3	Esquema de la instalación.....	22
3.4	Datos de cálculo generales.....	23
3.4.1	Caudal circulante	23
3.4.2	Velocidad del vapor	24
3.4.3	Presión del circuito	25
3.5	Cálculo de la instalación.....	25
3.5.1	Tramo A-B (línea principal):	25
3.5.2	Tramo B-C (línea secundaria)	28
3.5.3	Tramo B-D (línea principal).....	30
3.5.4	Tramo D-E (línea secundaria):	31
3.5.5	Resumen cálculos instalación.....	33



3.6	Dimensionado del sistema térmico: generador, quemador y almacenamiento de gasóleo C	33
3.6.1	Cálculo de la potencia útil.....	34
3.6.2	Cálculo del quemador	34
3.6.3	Combustible.....	35
3.6.4	Sistema de alimentación de combustible	35
3.6.5	Capacidad del depósito de combustible:	35
3.6.6	Caldera de vapor	35
3.6.7	Depósito de Gasóleo C.....	37
3.7	Estudio del uso de condensados para el calentamiento de agua en el lavado de pasta	38
4	CÁMARA DE MADURACIÓN	41
4.1	Normativa	41
4.2	Leyenda.....	42
4.1	Condicionantes	43
4.1.1	Dimensiones de la cámara.....	43
4.1.2	Condiciones de maduración del queso.....	45
4.1.3	Condiciones atmosféricas.....	45
4.2	Temperatura de proyecto.....	46
4.3	Evaporador	47
4.4	Descripción constructiva y térmica de cerramientos	47
4.4.1	Pared exterior oeste.....	47
4.4.2	Paredes interiores (N, S, E)	47
4.4.3	Techo	47
4.4.4	Suelo y cimentación.....	48
4.4.5	Puerta	48
4.5	Cálculo flujo de calor y espesores necesarios en los cerramientos	48
4.5.1	Suelo	49



4.5.2	Techo	49
4.5.3	Pared oeste.....	50
4.5.4	Paredes interiores.....	50
4.6	Carga térmica a través de paredes, techo y suelo	50
4.6.1	Paredes:	50
4.6.2	Suelo	51
4.6.3	Techo	51
4.7	Carga térmica debido a renovaciones de aire y puertas.....	51
4.8	Pérdidas por enfriamiento	53
4.9	Enfriamiento de cera.....	54
4.10	Calor desprendido por la maduración del queso	54
4.11	Personal.....	55
4.12	Iluminación	56
4.13	Ventiladores de los evaporadores	56
4.13.1	Potencia requerida motor ventilador.....	57
4.13.2	Coeficiente de recirculación.....	58
4.14	Resumen cargas térmicas	58
4.15	Potencia térmica para instalar	58
4.16	Selección de los componentes de la instalación frigorífica	59
4.16.1	Evaporador	59
4.16.2	Válvula de expansión.....	60
4.16.3	Compresor	61
4.16.4	Condensador	61
4.17	Calculo sistema compresión mecánica simple	62
4.17.1	Diámetro de tubería requerida por cada tramo	65
5	ABASTECIMIENTO AGUA GLICOLADA.....	66
5.1	Compresor semihermetico	67



Índice de tablas

Tabla 1 Datos de partida fase recuperación para termizar.....	4
Tabla 2 Datos de partida fase calentamiento para termizar.....	5
Tabla 3 Datos de partida fase enfriamiento para termizar.....	6
Tabla 4 Datos de partida fase regeneración para pasteurizar.....	9
Tabla 5 Datos de partida fase calentamiento para pasteurizar.....	10
Tabla 6 Datos de partida fase enfriamiento para pasteurizar.....	11
Tabla 7 Datos de partida enfriamiento salmuera	13
Tabla 8 Datos partida enfriamiento lactosuero	16
Tabla 9 Resumen necesidades equipos.	20
Tabla 10 Longitudes equivalentes accesorios.....	26
Tabla 11 Caudal condensado	27
Tabla 12 Resumen instalación.	33
Tabla 13 Especificaciones caldera de vapor.	37
Tabla 14 Especificaciones tanque gasóleo C.....	38
Tabla 15 Cantidad y características lotes queso en la cámara	45
Tabla 16 Correcciones de la temperatura de proyecto	46
Tabla 17 Coeficientes de convección en función de la posición del cerramiento y sentido del flujo de calor.	49
Tabla 18 Estimación del número de renovaciones diarias de aire.	52
Tabla 19 Resumen cargas térmicas.	58
Tabla 20 Especificaciones evaporador	60
Tabla 21 Especificaciones compresor	61
Tabla 22 Especificaciones condensador.	62
Tabla 23 Resumen necesidades agua glicolada	67
Tabla 24 Especificaciones compresor semihermetico	68

Índice de figuras

Figura 1 Esquema termización de la leche.....	4
Figura 2 Esquema pasteurización leche.	9
Figura 3 Esquema enfriamiento salmuera.....	13



Figura 4 Calor transferido al tanque de salmuera.....	15
Figura 5 Esquema enfriamiento lactosuero.	16
Figura 6 Esquema calentamiento del tanque.....	18
Figura 7 Esquema de calentamiento del tanque	19
Figura 8 Esquema de necesidades de vapor y agua glicolada en el proceso productivo	21
Figura 9 Esquema instalación distribución de vapor	23
Figura 10 Caídas de presión para vapor saturado. Fuente: Calderón, F. (2023). Documentación asignatura Ingeniería del calor. UPM.	28
Figura 11 Caldera de vapor seleccionado. Fuente: ATTSU.	36
Figura 12 Depósito de gasóleo C. Fuente: APLIECO.	37
Figura 13 Tubería retorno condensados.	39
Figura 14 Boceto de la cámara.	44
Figura 15 Diagrama psicrométrico	52
Figura 16 Evaporador cubico. Fuente: García Cámara.....	60
Figura 17 Compresor tipo abierto. Fuente: zelsio	61
Figura 18 Condensador. Fuente: García Cámara.....	62
Figura 19 Diagrama presión-entalpia del amoniaco.	64
Figura 20 Compresor semihermetico. Fuente: Intarcon.....	68



1 INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se desarrollan los cálculos y criterios necesarios para determinar las demandas térmicas de calor y frío asociadas al proceso de producción de queso en la quesería. El objetivo principal es dimensionar adecuadamente los sistemas de generación, distribución y consumo de energía térmica, garantizando la eficiencia energética y el cumplimiento de los requisitos tecnológicos del proceso.

Se detallan específicamente las necesidades térmicas de los distintos equipos y zonas, haciendo especial énfasis en aquellos con requerimientos significativos o críticos, como la cámara de maduración, los intercambiadores de calor y los sistemas de almacenamiento refrigerado.

Además, se describen las características técnicas de la instalación de distribución de vapor, así como del sistema de refrigeración, incluyendo sus componentes principales, el principio de funcionamiento y las consideraciones de diseño térmico y sanitario.

2 NECESIDADES DE CALOR Y FRÍO DE LOS EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN

A continuación, se realiza el cálculo de las necesidades térmicas de los principales equipos implicados en el proceso productivo, concretamente los intercambiadores de calor, la cuba quesera y el tanque de almacenamiento. El objetivo es determinar las demandas de energía en forma de agua fría o vapor de agua para cada equipo, con el fin de dimensionar adecuadamente los sistemas auxiliares requeridos en el conjunto del sistema productivo.

2.1 Leyenda

A continuación, se detalla la leyenda utilizada en el cálculo de los requerimientos térmicos:

$\dot{m}_{L1}$: Caudal másico leche a calentar en la fase de regeneración(kg/s)

$\dot{m}_{L2}$: Caudal másico leche en la fase de calentamiento con vapor de agua (kg/s)

$\dot{m}_{L3}$: Caudal másico leche a enfriar en la fase de regeneración (kg/s)

$\dot{m}_{L4}$: Caudal másico leche en la fase de enfriamiento con agua (kg/s)



T_e : Temperatura de entrada; T_s : Temperatura de salida ($^{\circ}\text{C}$)

$\dot{m}_{ag}$: Caudal másico agua glicolada (kg/s)

$\dot{m}_{vap}$: Caudal másico vapor de agua saturado (kg/s)

$\dot{m}_{sa}$: Caudal másico salmuera (kg/s)

$\dot{m}_{la}$: Caudal másico lactosuero (kg/s)

C_p : Calor sensible ($\text{kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$)

U : Coeficiente global de transferencia de calor ($\text{W}/^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2$)

ΔT_{ln} : Diferencia de temperatura logarítmica media ($^{\circ}\text{C}$)

A : Superficie de intercambio (m^2)

h_{fg} : Calor latente de condensación (kJ/kg)

$\dot{Q}$: Transferencia de calor (kJ)

q : Caudal volumétrico (l/s)

V : Volumen de leche (l)

L : Longitud de tubería (m)

D : Diámetro tubería (m)

ρ : Densidad (kg/l)

η : Eficacia hidráulica

t_m : Tiempo de mantenimiento (s)

k : Conductividad térmica (W/mK)

e : Espesor pared (cm)

2.2 Intercambiadores de calor

Durante el procesamiento del queso, se requiere el uso de intercambiadores de calor, específicamente intercambiadores de calor de placas. Estos equipos cumplen diversas funciones esenciales en distintas etapas del proceso.



En primer lugar, se utilizan para la termización de la leche, tal como se describe en el anejo del proceso. Esta operación tiene como objetivo prevenir un crecimiento microbiano excesivo durante el almacenamiento, reduciendo significativamente la carga de microorganismos indeseables, en especial los psicrótrofos, que pueden desarrollarse a temperaturas de refrigeración y producir enzimas termorresistentes responsables de la aparición de sabores amargos en el queso.

Asimismo, los intercambiadores de calor se emplean durante la pasteurización de la leche, antes de su llegada a la cuba quesera. Esta etapa es fundamental para garantizar la eliminación de la microbiota patógena y sus enzimas, además de contribuir a la reducción de olores no deseados, como el olor a establo. También permite la inactivación de lipasas presentes en la leche, evitando así la formación de defectos sensoriales en el producto final.

Otra aplicación importante de estos equipos es el mantenimiento de la temperatura de los tanques de salmuera por debajo de los 13 °C, con el objetivo de inhibir el crecimiento de bacterias patógenas y alterantes, y preservar las características organolépticas del queso. Asimismo, se utilizan para enfriar el lactosuero antes de su almacenamiento, con el fin de evitar su alteración durante el tiempo que permanece almacenado.

Por último, en los cálculos que se presentan a continuación, se considera la cantidad de leche utilizado los viernes (1187,57 kg), ligeramente superior al del resto de los días (1150 kg), para dimensionar adecuadamente los equipos y asegurar la eficiencia del proceso.

2.2.1 Termización

El tratamiento térmico de la leche mediante un intercambiador de calor de placas tiene una duración total aproximada de 30 minutos, durante los cuales la leche se somete a una temperatura de 65 °C durante un tiempo de retención de 15 segundos, de acuerdo con los requisitos del proceso de termización. A partir de la cantidad de leche procesada los viernes (1187,57 kg), se determina un caudal másico de leche de:

$$\dot{m}_L = \frac{1187,57 \text{ kg}}{0,5 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h}} = 0,66 \text{ kg/s.}$$

Con el objetivo de mejorar la eficiencia energética del proceso, tal y como se muestra igualmente en la Figura 1, el sistema de intercambio de calor se ha dividido en tres fases principales:



Datos de partida leche precalentada	
Te y Ts	65—Ts _i °C
$\dot{m}_{L3}$	0,66 kg/s
Coeficiente global de transferencia de calor	
U	1000 W/°C·m ²

Siendo el siguiente balance de energía:

$$\dot{Q} = \dot{m}_{L1} \cdot C_{pL1} \cdot \Delta T_{L1} = \dot{m}_{L3} \cdot C_{pL3} \cdot \Delta T_{L3} = U \cdot A \cdot \Delta T_{ln}$$

Pudiendo conocer la temperatura de salida de la leche precalentada.

$$\dot{Q} = \dot{m}_{L1} \cdot C_{pL1} \cdot \Delta T_{L1} = 0,66 \cdot 3,93 \cdot (34,5-4) = 79,11 \text{ kW} = 0,66 \cdot 3,93 \cdot (65-T_{sL3})$$

$$\Rightarrow -T_{sL3} = \frac{79,11}{0,66 \cdot 3,93} - 65 \Rightarrow T_{sL3} = 34,5 \text{ °C.}$$

A continuación, se procede el cálculo de ΔT_{ln} . Sin embargo, dado que la diferencia de temperaturas entre la entrada de la leche caliente y la salida de la leche fría es igual a la diferencia entre la salida de la leche caliente y la entrada de la leche fría, se considera para el cálculo un valor constante de diferencia de temperatura de 30,5 °C.

$$\Delta T_{ln} = \frac{(T_{eL3}-T_{sL1})-(T_{sL1}-T_{eL1})}{\ln \frac{(T_{eL3}-T_{sL1})}{(T_{sL1}-T_{eL1})}} = \frac{(65-34,5)-(34,5-4)}{\ln \frac{(30,5)}{(30,5)}} \text{ (Sin solución). } \Delta T_{ln} = 30,5 \text{ °C.}$$

$$79,11 = 1 \text{ (kW/ °C·m}^2\text{)} \cdot A \cdot 30,5 \Rightarrow A = \frac{79,11}{30,5 \cdot 1} = 2,59 \text{ m}^2.$$

-Fase calentamiento

Se presentan a continuación en la Tabla 2, los parámetros correspondientes a la leche de alimentación y a la leche precalentada, los cuales serán utilizados para el cálculo del área necesaria para el intercambio térmico.

Tabla 2 Datos de partida fase calentamiento para termizar

Datos de partida leche	
C _{pL2}	3,93 kJ/kg·°C
Te y Ts	34,5--65 °C
$\dot{m}_{L2}$	0,66 kg/s
Datos de partida vapor de agua	
h _{fg}	2257 kJ/kg
Te y Ts	100 °C
Coeficiente global de transferencia de calor (U)	
U	1600 W/°C·m ²



Siendo el siguiente balance de energía:

$$\dot{Q} = \dot{m}_{L2} \cdot C_{pL2} \cdot \Delta T_{L2} = \dot{m}_{vap} \cdot C_{pvap} \cdot \Delta T_{vap} = U \cdot A \cdot \Delta T_{ln}$$

Pudiendo conocer el caudal de vapor de agua requerido.

$$\dot{Q} = \dot{m}_{L2} \cdot C_{pL2} \cdot \Delta T_{L2} = 0,66 \cdot 3,93 \cdot (65-34,5) = 79,11 \text{ kW} = \dot{m}_{vap} \cdot h_{fg} \Rightarrow \dot{m}_{vap} = \frac{79,11}{2257} = 0,035 \text{ kg/s.}$$

A continuación, previo al cálculo del área de transferencia de calor requerido, se realiza el cálculo de ΔT_{ln} .

$$\Delta T_{ln} = \frac{(T_{evap} - T_{sL2}) - (T_{svap} - T_{eL2})}{\ln \frac{(T_{evap} - T_{sL2})}{(T_{svap} - T_{eL2})}} = \frac{(100-65) - (100-34,5)}{\ln \frac{(35)}{(64,5)}} = 48,67 \text{ °C.}$$

Siendo este el área de transferencia de calor requerido:

$$79,11 = 1,6 \text{ (kW/ °C} \cdot \text{m}^2) \cdot A \cdot 48,67 \Rightarrow A = \frac{79,11}{48,67 \cdot 1,6} = 1,02 \text{ m}^2.$$

-Fase de enfriamiento

Se presentan a continuación en la Tabla 3, los parámetros correspondientes a la leche de alimentación y a la leche precalentada, los cuales serán utilizados para el cálculo del área necesaria para el intercambio térmico.

Tabla 3 Datos de partida fase enfriamiento para termizar

Datos de partida leche	
C_{pL4}	3,93 kJ/kg·°C
T_e y T_s	34,5--4 °C
$\dot{m}_{L4}$	0,66 kg/s
Datos de partida agua fría	
C_{pag}	3,7 kJ/kg·°C
T_e y T_s	2--23 °C
Coeficiente global de transferencia de calor (U)	
U	1300 W/°C·m ²

Siendo el siguiente balance de energía:

$$\dot{Q} = \dot{m}_{L4} \cdot C_{pL4} \cdot \Delta T_{L4} = \dot{m}_{ag} \cdot C_{pag} \cdot \Delta T_{ag} = U \cdot A \cdot \Delta T_{ln}$$

Pudiendo conocer el caudal de agua requerido.



$$\dot{Q} = \dot{m}_{L4} \cdot C_{pL4} \cdot \Delta T_{L4} = 0,66 \cdot 3,93 \cdot (34,5-4) = 79,11 \text{ kW} = \dot{m}_{ag} \cdot 3,7 \cdot (23-2) \Rightarrow \dot{m}_{ag} = \frac{79,11}{3,7 \cdot 21} = 1,02 \text{ kg/s.}$$

A continuación, previo al cálculo del área de transferencia de calor requerido, se realiza el cálculo de ΔT_{ln}

$$\Delta T_{ln} = \frac{(T_{eL4} - T_{sag}) - (T_{sL4} - T_{eag})}{\ln \frac{(T_{eL4} - T_{sag})}{(T_{sL4} - T_{eag})}} = \frac{(34,5 - 23) - (4 - 2)}{\ln \frac{(11,5)}{(2)}} = 5,43 \text{ °C.}$$

Siendo este el área de transferencia de calor requerido:

$$79,11 = 1,3 \text{ (kW/ °C} \cdot \text{m}^2) \cdot A \cdot 5,43 \Rightarrow A = \frac{79,11}{5,43 \cdot 1,6} = 11,2 \text{ m}^2.$$

-Sección de mantenimiento:

Como parte del diseño del sistema térmico de tratamiento de leche, se ha considerado la necesidad de una sección de mantenimiento externa al intercambiador de calor, destinada a garantizar el tiempo de residencia requerido para el proceso de termización. Esta sección está constituida por un tramo de tubería en forma de serpentín, a través del cual circula el producto manteniéndose a una temperatura constante durante un tiempo definido, asegurando así la efectividad del tratamiento térmico.

El serpentín estará debidamente aislado térmicamente y protegido mediante una rejilla metálica. Esta protección cumple una doble función: por un lado, evita pérdidas térmicas al entorno, y por otro, reduce el riesgo de contacto accidental por parte del personal, mejorando la seguridad en planta.

Primero, se debe calcular el caudal volumétrico de leche con la siguiente ecuación:

$$q = \frac{\dot{m}}{\rho} = \frac{0,66}{1,025} = 0,6439 \text{ l/s.}$$

Donde $\dot{m} = 0,66 \text{ kg/s}$ y $\rho = 1,025 \text{ kg/l}$.

Ahora se procede a calcular el volumen de leche:

$$V = \frac{Q \left(\frac{l}{s} \right) \cdot t_m (s)}{\eta} = \frac{0,6439 \cdot 15}{0,8} = 12,075 \text{ l}$$

Donde $t_m = 15 \text{ s}$.

Conociendo la L de tubería necesaria conociendo que su diámetro para un DN40 es de 0,38 dm.



$$L = \frac{V \cdot 4}{\pi \cdot D^2} = \frac{12,075 \cdot 4}{\pi \cdot 0,38^2} = 10,65 \text{ m}$$

2.2.2 Pasteurización

El tratamiento térmico de la leche mediante un intercambiador de calor de placas tiene una duración total aproximada de 30 minutos, durante los cuales la leche se somete a una temperatura de 75 °C durante un tiempo de retención de 15 segundos, de acuerdo con los requisitos del proceso de pasteurización. A partir de la cantidad de leche procesada los viernes (1187,57 kg), se determina un caudal másico de leche de:

$$\dot{m}_L = \frac{1187,57 \text{ kg}}{0,5 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h}} = 0,66 \text{ kg/s.}$$

Con el objetivo de mejorar la eficiencia energética del proceso, tal y como se muestra igualmente en la Figura 2, el sistema de intercambio de calor se ha dividido en tres fases principales:

Fase de recuperación: La leche cruda, que ingresa al sistema a una temperatura aproximada de 4 °C, es precalentada hasta alcanzar una temperatura intermedia (alrededor de 39,5°C). Este calentamiento se realiza utilizando leche ya pasteurizada a 75 °C, lo cual permite reducir el consumo energético.

Fase de calentamiento final: Posteriormente, la leche precalentada es llevada hasta la temperatura objetivo de 75 °C mediante el uso de vapor de agua saturado, asegurando así el cumplimiento de los parámetros térmicos necesarios para la leche pasteurizada.

Fase de enfriamiento: Finalmente, la leche ya tratada es enfriada hasta alcanzar los 32 °C después de pasar por la fase de regeneración mediante el uso de agua fría proveniente de la red de abastecimiento de agua. Condición óptima para el desarrollo de los cultivos lácticos que se adicionan en esta etapa en la cuba quesera.

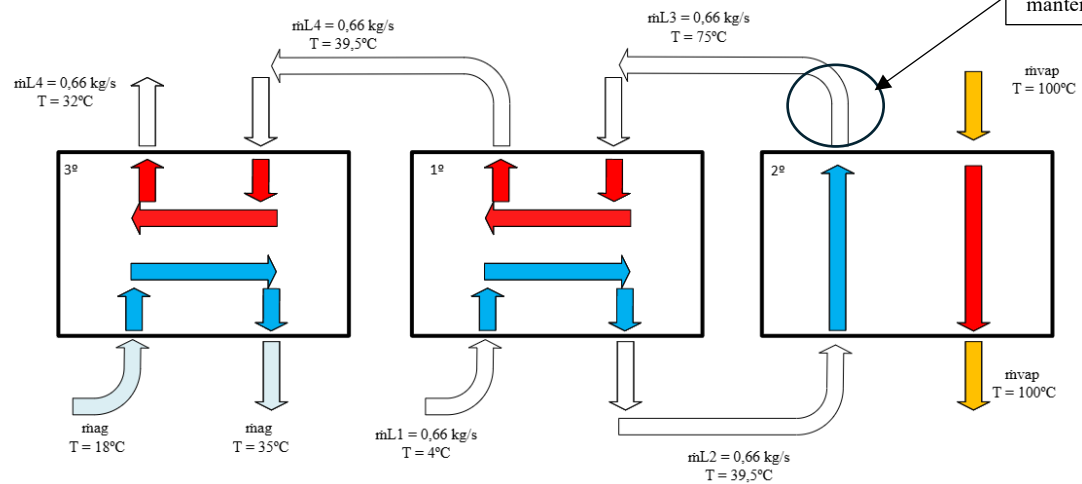


Figura 2 Esquema pasteurización leche.

-Fase de recuperación

Se presentan a continuación en la Tabla 4 los parámetros correspondientes a la leche de alimentación y a la leche precalentada, los cuales serán utilizados para el cálculo del área necesaria para el intercambio térmico.

Tabla 4 Datos de partida fase regeneración para pasteurizar.

Datos de partida leche cruda	
C_{pL1}	3,93 kJ/kg·°C
T_e y T_s	4--39,5 °C
$\dot{m}_{L1}$	0,66 kg/s
Datos de partida leche precalentada	
C_{pL2}	3,93 kJ/kg·°C
T_e y T_s	75— T_{sL} °C
$\dot{m}_{L3}$	0,66 kg/s
Coeficiente global de transferencia de calor	
U	1000 W/°C·m ²

Siendo el siguiente balance de energía:

$$\dot{Q} = \dot{m}_{L1} \cdot C_{pL1} \cdot \Delta T_{L1} = \dot{m}_{L3} \cdot C_{pL3} \cdot \Delta T_{L3} = U \cdot A \cdot \Delta T_{ln}$$

Pudiendo conocer la temperatura de salida de la leche precalentada.

$$\dot{Q} = \dot{m}_{L1} \cdot C_{pL1} \cdot \Delta T_{L1} = 0,66 \cdot 3,93 \cdot (39,5 - 4) = 92,08 \text{ kW} = 0,66 \cdot 3,93 \cdot (75 - T_{sL3})$$

$$\Rightarrow -T_{sL3} = \frac{92,08}{0,66 \cdot 3,93} - 75 \Rightarrow T_{sL3} = 39,5 \text{ °C.}$$



A continuación, se procede al cálculo de ΔT_{ln} . Sin embargo, dado que la diferencia de temperaturas entre la entrada de la leche caliente y la salida de la leche fría es igual a la diferencia entre la salida de la leche caliente y la entrada de la leche fría, se considera para el cálculo un valor constante de diferencia de temperatura de 35,5 °C.

$$\Delta T_{ln} = \frac{(T_{eL3} - T_{sL1}) - (T_{sL1} - T_{eL1})}{\ln \frac{(T_{eL3} - T_{sL1})}{(T_{sL1} - T_{eL1})}} = \frac{(75 - 39,5) - (39,5 - 4)}{\ln \frac{(35,5)}{(35,5)}} \text{ (Sin solución). } \Delta T_{ln} = 35,5 \text{ °C.}$$

$$92,08 = 1 \text{ (kW/°C} \cdot \text{m}^2) \cdot A \cdot 35,5 \Rightarrow A = \frac{92,08}{35,5 \cdot 1} = 2,59 \text{ m}^2.$$

-Fase calentamiento

Se presentan a continuación en la Tabla 5, los parámetros correspondientes a la leche de alimentación y a la leche precalentada, los cuales serán utilizados para el cálculo del área necesaria para el intercambio térmico.

Tabla 5 Datos de partida fase calentamiento para pasteurizar

Datos de partida leche	
C_{pL2}	3,93 kJ/kg·°C
Te y Ts	39,5--75 °C
$\dot{m}_{L2}$	0,66 kg/s
Datos de partida vapor de agua	
h_{fg}	2257 kJ/kg
Te y Ts	100 °C
Coeficiente global de transferencia de calor (U)	
U	1600 W/°C·m ²

Siendo el siguiente balance de energía:

$$\dot{Q} = \dot{m}_{L2} \cdot C_{pL2} \cdot \Delta T_{L2} = \dot{m}_{vap} \cdot C_{pvap} \cdot \Delta T_{vap} = U \cdot A \cdot \Delta T_{ln}$$

Pudiendo conocer el caudal de vapor de agua requerido.

$$\dot{Q} = \dot{m}_{L2} \cdot C_{pL2} \cdot \Delta T_{L2} = 0,66 \cdot 3,93 \cdot (75 - 39,5) = 92,08 \text{ kW} = \dot{m}_{vap} \cdot h_{fg} \Rightarrow \dot{m}_{vap} = \frac{92,08}{2257} = 0,041 \text{ kg/s.}$$

A continuación, previo al cálculo del área de transferencia de calor requerido, se realiza el cálculo de ΔT_{ln} .

$$\Delta T_{ln} = \frac{(T_{evap} - T_{sL2}) - (T_{svap} - T_{eL2})}{\ln \frac{(T_{evap} - T_{sL2})}{(T_{svap} - T_{eL2})}} = \frac{(100 - 75) - (100 - 39,5)}{\ln \frac{(25)}{(60,5)}} = 40,17 \text{ °C.}$$

Siendo este el área de transferencia de calor requerido:



$$92,08 = 1,6 \text{ (kW/}^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2) \cdot A \cdot 40,17 \Rightarrow A = \frac{92,08}{40,17 \cdot 1,6} = 1,43 \text{ m}^2$$

-Fase de enfriamiento

Se presentan a continuación en la Tabla 6, los parámetros correspondientes a la leche de alimentación y a la leche precalentada, los cuales serán utilizados para el cálculo del área necesaria para el intercambio térmico.

Cabe señalar que el sistema ha sido dimensionado para calentar el agua hasta una temperatura de 35 °C, con el objetivo de emplearla posteriormente en la cuba quesera durante el proceso de lavado de pasta. Tal como se indica en la página 18, en dicha etapa es necesario mantener la cuba a 32 °C, y con esta temperatura del agua se garantiza el cumplimiento de ese requisito operativo.

El agua utilizada se almacena durante unas pocas horas en un depósito de acero inoxidable, ubicado junto al intercambiador de calor destinado a la pasteurización. Esta disposición permite asegurar tanto la disponibilidad inmediata del recurso como unas condiciones higiénicas adecuadas para su uso en contacto con el producto. Además, al tratarse de un intercambiador de placas en el que se manejan simultáneamente leche y agua, se minimiza el riesgo de contaminación cruzada por agentes físicos o químicos. Finalmente, al término de la jornada laboral, se llevan a cabo procedimientos de limpieza y desinfección que garantizan las condiciones higiénicas tanto del intercambiador como de la cuba quesera.

Tabla 6 Datos de partida fase enfriamiento para pasteurizar

Datos de partida leche	
C_{pL4}	3,93 kJ/kg·°C
Te y Ts	39,5--32 °C
$\dot{m}_{L4}$	0,66 kg/s
Datos de partida agua fría	
C_{pag}	4,18 kJ/kg·°C
Te y Ts	18--35 °C
Coeficiente global de transferencia de calor (U)	
U	1300 W/°C·m ²

Siendo el siguiente balance de energía:

$$\dot{Q} = \dot{m}_{L4} \cdot C_{pL4} \cdot \Delta T_{L4} = \dot{m}_{ag} \cdot C_{pag} \cdot \Delta T_{ag} = U \cdot A \cdot \Delta T_{ln}$$

Pudiendo conocer el caudal de agua requerido.



$$Q = \dot{m}_{L4} \cdot C_{pL4} \cdot \Delta T_{L4} = 0,66 \cdot 3,93 \cdot (39,5 - 32) = 19,45 \text{ kW} = \dot{m}_{ag} \cdot 4,18 \cdot (35 - 18) \Rightarrow \dot{m}_{ag} = \frac{19,45}{4,18 \cdot 33} = 0,2738 \text{ kg/s.}$$

A continuación, previo al cálculo del área de transferencia de calor requerido, se realiza el cálculo de ΔT_{ln}

$$\Delta T_{ln} = \frac{(T_{eL4} - T_{sag}) - (T_{sL4} - T_{eag})}{\ln \frac{(T_{eL4} - T_{sag})}{(T_{sL4} - T_{eag})}} = \frac{(39,5 - 35) - (32 - 18)}{\ln \frac{(4,5)}{(14)}} = 8,37 \text{ °C.}$$

Siendo este el área de transferencia de calor requerido:

$$19,45 = 1,3 \text{ (kW/ °C} \cdot \text{m}^2) \cdot A \cdot 8,37 \Rightarrow A = \frac{19,45}{8,37 \cdot 1,3} = 1,79 \text{ m}^2.$$

-Sección de mantenimiento:

Como parte del diseño del sistema térmico de tratamiento de leche, se ha considerado la necesidad de una sección de mantenimiento externa al intercambiador de calor, destinada a garantizar el tiempo de residencia requerido para el proceso de pasteurización. Esta sección está constituida por un tramo de tubería en forma de serpentín, a través del cual circula el producto manteniéndose a una temperatura constante durante un tiempo definido, asegurando así la efectividad del tratamiento térmico.

El serpentín estará debidamente aislado térmicamente y protegido mediante una rejilla metálica. Esta protección cumple una doble función: por un lado, evita pérdidas térmicas al entorno, y por otro, reduce el riesgo de contacto accidental por parte del personal, mejorando la seguridad en planta.

Primero, se debe calcular el caudal volumétrico de leche con la siguiente ecuación:

$$q = \frac{\dot{m}}{\rho} = \frac{0,66}{1,00125} = 0,659 \text{ l/s.}$$

Donde $\dot{m} = 0,66 \text{ kg/s}$ y $\rho = 1,00125 \text{ kg/l}$.

Ahora se procede a calcular el volumen de leche:

$$V = \frac{Q \left(\frac{l}{s} \right) \cdot t_m (s)}{\eta} = \frac{0,6439 \cdot 15}{0,8} = 12,26 \text{ l}$$

Donde $t_m = 15 \text{ s}$.

Conociendo la L de tubería necesaria conociendo que su diámetro para un DN40 es de 0,38 dm.



$$L = \frac{V \cdot 4}{\pi \cdot D^2} = \frac{12,36 \cdot 4}{\pi \cdot 0,38^2} = 10,9 \text{ m.}$$

2.2.3 Enfriamiento de la salmuera

Se emplea un intercambiador de calor para mantener la temperatura de la salmuera por debajo de los 13 °C tal y como se muestra de tal manera en la Figura 3 con el fin de asegurar condiciones óptimas durante el proceso de salado. Para ello, se extrae aproximadamente un 30 % del volumen de cada tanque cuando la salmuera alcanza una temperatura cercana a los 12,5 °C, y se enfría hasta los 8 °C antes de ser recirculada, lo que permite mantener el sistema por debajo del umbral establecido.

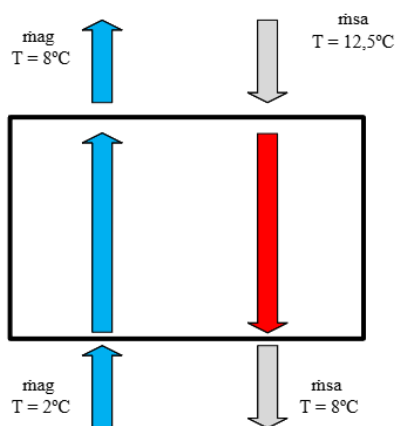


Figura 3 Esquema enfriamiento salmuera

Tanto el volumen de salmuera extraído como la temperatura de salida del intercambiador pueden ajustarse en función de las necesidades operativas del momento. En este caso, el 30 % del volumen de cada tanque equivale a 165 litros. Conociendo que la densidad de la salmuera al 20 % de concentración salina es de 1,16 kg/l, y considerando que el proceso de intercambio térmico se realiza en un tiempo de 30 minutos, se puede calcular el caudal resultante como:

$$\dot{m}_{sa} = 1,16 \cdot 165 / 0,5 = 382,8 \text{ kg/h. Siendo } 0,1063 \text{ kg/s}$$

A continuación, en la Tabla 7, se presentan los parámetros correspondientes de la salmuera el agua fría, los cuales serán utilizados para el cálculo del área necesaria para el intercambio térmico.

Tabla 7 Datos de partida enfriamiento salmuera

Datos de partida salmuera	
C _{sa}	3,38 kJ/kg·°C
T _e y T _s	12,5--8 °C



Datos de partida salmuera	
$\dot{m}_{sa}$	0,1063 kg/s
Datos de partida agua glicolada	
C_{pag}	3,7 kJ/kg·°C
Te y Ts	2--8 °C
Coeficiente global de transferencia de calor (U)	
U	1000 W/°C·m ²

Siendo el siguiente balance de energía:

$$\dot{Q} = \dot{m}_{sa} \cdot C_{psa} \cdot \Delta T_{sa} = \dot{m}_{ag} \cdot C_{pag} \cdot \Delta T_{ag} = U \cdot A \cdot \Delta T_{ln}$$

Pudiendo conocer el caudal de agua requerido.

$$\dot{Q} = \dot{m}_{sa} \cdot C_{psa} \cdot \Delta T_{sa} = 0,1063 \cdot 3,38 \cdot (12,5-8) = 1,62 \text{ kW} = \dot{m}_{ag} \cdot 3,7 \cdot (8-2) \Rightarrow \dot{m}_{ag} = \frac{1,62}{3,7 \cdot 6} = 0,073 \text{ kg/s.}$$

A continuación, previo al cálculo del área de transferencia de calor requerido, se realiza el cálculo de ΔT_{ln}

$$\Delta T_{ln} = \frac{(T_{esa} - T_{sag}) - (T_{ssa} - T_{eag})}{\ln \frac{(T_{esa} - T_{sag})}{(T_{ssa} - T_{eag})}} = \frac{(12,5-8)-(8-2)}{\ln \frac{(4,5)}{(6)}} = 5,21 \text{ °C.}$$

Siendo este el área de transferencia de calor requerido:

$$1,62 = 1 \text{ (kW/°C·m}^2\text{)} \cdot A \cdot 5,21 \Rightarrow A = \frac{1,62}{5,21 \cdot 1} = 0,31 \text{ m}^2.$$

Siendo estos resultados las necesidades para un único tanque de los dos con los que se cuentan en la instalación.

-Frecuencia enfriamiento

Para poder saber la frecuencia en la que se requiere el enfriado de la salmuera en cada tanque se calcula el calor que recibe la pared interior de la salmuera a 12,5 °C respecto al exterior en la sala de procesado a 20°C tal y como se muestra en la Figura 4. Para poder hacer esta operación viable de enfriamiento de salmuera se instala una capa de aislante de lana de vidrio de 3 cm de espesor y $k_2 = 0,038 \text{ W/mK}$ entre ambas paredes de acero inoxidable supuestas de $e = 8 \text{ mm}$ la capa exterior y $e = 12 \text{ mm}$ la capa en contacto con la leche con $k_{1,3} = 14,4 \text{ W/mK}$.

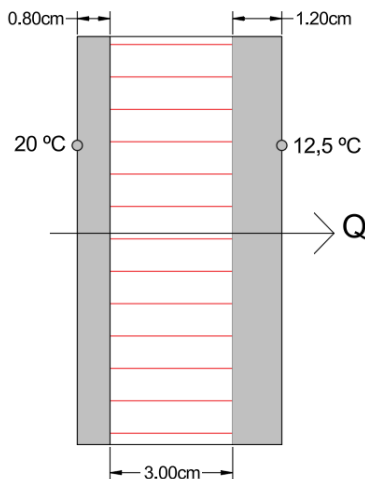


Figura 4 Calor transferido al tanque de salmuera

Primero se calcula el área de transferencia por cada tanque de salmuera de (L·A·H): 1,6·0,9·0,9 m. Siendo A = (1,6·0,9 + 0,9·0,9 + 1,6·0,9) · 2 = 7,38 m².

Entonces se puede calcular $\dot{Q}$ como: $\dot{Q} = \frac{(20-12,5) \cdot A}{\frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \frac{e_3}{k_3}} = \frac{(20-12,5) \cdot 7,38}{\frac{0,008}{14,4} + \frac{0,03}{0,038} + \frac{0,012}{14,4}} = 70 \text{ W}$.

El momento de incorporar 165 l de salmuera a 8 °C, la temperatura del tanque pasa a ser de manera aproximada la combinación de los 385 l de salmuera a 12,5 °C con los mencionado previamente. Siendo T = $\frac{165 \cdot 8 + 385 \cdot 12,5}{165 + 385} = 11,15 \text{ °C}$. Entonces la siguiente vez que se requiera enfriar la salmuera será la siguiente:

Siendo el calor necesario para aumentar la temperatura de toda la salmuera salmuera: $\dot{Q} = m \cdot C_p \cdot \Delta T = 638 \cdot 3,38 \cdot (12,5 - 11,15) = 2911,19 \text{ kJ}$.

Entonces el tiempo requerido se calcula como 2911,19 kJ/ 0,07 kW = 41588,43 s. Siendo 11,55 h. Requiriendo dos enfriamientos por día y tanque de salmuera.

2.2.4 Enfriamiento del lactosuero

Se emplea un intercambiador de calor para reducir la temperatura del lactosuero procedente de la cuba quesera, de aproximadamente 32 °C a unos 6 °C, como se muestra en la Figura 5. Este enfriamiento garantiza condiciones óptimas para el almacenamiento temporal del lactosuero en un tanque, previo a su expedición el mismo día, previniendo el crecimiento microbiano no deseado y preservando sus propiedades fisicoquímicas, lo que asegura su estabilidad y seguridad higiénico-sanitaria hasta su destino final.

Las necesidades de enfriamiento del lactosuero son de 534,15 kg durante el lavado de pasta y de 759,68 kg en el desuere final, con un intervalo de 30 minutos entre ambas operaciones. Para ello, se dimensiona un intercambiador de calor capaz de procesar un caudal de 1068,3 kg/h, equivalente a la cantidad de lactosuero generado en el lavado de pasta (534,15 kg en 0,5 horas). Inicialmente, el lactosuero se bombea desde la cuba quesera a un tanque pulmón en un plazo de 10 minutos, donde se almacena temporalmente antes de ser transferido al intercambiador de calor para su enfriamiento. Posteriormente, cuando se recibe el lactosuero del desuere final en el tanque pulmón, este se enfría progresivamente en el intercambiador. Dado que el dimensionamiento del tanque pulmón se basa en los 534,15 kg del lavado de pasta, resulta suficiente para manejar ambas etapas del proceso.

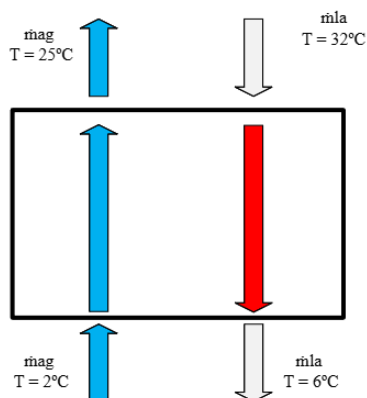


Figura 5 Esquema enfriamiento lactosuero.

Entonces como se ha mencionado previamente el caudal de lactosuero es:

$$\dot{m}_{la} = 534,15/0,5 = 1068,3 \text{ kg/h. Siendo } 0,297 \text{ kg/s}$$

A continuación, en la Tabla 8, se presentan los parámetros correspondientes de la salmuera el agua fría, los cuales serán utilizados para el cálculo del área necesaria para el intercambio térmico.

Tabla 8 Datos partida enfriamiento lactosuero

Datos de partida lactosuero	
C _{pla}	4,18 kJ/kg·°C
Te y Ts	32--6 °C
$\dot{m}_{la}$	0,297 kg/s
Datos de partida agua glicolada	
C _{pag}	3,7 kJ/kg·°C
Te y Ts	2--25 °C



Coeficiente global de transferencia de calor (U)	
U	1000 W/°C·m ²

Siendo el siguiente balance de energía para el caso de $\dot{m}_{la}$:

$$\dot{Q} = \dot{m}_{la} \cdot C_{pla} \cdot \Delta T_{la} = \dot{m}_{ag} \cdot C_{pag} \cdot \Delta T_{ag} = U \cdot A \cdot \Delta T_{ln}$$

Pudiendo conocer el caudal de agua requerido.

$$\dot{Q} = \dot{m}_{la} \cdot C_{pla} \cdot \Delta T_{la} = 0,422 \cdot 4,18 \cdot (32-6) = 32,25 \text{ kW} = \dot{m}_{ag} \cdot 3,7 \cdot (25-2) \Rightarrow \dot{m}_{ag} = \frac{45,86}{3,7 \cdot 23} = 0,38 \text{ kg/s.}$$

A continuación, previo al cálculo del área de transferencia de calor requerido, se realiza el cálculo de ΔT_{ln}

$$\Delta T_{ln} = \frac{(T_{ela} - T_{sag}) - (T_{sla} - T_{eag})}{\ln \frac{(T_{ela} - T_{sag})}{(T_{sla} - T_{eag})}} = \frac{(32-25) - (6-2)}{\ln \frac{(7)}{(4)}} = 5,36 \text{ °C.}$$

Siendo este el área de transferencia de calor requerido:

$$32,25 = 1 \text{ (kW/ °C·m}^2\text{)} \cdot A \cdot 5,36 \Rightarrow A = \frac{32,25}{5,36 \cdot 1} = 6 \text{ m}^2. \text{ Siendo el área utilizada para dimensionar el intercambiador de calor.}$$

2.3 Tanque de refrigeración

Pese a que este tanque posee de un sistema de refrigeración integrado, se calcula las necesidades de energía para mantener la temperatura de la leche a 4°C durante su almacenamiento entre los procesos de termización y pasteurización. Para los cálculos se ha simplificado el área de transferencia de calor como una pared compuesta por una capa intermedia de poliuretano de $e = 45 \text{ mm}$ y $k = 0,023 \text{ W/mK}$ entre dos capas de acero inoxidable supuestas de $e = 8 \text{ mm}$ la capa exterior y $e = 12 \text{ mm}$ la capa en contacto con la leche con $k = 14,4 \text{ W/mK}$ en ambas capas. Tal y como se muestra el esquema en la Figura 6.

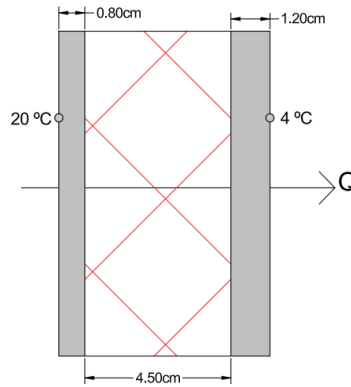


Figura 6 Esquema calentamiento del tanque

El área de intercambio en el que solamente se considera sus paredes laterales se calcula de la siguiente manera:

$$A = H \cdot L = 1,198 \cdot \pi \cdot 1,84 = 6,936 \text{ m}^2.$$

$$\text{Entonces se puede calcular } \dot{Q} \text{ como: } \dot{Q} = \frac{(20-4) \cdot A}{\frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \frac{e_3}{k_3}} = \frac{(20-4) \cdot 6,936}{\frac{0,008}{14,4} + \frac{0,045}{0,023} + \frac{0,012}{14,4}} = 57 \text{ W}.$$

En lo que también se requiere conocer la energía que requiere enfriar un caudal de leche de $\dot{m} = 0,66 \text{ kg/s}$ al llenarse el tanque considerando que puede elevarse 2 °C durante su transporte u otros problemas que puedan surgir.

$$\dot{Q} = \dot{m}_l \cdot C_{pl} \cdot \Delta T_l = 0,66 \cdot 3,93 \cdot 2 = 5,1876 \text{ kW}.$$

Siendo $\dot{Q} = 5,1876 + 0,057 = 5,2446 \text{ kW}$ requeridos para mantener la temperatura de la leche a 4 °C .

2.4 Cuba quesera

Se procede al cálculo de las necesidades energéticas con el fin de determinar la temperatura del agua que debe añadirse para mantener la cuajada a una temperatura próxima a 32 °C .

Para este análisis, se ha simplificado el sistema de transferencia de calor, modelándolo como una pared compuesta. Esta se conforma por una capa aislante intermedia de poliuretano de $e = 4,5 \text{ mm}$ y $k = 0,023 \text{ W/mK}$ entre dos capas de acero inoxidable supuestas de $e = 8 \text{ mm}$ la capa exterior y $e = 12 \text{ mm}$ la capa en contacto con la leche con $k = 14,4 \text{ W/mK}$ en ambas capas. Tal y como se muestra el esquema en la Figura 7.

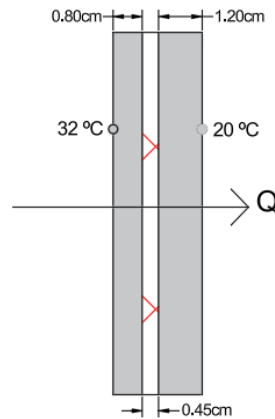


Figura 7 Esquema de calentamiento del tanque

El área de intercambio en el que solamente se considera sus paredes laterales se calcula de la siguiente manera:

$$A = H \cdot L = 0,645 \cdot \pi \cdot 3,35 = 6,936 \text{ m}^2.$$

Entonces se puede calcular $\dot{Q}$ como: $\dot{Q} = \frac{(32-20) \cdot A}{\frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \frac{e_3}{k_3}} = \frac{(32-20) \cdot 6,936}{\frac{0,008}{14,4} + \frac{0,0045}{0,023} + \frac{0,012}{14,4}} = 413,48 \text{ W}.$

-Estimación de la temperatura de la cuajada previo al lavado de pasta:

Desde la pasteurización de la leche hasta el inicio del proceso de lavado de pasta transcurren aproximadamente 2,5 horas. Durante este periodo, se produce una pérdida térmica que puede ser estimada mediante el cálculo de la energía cedida al entorno:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T = 0,1318 \cdot 3,93 \cdot (32-T) = 0,41348 \text{ kW} \Rightarrow T = -(0,798-32) = 31,2^\circ\text{C}$$

Donde $\dot{m} = 1187/2,5 = 474,8 \text{ kg/h} = 0,1318 \text{ kg/s}.$

Por tanto, al cabo de 2,5 horas, se estima que la cuajada alcanza una temperatura de 31,2 °C.

-Temperatura del agua necesaria para restablecer otra vez los 32 °C en la cuajada.

Durante el proceso de lavado de pasta, se añaden 300 litros de agua a la cuajada parcialmente desuerada. En esta etapa, la cantidad de cuajada es de 682,5 litros (resultado del primer desuerado).

Aplicando el principio de equilibrio térmico entre ambos volúmenes:



$32 = \frac{300 \cdot T + 682,5 \cdot 31,5}{300 + 682,5} \Rightarrow T = 33,13 \text{ }^{\circ}\text{C}$ mínima de agua para alcanzar una temperatura de la cuajada de $32 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

No obstante, con el fin de compensar posibles pérdidas térmicas durante la manipulación y asegurar una temperatura final óptima de $32,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, se emplea agua a $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Esto garantiza que se mantienen las condiciones térmicas requeridas para las etapas posteriores del proceso.

2.5 Resumen necesidades de los equipos

A continuación, en la Tabla 9, se recogen las necesidades de energía, agua glicolada y vapor de agua correspondientes a los equipos descritos previamente.

Las características técnicas de dichos equipos, incluidos los modelos de intercambiadores de calor de placas empleados en cada operación, se encuentran detalladas en el Anejo del proceso productivo.

Cabe señalar que la cuba quesera no se incluye en la tabla, ya que el agua utilizada para mantener su temperatura procede del agua caliente generada durante la etapa de pasteurización, compartiendo así el mismo circuito térmico.

Dentro de las necesidades para el enfriamiento de la salmuera, se contempla el uso de uno de los dos tanques disponibles en la instalación. Cabe destacar que dicho proceso de enfriamiento se realiza dos veces al día en cada tanque. Además, en la tabla se incluyen también las necesidades correspondientes a uno de los dos ciclos diarios de enfriamiento del lactosuero

Tabla 9 Resumen necesidades equipos.

Necesidades	Energía (kW)	Vapor de agua (kg/s)	Agua glicolada (kg/s)	A (m ²)	Número placas
Termización	79,11	0,035	1,02	13,21	72
Pasteurización	92,08	0,041	0,2738 (agua potable)	5,13	28
Enfriamiento lactosuero	32,25		0,38	6	33
Enfriamiento salmuera	1,62		0,073	0,31	5
Tanque leche	5,25				

Para presentar de forma clara y visual las necesidades de calor y frío de cada equipo, y como soporte a la tabla mostrada previamente, se detalla en el siguiente esquema las fuentes correspondientes a dichas necesidades.

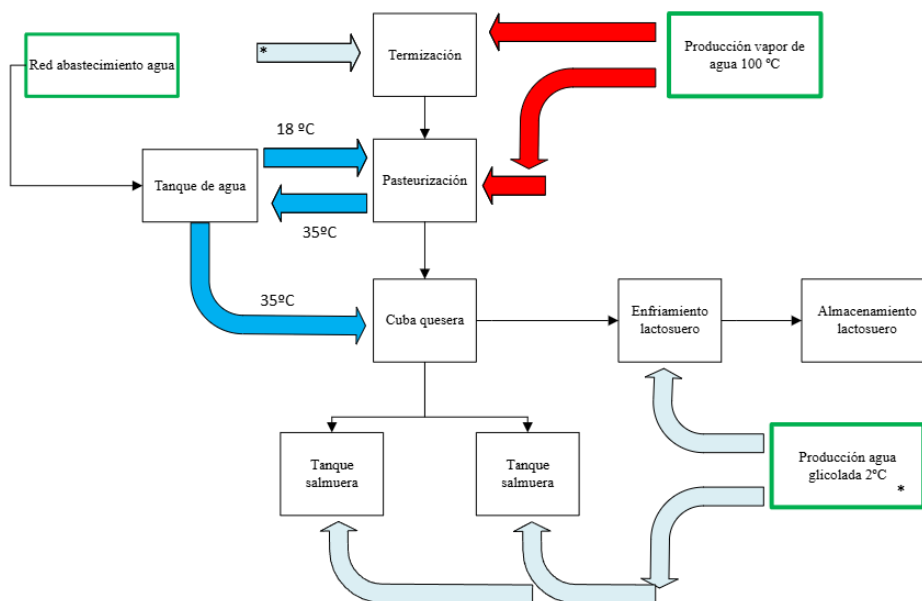


Figura 8 Esquema de necesidades de vapor y agua glicolada en el proceso productivo

3 INSTALACIÓN DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

3.1 Normativa

-Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

ITC EP-1: Calderas

ITC EP-2: Recipientes a presión simples

ITC EP-3: Recipientes a presión transportables

ITC EP-4: Tuberías

-Estándar del American Petroleum Institute (API). Diámetro nominal NPS y la cédula SCH

-Norma UNE EN 10255: Tuberías de acero no aleado aptas para soldadura y roscado. Condiciones técnicas de entrega



3.2 Leyenda

$\dot{m}_c$ = Caudal circulante (kg/h)

h_{fg} = Calor latente de vaporización (kJ/kg)

v = Velocidad del vapor (m/s)

$P_{servicio}$ = Presión de servicio (bar)

L_T = Longitud total tramo instalación (m)

Φ = Diámetro tubería (mm)

q = Caudal volumétrico vapor de agua (m³/s)

V_g = volumen específico del vapor (m³/kg)

3.3 Esquema de la instalación

A continuación, se muestra en la Figura 9 el esquema de la instalación de distribución de vapor de agua. Diseñado como un sistema a presión, asegurando una operación eficiente y segura a lo largo de todo el proceso productivo.

Para evitar la presencia de agua líquida en las líneas de distribución, la cual puede ocasionar problemas de corrosión, disminución de la eficiencia térmica (al no aportar calor latente) y golpes de ariete. Se instalan purgadores de línea distribuidos con una separación máxima recomendada de 50 metros entre tramos.

También se colocan manómetros antes de cada válvula de control y después de los purgadores, lo que permite un monitoreo constante de la presión y facilita el mantenimiento preventivo. Para garantizar la calidad del vapor, se incorporan filtros (al menos uno por tramo) que actúan como barrera frente a partículas o impurezas arrastradas por el fluido.

El sistema está conectado a la red de agua tratada, la cual alimenta un acumulador encargado de reponer las pérdidas de agua por condensación. En el punto más alejado del generador de vapor se instala un purgador de aire, fundamental para evitar la acumulación de aire en las tuberías, ya que su presencia puede provocar lecturas de presión inexactas (sumando la presión del vapor y la atmosférica) y afectar el rendimiento térmico del sistema.

La red de distribución se instala fuera de la sala de trabajo, en cumplimiento de los requisitos de seguridad e higiene alimentaria.

En cuanto al almacenamiento de combustible, este se realiza en un depósito situado en el interior del edificio, sobre superficie, por no considerarse adecuado su emplazamiento en el exterior. El almacenamiento está destinado a gasóleo C, el cual se encuentra en condiciones por debajo de su punto de inflamación. El tanque incorpora un sistema de venteo que permite regular la presión debido a los cambios de volumen debidos a los procesos de llenado, vaciado o variaciones térmicas del entorno, evitando así deformaciones estructurales. Además, se dispone de un sistema de protección contra la penetración de chispas o llamas, garantizando la seguridad frente a posibles focos de ignición.

En el caso de depósitos de pared simple, se instala un cubeto de retención, cuya función es recoger posibles fugas o pérdidas de combustible. En cambio, en este caso el depósito cuenta con doble pared, por lo que no se requiere un cubeto adicional, ya que este diseño cumple con las condiciones de contención secundaria exigidas por la normativa.

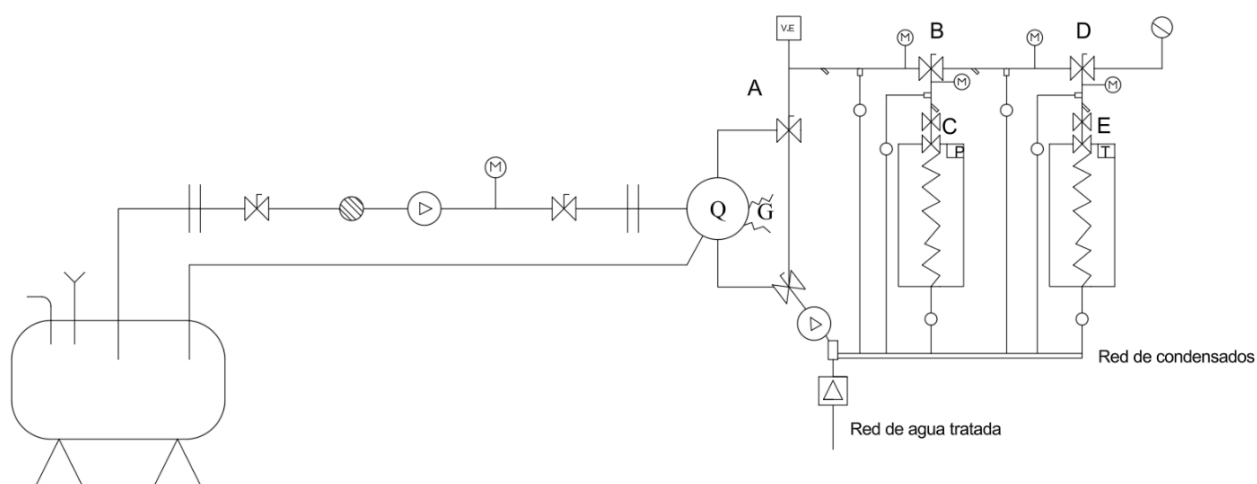


Figura 9 Esquema instalación distribución de vapor

3.4 Datos de cálculo generales

3.4.1 Caudal circulante

El caudal circulante total se determina a partir de la demanda de vapor de los equipos involucrados en el proceso, considerando un incremento adicional del 10% sobre dicha demanda, así como un caudal de retorno de condensados. Este último se estima en un



valor comprendido entre 60 kg/h y 200 kg/h, ajustado para que el caudal circulante total sea un número entero (centena exacta).

Los dos equipos que requieren vapor para su operación son los siguientes:

-Termización:

Requerimiento energético 79,11 kW

Vapor saturado a 100 °C y condensados salen a la misma temperatura

$$h_{fg} = 2257 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_c = 79,11 \text{ kJ/s} \cdot 3600 \text{ s/h} = 284796 \text{ kJ/h} \Rightarrow \dot{m}_c = \frac{284796}{h_{fg}} = \frac{284796}{2257} = 126,18 \text{ kg/h.}$$

-Pasterización:

Requerimiento energético 92,08 kW

Vapor saturado a 100 °C y condensados salen a la misma temperatura

$$h_{fg} = 2257 \text{ kJ/kg}$$

$$\dot{m}_c = 92,08 \text{ kJ/s} \cdot 3600 \text{ s/h} = 331488 \text{ kJ/h} \Rightarrow \dot{m}_c = \frac{331488}{h_{fg}} = \frac{331488}{2257} = 146,87 \text{ kg/h.}$$

Resumen caudal requerido

-Suma de ambos equipos: $\dot{m}_c = 126,18 + 146,87 = 273,05 \text{ kg/h.}$

-Incremento del 10% (Pérdidas) y caudal condensados redondeado a número entero:

$$\dot{m}_c = 273,05 \cdot 1,1 + 69,645 \text{ kg/h} = 370 \text{ kg/h.}$$

3.4.2 Velocidad del vapor

Para determinar el diámetro de las tuberías se fija la velocidad de circulación del vapor.

Por ello, se considera una velocidad:

$v = 50 \text{ m/s}$ en las líneas principales (A-B, B-D)

$v = 20 \text{ m/s}$ en las líneas secundarias (B-C, D-E)

Esto permite dimensionar la instalación en las condiciones más desfavorables posibles, ya que estas son las velocidades máximas de circulación contempladas por el reglamento de equipos a presión.



3.4.3 Presión del circuito

Para el cálculo de la presión de servicio en una instalación de vapor, se toma como referencia la presión en el punto más desfavorable, es decir, el punto más alejado de la caldera dentro del sistema. A esta presión se le aplica un incremento del 20%, conforme a lo establecido por el Reglamento de Equipos a Presión, el cual contempla esta pérdida máxima admisible en el diseño de redes de distribución.

En este caso, se parte de una temperatura de operación de 100 °C, correspondiente a una presión absoluta de 1,013 bar, que equivale a 0 bar de presión manométrica (relativa).

La presión de servicio se calcula de la siguiente manera:

$P_{\text{servicio}} = P \text{ (más desfavorable)} + 20 \% \text{ pérdidas} = 1,013 + 0,2 \cdot 1,013 = 1,2156 \text{ bar}$. Que corresponde a 0,2026 bar de presión manométrica (relativa), siendo la presión de servicio para el diseño de tuberías.

3.5 Cálculo de la instalación

3.5.1 Tramo A-B (línea principal):

Tramo de instalación principal desde el generador hasta la derivación para el intercambiador de calor correspondiente a la pasteurización.

Datos:

$$\dot{m}_c = 370 \text{ kg/h}$$

$$P_{\text{servicio}} = 0,2026 \text{ bar}; V_g = 1,411 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v = 50 \text{ m/s}$$

$$V_g = 1,411 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$L \text{ tramos rectos} = 17,5 \text{ m}$$

Accesorios

2 codos 90°

4 codos 45°

Válvula de compuerta abierta

Té confluencia de ramal (paso recto)



Válvula de retención de batiente

Válvula de paso recto y asiento inclinado.

Primero se realiza el cálculo del diámetro necesario siendo su fórmula:

$$\Phi = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,145}{\pi \cdot 50}} = 0,0607 \text{ m. Siendo } 60,76 \text{ mm. Eligiendo un diámetro nominal de } 3'' (80 \text{ mm}).$$

$$\text{Donde } q = \dot{m}_c / 3600 \cdot V_g = 370 / 3600 \cdot 1,411 = 0,145 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Conociendo el diámetro de tubería que se va a utilizar, se procede a realizar el cálculo de la L_t del tramo A-B a partir de la Tabla 10 donde se muestran las longitudes equivalentes en metros de las pérdidas de carga localizadas correspondientes a diferentes elementos singulares de las redes hidráulicas.

Tabla 10 Longitudes equivalentes accesorios.

Clase de resistencia aislada		Diámetros nominales de las tuberías										
		3/8 10	1/2 15	3/4 20	1 25	1 1/4 32	1 1/2 40	2 50	2 1/2 65	3 80	4 100	
	manguito de unión	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	
	cono de reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	
	codo o curva de 45°	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25	
	curva de 90°	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97	
	codo de 90°	0,38	0,50	0,83	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	
	"te" de 45°	1,02	0,84	0,90	0,96	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	
	"te" arqueada o de curvas ("pantalones")	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	
	"te" confluencia de ramal (paso recto)	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	
	"te" derivación a ramal	1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,80	5,00	5,50	6,20	6,90	
	válvula retención de batiente de pistón	0,20 1,33	0,30 1,70	0,55 2,32	0,75 2,85	1,15 3,72	1,50 4,87	1,90 5,75	2,65 6,91	3,40 8,40	4,88 11,1	
	válvula retención paso de escuadra	5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0	

Clase de resistencia aislada		Diámetros nominales de las tuberías										
		3/8 10	1/2 15	3/4 20	1 25	1 1/4 32	1 1/2 40	2 50	2 1/2 65	3 80	4 100	
	válvula de compuerta abierta	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,00	
	válvula de paso recto y asiento inclinado	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69	8,80	
	válvula de globo	4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	
	válvula de escuadra o ángulo (abierta)	1,90	2,55	3,35	4,30	5,50	6,85	8,60	11,1	13,7	17,1	
	válvula de asiento de paso recto	–	3,40	3,60	4,50	5,85	8,10	9,00	–	–	–	
	intercambiador	–	–	–	2,1	5	12,5	13,2	14,2	25	–	
	radiador	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	
	radiador con valvulería	3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,10	11,40	12,70	
	caldera	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	
	caldera con valvulería	3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,00	
	contador general individual o divisionario	4,5 m.c.a. 10 m.c.a.										

Fuente: Calderón, F. (2023). Documentación asignatura Ingeniería del calor. UPM.

$L_t = 17,5 + 2 \cdot 2,01 + 4 \cdot 1,18 + 0,81 + 0,8 + 3,4 + 6,69 = 37,94 \text{ m}$ (Al ser menor de 50 m no es necesario poner dos purgadores).

El siguiente paso es calcular el caudal de condensados que se pierden en este tramo, siendo calculado en la Tabla 11 que se muestra a continuación. Esta tabla muestra el caudal condensado por cada 100 m de tubería en la puesta en marcha en función de la presión del vapor y el diámetro de esta.



Se considera el caudal en puesta en marcha debido a que este representa un tiempo mayor del 40% (considerado significativo). Siendo 30 minutos para la puesta en marcha y 60 minutos en régimen de ambos equipos.

Tabla II Caudal condensado

TABLA I Caudal condensado en el periodo de puesta en marcha expresado en kg/100 metros de tubería. Temperatura ambiente 21 °C															
Presión del vapor kg/cm ² man.	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	Factor de corrección para -18 °C
0,7	11	17	23	33	44	58	86	123	162	183	251	316	373	520	1,41
2	13	21	27	39	53	71	114	147	196	232	303	384	450	630	1,35
4	16	26	34	48	66	85	128	181	241	286	372	470	553	771	1,29
7	19	30	40	56	76	99	148	211	280	330	431	545	641	893	1,26
9	20	32	42	60	81	106	159	226	298	354	461	582	686	955	1,25
12	23	36	47	67	91	118	177	251	333	394	516	650	765	1065	1,23
18	26	41	53	76	102	133	199	284	375	445	580	732	861	1201	1,21
21	37	57	76	111	155	212	323	479	659	790	1015	1271	1555	1759	1,20
28	41	63	85	124	172	236	359	533	734	878	1129	1445	1729	2455	1,18
35	45	69	92	135	187	257	390	579	796	955	1228	1537	1778	2668	1,17
42	49	74	100	146	202	278	423	626	861	1033	1329	1664	2034	2885	1,16

Los caudales dados están basados en tuberías Schedule 40 para presiones hasta 18 kg/cm². Por encima de esta presión, tuberías Schedule 80.
Para temperatura exterior de -18 °C multiplicar el caudal por el factor de corrección indicado.

Fuente: Calderón, F. (2023). Documentación asignatura Ingeniería del calor. UPM.

Como la $P_{\text{servicio}} = 0,2026$ bar se interpola con los valores de 3". $\frac{2-0,7}{27-23} = \frac{0,7-0,2026}{23-x} \Rightarrow x = 21,47$ kg condensados/100 m de tubería. Siendo $21,47 \cdot 37,94/100 = \underline{8,15 \text{ kg condensados/h}}$ que debe sacar el purgador.

El siguiente paso es calcular la caída de presión que experimenta el tramo A-B. Se realiza mediante la Figura 10 donde se muestra la caída de presión por cada 100 m de tubería a 7 bar. Necesitando calcular el factor de corrección (f) para la presión de 0,2026 bar tal y como se muestra en la Figura 10 mismamente.

Con $\dot{m}_c = 370$ kg/h, $P_{\text{servicio}} = 0,2026$ bar y $\Phi = 3''$ la caída de presión es de 0,0045 bar / 100 m y a 7 bar de presión.

Siendo $\Delta P_{AB} = f \cdot 0,0045 \cdot 37,94/100 = 0,00983$ bar

Donde f se calcula $\frac{0,35-0,14}{5,2-6} = \frac{0,2026-0,14}{x-6} = f = 5,76$

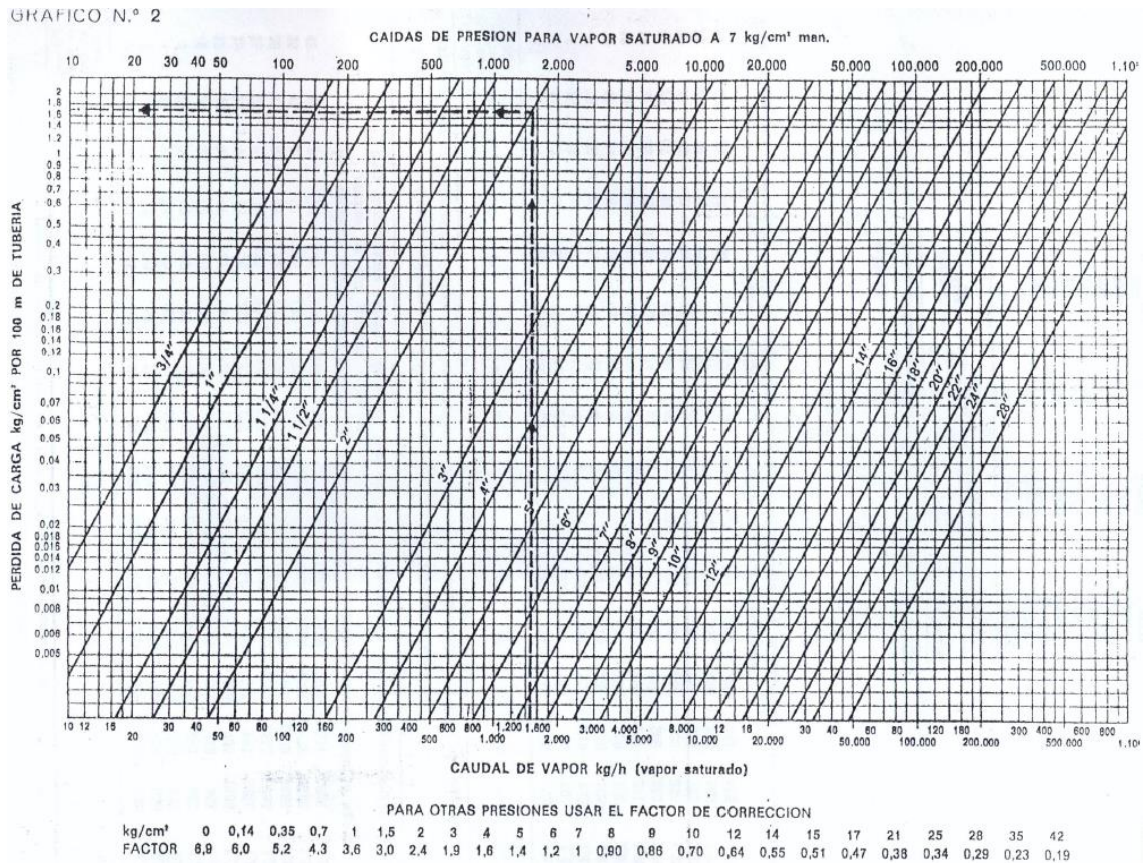


Figura 10 Caídas de presión para vapor saturado. Fuente: Calderón, F. (2023). Documentación asignatura Ingeniería del calor. UPM.

3.5.2 Tramo B-C (línea secundaria)

Tramo de instalación secundaria desde la primera derivación hasta el intercambiador de calor correspondiente a la pasteurización.

Datos:

$$\dot{m}_c = 146,87 \text{ kg/h}$$

$$P_{\text{servicio}} = 0,2026 - 0,00983 = 0,19277 \text{ bar}; V_g = 1,422 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

$$L \text{ tramos rectos} = 3,8 \text{ m}$$

Accesorios

2 codos 90°

Válvula de compuerta abierta

Válvula retención paso escuadra



Primero se realiza el cálculo del diámetro necesario siendo su fórmula:

$$\Phi = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,058}{\pi \cdot 20}} = 0,0608 \text{ m. Siendo } 60,8 \text{ mm. Eligiendo un diámetro nominal de } 2 \frac{1}{2}''.$$

$$\text{Donde } q = \dot{m}_c / 3600 \cdot V_g = 146,87 / 3600 \cdot 1,422 = 0,058 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Conociendo el diámetro de tubería que se va a utilizar, se procede a realizar el cálculo de la L_t del tramo B-C a partir de la Tabla 10 donde se muestran las longitudes equivalentes en metros de las pérdidas de carga localizadas correspondientes a diferentes elementos singulares de las redes hidráulicas.

$$L_t = 3,8 + 1,94 \cdot 2 + 0,69 + 21 = 29,37 \text{ m. Al ser menor de } 50 \text{ m no es necesario la instalación de dos purgadores.}$$

El siguiente paso es calcular el caudal de condensados que se pierden en este tramo, siendo calculado en la Tabla 11. Esta tabla muestra el caudal condensado por cada 100 m de tubería en la puesta en marcha en función de la presión del vapor y el diámetro de esta.

Se considera el caudal en puesta en marcha debido a que este representa un tiempo mayor del 40% (considerado significativo). Siendo 30 minutos para la puesta en marcha y 60 minutos en régimen de ambos equipos.

$$\text{Como la } P_{\text{servicio}} = 0,19277 \text{ bar se interpola con los valores de } 2 \frac{1}{2}'' \cdot \frac{2-0,7}{21-17} = \frac{0,7-0,19277}{17-x}$$
$$\Rightarrow x = 15,44 \text{ kg condensados/100 m de tubería. Siendo } 15,44 \cdot 29,37/100 = \underline{4,53 \text{ kg condensados/h que debe sacar el purgador.}}$$

Se finaliza con el cálculo de la caída de presión que experimenta el tramo B-C. Se realiza mediante la Figura 10 donde se muestra la caída de presión por cada 100 m de tubería a 7 bar. Necesitando calcular el factor de corrección (f) para la presión de 0,19404 bar tal y como se muestra en la Figura 10 mismamente. En este caso se realiza una aproximación de la caída de presión ente 2 y 3 pulgadas por no mostrarse en el grafico la correspondiente a este tramo.

Con $\dot{m}_c = 146,87 \text{ kg/h}$, $P_{\text{servicio}} = 0,19404 \text{ bar}$ y $\Phi = 2 \frac{1}{2}''$ la caída de presión es de 0,009 bar / 100 m y a 7 bar de presión.

$$\text{Siendo } \Delta P_{BC} = f \cdot 0,009 \cdot 29,37/100 = \underline{0,015 \text{ bar}}$$



Donde f se calcula $\frac{0,35-0,14}{5,2-6} = \frac{0,19404-0,14}{x-6} = f = 5,79$

3.5.3 Tramo B-D (línea principal)

Tramo de instalación principal desde la primera derivación para el intercambiador de calor correspondiente a la pasteurización hasta la segunda derivación para el intercambiador de calor correspondiente a la termización.

Datos

$$\dot{m}_c = 370 - 8,15 - 146,87 = 214,98 \text{ kg/h.}$$

$$P_{\text{servicio}} = 0,19277 \text{ bar; } V_g = 1,422 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v = 50 \text{ m/s.}$$

$$L \text{ tramos rectos} = 6,5 \text{ m}$$

Accesorios

Codo 90°

Codo 45°

Té confluencia de ramal (paso recto)

Válvula de compuerta abierta

Válvula de retención de batiente

Válvula de paso recto y asiento inclinado.

Primero se realiza el cálculo del diámetro necesario siendo su fórmula:

$$\Phi = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0849}{\pi \cdot 50}} = 0,0466 \text{ m. Siendo } 46,6 \text{ mm. Eligiendo un diámetro nominal de}$$

2 1/2".

$$\text{Donde } q = \dot{m}_c / 3600 \cdot V_g = 214,98 / 3600 \cdot 1,422 = 0,0849 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Conociendo el diámetro de tubería que se va a utilizar, se procede a realizar el cálculo de la L_t del tramo B-D a partir de la Tabla 10 donde se muestran las longitudes equivalentes en metros de las pérdidas de carga localizadas correspondientes a diferentes elementos singulares de las redes hidráulicas.



$L_t = 6,5 + 1,94 + 1 + 0,7 + 0,69 + 2,65 + 5,51 = 18,99$ m. Al ser menor de 50 m no es necesario la instalación de dos purgadores.

El siguiente paso es calcular el caudal de condensados que se pierden en este tramo, siendo calculado en la Tabla 11. Esta tabla muestra el caudal condensado por cada 100 m de tubería en la puesta en marcha en función de la presión del vapor y el diámetro de esta.

Se considera el caudal en puesta en marcha debido a que este representa un tiempo mayor del 40% (considerado significativo). Siendo 30 minutos para la puesta en marcha y 60 minutos en régimen de ambos equipos.

Como la $P_{\text{servicio}} = 0,19277$ bar se interpola con los valores de $2 \frac{1}{2}$ `` $\frac{2-0,7}{21-17} = \frac{0,7-0,19277}{17-x}$
 $\Rightarrow x = 15,44$ kg condensados/100 m de tubería. Siendo $15,44 \cdot 18,99/100 = \underline{2,93}$ kg condensados/h que debe sacar el purgador.

Se finaliza con el cálculo de la caída de presión que experimenta el tramo B-D. Se realiza mediante la Figura 10 donde se muestra la caída de presión por cada 100 m de tubería a 7 bar. Necesitando calcular el factor de corrección (f) para la presión de 0,19404 bar tal y como se muestra en la Figura 10 mismamente. En este caso se realiza una aproximación de la caída de presión ente 2 y 3 pulgadas por no mostrarse en el grafico la correspondiente a este tramo.

Con $\dot{m}_c = 216,04$ kg/h, $P_{\text{servicio}} = 0,19277$ bar y $\Phi = 2 \frac{1}{2}$ `` la caída de presión es de 0,011 bar / 100 m y a 7 bar de presión.

Siendo $\Delta P_{BD} = f \cdot 0,0011 \cdot 18,99/100 = 0,012$ bar

Donde f se calcula $\frac{0,35-0,14}{5,2-6} = \frac{0,19404-0,14}{x-6} = f = 5,79$

3.5.4 Tramo D-E (línea secundaria):

Tramo de instalación secundaria desde la segunda derivación hasta el intercambiador de calor correspondiente a la termización.

Datos:

$$\dot{m}_c = 126,18 \text{ kg/h}$$

$$P_{\text{servicio}} = 0,19277 - 0,012 = 0,18077 \text{ bar}; V_g = 1,434 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$



L tramos rectos = 2,4 m

Accesorios

2 codos 90°

Válvula de compuerta abierta

Válvula retención paso escuadra.

Primero se realiza el cálculo del diámetro necesario siendo su fórmula:

$$\Phi = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0503}{\pi \cdot 20}} = 0,05656 \text{ m. Siendo } 56,56 \text{ mm. Eligiendo un diámetro nominal de } 2 \frac{1}{2}''.$$

$$\text{Donde } q = \dot{m}_c / 3600 \cdot V_g = 126,18 / 3600 \cdot 1,434 = 0,0503 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Conociendo el diámetro de tubería que se va a utilizar, se procede a realizar el cálculo de la L_t del tramo D-E a partir de la Tabla 10 donde se muestran las longitudes equivalentes en metros de las pérdidas de carga localizadas correspondientes a diferentes elementos singulares de las redes hidráulicas.

$L_t = 2,4 + 2 \cdot 1,94 + 0,69 + 21 = 27,97 \text{ m}$. Al ser menor de 50 m no es necesario la instalación de dos purgadores.

El siguiente paso es calcular el caudal de condensados que se pierden en este tramo, siendo calculado en la Tabla 11. Esta tabla muestra el caudal condensado por cada 100 m de tubería en la puesta en marcha en función de la presión del vapor y el diámetro de esta.

Se considera el caudal en puesta en marcha debido a que este representa un tiempo mayor del 40% (considerado significativo). Siendo 30 minutos para la puesta en marcha y 60 minutos en régimen de ambos equipos.

Como la $P_{\text{servicio}} = 0,1877 \text{ bar}$ se interpola con los valores de $2 \frac{1}{2}''$ $\frac{2-0,7}{21-17} = \frac{0,7-0,1877}{17-x} \Rightarrow$
 $x = 15,4 \text{ kg condensados}/100 \text{ m de tubería}$. Siendo $15,4 \cdot 27,97/100 = \underline{4,31 \text{ kg condensados/h}}$ que debe sacar el purgador.

Se finaliza con el cálculo de la caída de presión que experimenta el tramo D-E. Se realiza mediante la Figura 10 donde se muestra la caída de presión por cada 100 m de tubería a 7 bar. Necesitando calcular el factor de corrección (f) para la presión de 0,1877 bar tal y



como se muestra en la Figura 10 mismamente. En este caso se realiza una aproximación de la caída de presión ente 2 y 3 pulgadas por no mostrarse en el grafico la correspondiente a este tramo.

Con $\dot{m}_c = 126,18 \text{ kg/h}$, $P_{\text{servicio}} = 0,1877 \text{ bar}$ y $\Phi = 2 \frac{1}{2}$ " la caída de presión es de 0,008 bar / 100 m y a 7 bar de presión.

Siendo $\Delta P_{BD} = f \cdot 0,008 \cdot 27,97/100 = 0,013 \text{ bar}$

Donde f se calcula $\frac{0,35-0,14}{5,2-6} = \frac{0,18204-0,14}{x-6} = f = 5,84$.

3.5.5 Resumen cálculos instalación

A continuación, se muestra en la Tabla 12 el caudal condensado y la pérdida por tramo de tubería con su diámetro correspondiente para comprobar que el caudal de condensado es <69,645 kg/h y que las pérdidas de presión son <0,2026 bar.

Tabla 12 Resumen instalación.

Tramo	Diámetro tubería	Caudal condensados	Pérdida de presión
A-B	3"	8,15 kg/h	0,00983 bar
B-C	2 1/2"	4,53 kg/h	0,015 bar
B-D	2 1/2"	2,93 kg/h	0,012 bar
D-E	2 1/2"	4,31 kg/h	0,013 bar
TOTAL		19,92 kg/h	0,04983 bar

3.6 Dimensionado del sistema térmico: generador, quemador y almacenamiento de gasóleo C.

Para el dimensionamiento del sistema de generación vapor, se consideran los siguientes parámetros:

Caudal de vapor necesario: $\dot{m}_c = 370 \text{ kg/h}$.

Presión de servicio: 0,2026 bar; $V_g = 1,411 \text{ m}^3/\text{kg}$.

Rendimiento teórico de la instalación: $\eta = 0,9$ (Dentro del rango del mínimo establecido por el Reglamento de Equipos de Presión de 0,85).

El retorno de condensados, inicialmente a 100 °C, circula por una tubería de 3" (diámetro nominal de 80 mm y espesor de 4,05 mm), con aislamiento de lana de vidrio de 40 mm. Debido a las pérdidas térmicas durante el transporte, el agua retorna a una temperatura de



65,5 °C. Se supone una temperatura de entrada del agua de red de 20 °C para el arranque del sistema.

3.6.1 Cálculo de la potencia útil

La potencia útil necesaria para el funcionamiento de la caldera se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P. \text{ útil} = \dot{m}_c \cdot (h_{fg} + h_{f_{\text{vapor}}} - h_{f_{\text{liquido}}})$$

-Puesta en marcha con agua a 20 °C:

$$P. \text{ útil} = 370 \cdot (h_{fg_{0,2026 \text{ bar}}} + h_{f_{0,2026 \text{ bar}}} - h_{f_{20^\circ\text{C}}}) = 370 \cdot (2243,4 + 440,8 - 90,7) = 959595 \text{ kJ/h} \Rightarrow 479800 \text{ kJ (Periodo de arranque de 30 minutos).}$$

-En régimen con agua a 65,5 °C:

$$P. \text{ útil} = 370 (h_{fg_{0,2026 \text{ bar}}} + h_{f_{0,2026 \text{ bar}}} - h_{f_{65,5^\circ\text{C}}}) = 370 \cdot (2243,4 + 440,8 - 271,93) = 892540 \text{ kJ/h} \Rightarrow 892540 \text{ kJ (1 hora en régimen como suma de 30 minutos de pasteurización y termización).}$$

La potencia útil correspondiente para dimensionar al Generador es el de puesta en marcha: P útil = 959595 kJ/h. Con unas necesidades de caudal circulante de vapor de 370 kg/h.

Se selecciona, por tanto, un generador de vapor pirotubular de tres pasos de humos con inversión de llama con producciones de vapor de 50 kg/h a 5000 kg/h y potencia térmica desde 30 kW a 4.000 kW. También se indica que los rendimientos son de hasta el 91% (Manteniéndose aun así para el cálculo de la potencia nominal el rendimiento del 90% que se ha establecido previamente).

3.6.2 Cálculo del quemador

La potencia nominal del quemador se obtiene considerando el rendimiento global del sistema:

$$P. \text{ nominal} = \frac{P. \text{ útil}}{\eta} = \frac{959595}{0,90} = 1066217 \text{ kJ/h.}$$

El quemador opera a una presión de trabajo de 5 mbar, con un sistema de atomización por pulverización mecánica.



3.6.3 Combustible

El combustible seleccionado es gasóleo tipo C, con un poder calorífico inferior (PCI) de $\text{PCI} = 41800 \text{ kJ/kg}$ y densidad de 850 kg/m^3

Se procede a calcular sus necesidades:

-Consumo de combustible puesta en marcha:

$$\frac{P_{\text{nominal}}}{\text{PCI}} = \frac{1066217}{41800} = 25,5 \text{ kg/h} = 30 \text{ l/h}$$

-Consumo de combustible en régimen:

$$\frac{P_{\text{util}}}{\text{PCI} \cdot \eta} = \frac{892540}{41800 \cdot 0,9} = 23,72 \text{ kg/h} = 27,9 \text{ l/h}$$

3.6.4 Sistema de alimentación de combustible

Se empleará un sistema alimentación a presión con anillo de circulación.

3.6.5 Capacidad del depósito de combustible:

Considerando los consumos diarios:

$$\text{En régimen} = 30 \text{ l/h} \cdot 1 \text{ h} = 30 \text{ l}$$

$$\text{Puesta en marcha} = 27,9 \text{ l/h} \cdot 0,5 \text{ h} = 13,95 \text{ l.}$$

$$\text{Total diario} = 43,95 \text{ l/día.}$$

Teniendo en cuenta una capacidad máxima de llenado del tanque del 95% y un volumen tal que abastezca un funcionamiento mínimo de 30 días el volumen es:

$$43,95 \text{ l/día} \cdot 30 \text{ días} / 0,95 = 1388 \text{ l.}$$

Se selecciona un depósito de 2.000 litros, con un volumen útil de 1.900 litros, lo que permite una autonomía de: $1900/43,95 = 43 \text{ días}$.

3.6.6 Caldera de vapor

Como se ha indicado anteriormente, la instalación presenta una demanda térmica de 959595 kJ/h , equivalente a $266,55 \text{ kW}$, y requiere un caudal de vapor circulante de 370 kg/h . En función de estas necesidades, se ha seleccionado una caldera de vapor la cual ofrece una capacidad de producción de vapor de 400 kg/h y una potencia térmica de 305 kW .

Se trata de una caldera pirotubular horizontal, de tres pasos de humos con inversión de llama, completamente refrigerada por el agua del propio cuerpo de la caldera, lo que mejora su eficiencia y seguridad operativa.

Entre sus características técnicas más destacadas, se incluyen:

Purgador automático de lodos, para la eliminación eficiente de residuos sólidos acumulados.

Sistema de alimentación redundante, mediante un segundo equipo de alimentación automática.

Purga automática de sales, que permite el control de sólidos disueltos en el agua.

Sistema de control de oxígeno, que optimiza la combustión mediante autorregulación del aire, usando un variador de frecuencia. Este sistema mejora el rendimiento de la combustión y reduce el consumo eléctrico.

Economizador integrado, que recupera el calor residual de los gases de combustión para precalentar el agua de alimentación, incrementando la eficiencia global de la caldera hasta un 95 % (base PCI).

Economizador adicional de condensación, que recupera tanto el calor sensible como el latente contenido en los gases de combustión, condensando el vapor de agua presente en ellos. Este sistema permite precalentar el agua de alimentación o bien otro flujo de agua de proceso, logrando una eficiencia energética de hasta el 101 % (base PCI).

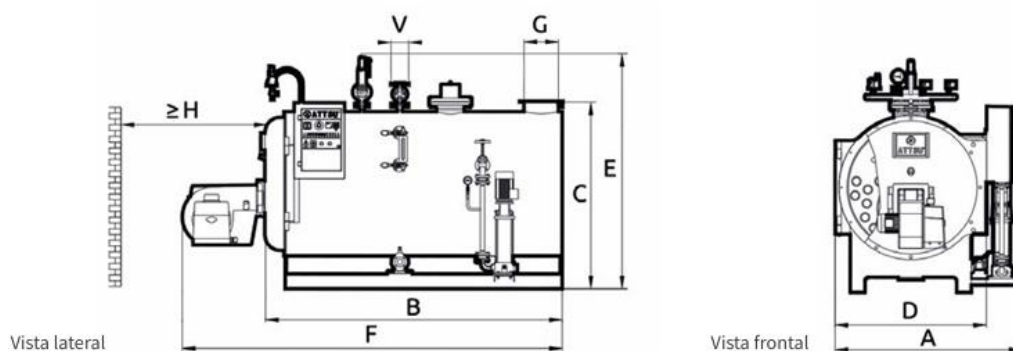


Figura 11 Caldera de vapor seleccionado. Fuente: ATTSU.

Tabla 13 Especificaciones caldera de vapor.

Características de la caldera de vapor	
Producción vapor	400 kg/h
Potencia térmica	305 kW
Consumo Gasóleo C	27 kg/h
Peso transporte	1400 kg
Dimensiones (F·A·E); (H)	(2,4·1,5· 2,03): (1,4) m
Salida vapor	DN25
Necesidades	
Producción de vapor	370 kg/h.
Potencia térmica	266,5 kW

3.6.7 Depósito de Gasóleo C

Tal como se ha mencionado anteriormente, se ha dimensionado el depósito de combustible considerando una autonomía mínima de 30 días de funcionamiento continuo. Teniendo en cuenta un consumo estimado de 43,95 litros/día, y aplicando un coeficiente de seguridad por llenado máximo del 95% de la capacidad total del depósito. Pero con el objetivo de proporcionar un mayor margen, se selecciona un depósito de 2000 litros de capacidad con un volumen útil de 1900 litros (95%), lo que permite una autonomía operativa estimada de 43 días. El equipo elegido corresponde a un depósito de 2000 litros diseñado específicamente para el almacenamiento de gasóleo tipo C, cumpliendo con las normativas vigentes para uso interior y en instalación aérea. Se trata de un depósito con estructura interior y exterior de acero al carbono.

También cuenta con doble pared donde entre ambas paredes se dispone de una cámara estanca de control, que permite la detección de fugas, eliminando así la necesidad de instalar un cubeto externo. El depósito incluye además tubuladuras en la boca de hombre para las conexiones de aspiración del combustible, carga, venteo, instalación de sonda de nivel, etc.

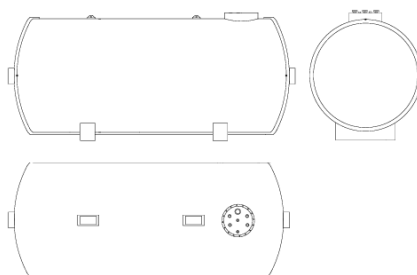


Figura 12 Depósito de gasóleo C. Fuente: APLIECO.



Tabla 14 Especificaciones tanque gasóleo C.

Características tanque	
Capacidad	2000 l
Dimensiones (L·φ)	2,34·1,12 m
Necesidades	
Volumen	1900 l/50 días

3.7 Estudio del uso de condensados para el calentamiento de agua en el lavado de pasta

A continuación, se analiza la viabilidad de utilizar los condensados generados en el proceso de abastecimiento de vapor de agua (con un caudal de 19,92 kg/h) (Tabla 12) para calentar un tanque con agua procedente de la red de abastecimiento. Esta agua se destinará al lavado de la pasta en la cuba quesera.

La condiciones iniciales son:

- Se desea calentar 300 kg de agua desde 18 °C hasta 35 °C.
- Los condensados llegan inicialmente a 100 °C, mientras que la temperatura ambiente de la sala es de 20 °C.
- Los condensados deben transportarse 15 metros hasta el tanque, distancia que representa de forma razonable la suma de los distintos tramos de conducción.
- La tubería de retorno de condensados tiene un diámetro nominal de 80 mm (3”), coincidente con la línea principal en el tramo A-B.

Para minimizar las pérdidas de calor, la tubería dispone de una capa de aislamiento de lana de vidrio de 40 mm de espesor, con una conductividad térmica de $k = 0,04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Se considera también una conductividad del acero de $k = 43 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. En la Figura 13 se detalla la composición de la tubería.

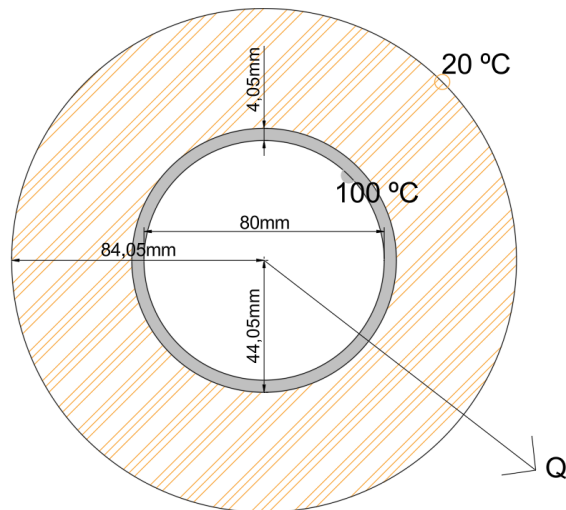


Figura 13 Tubería retorno condensados.

Se utiliza la siguiente expresión para determinar la potencia térmica disipada:

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{R_t}$$

Donde la resistencia térmica total (R_t) está compuesta por:

$$R_1(\text{Acero}) = \frac{\ln \frac{44,05}{40}}{2 \cdot \pi \cdot 15 \cdot 43} = 2,38 \cdot 10^{-5} \text{ K/W}$$

$$R_2(\text{Lana de vidrio}) = \frac{\ln \frac{84,05}{44,05}}{2 \cdot \pi \cdot 15 \cdot 0,04} = 0,171 \text{ K/W.}$$

$$R_T = R_1 + R_2 = 0,1710238 \text{ K/W.}$$

Entonces, la pérdida de calor durante el transporte es:

$$\dot{Q} = \frac{100 - 20}{0,1710238} = 467,77 \text{ W.}$$

Ahora se puede estimar la temperatura a la que llegan los condensados al tanque:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T \Rightarrow 467,77 = 19,92/3600 \cdot 4180 \cdot (100 - T) \Rightarrow T = 79,78 \text{ °C.}$$

Donde:

$$\dot{m} = 19,92/3600 \text{ kg/s.}$$

$$C_p = 4180 \text{ J/kg} \cdot \text{K.}$$

Entre el tiempo que pasa la pasteurización (donde se terminan de formar todos los condensados) hasta el lavado de la pasta se establece un tiempo máximo de dos horas que tiene que durar el proceso para calentar 300 kg de agua.

Por tanto, el caudal de agua a calentar es:



$$\dot{m} = 300 / (2 \cdot 3600) = 0,042 \text{ kg/s.}$$

Aplicando la ecuación de calor sensible:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T = 0,042 \cdot 4180 \cdot (35-18) = 19,92/3600 \cdot 4180 \cdot (79,78-T) \Rightarrow T = -49,3 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

Este valor resulta físicamente inviable, lo que indica que el calor sensible de los condensados no es suficiente para calentar 300 kg de agua en el tiempo establecido.

Incluso considerando un caso hipotético en el que el agua de red llegara a 30 °C, el resultado seguiría siendo negativo ($T = -41,83 \text{ }^{\circ}\text{C}$), lo que confirma la inviabilidad del aprovechamiento térmico.

Por este motivo, y como se ha explicado anteriormente, se ha optado por un sistema en el que el agua procedente de la red de abastecimiento se acumula en un tanque y se calienta mediante el intercambiador de calor de placas utilizado en la pasteurización de la leche, permitiendo así un mayor aprovechamiento energético del sistema ya existente.



4 CÁMARA DE MADURACIÓN

El presente capítulo tiene como objetivo el diseño y dimensionamiento de la cámara de maduración necesaria para el proceso de afinado del queso. Se describen las condiciones óptimas requeridas durante este proceso, incluyendo las características del cerramiento y las cargas térmicas presentes en la cámara, con el fin de seleccionar los equipos adecuados para la instalación frigorífica que satisfagan las necesidades específicas del sistema.

4.1 Normativa

-RD-168/1925: Establece normas sobre seguridad industrial y prevención de accidentes en la instalación y mantenimiento de equipos frigoríficos.

-RD-552/2019 establece el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, que regula el diseño, instalación, mantenimiento y seguridad de sistemas de refrigeración. Dentro de este reglamento, la Instrucción Técnica Complementaria IF-11 especifica los requisitos técnicos y de seguridad aplicables a cámaras frigoríficas, cámaras de atmósfera artificial y locales refrigerados para procesos.

-RD-168/1985: Aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre condiciones generales de almacenamiento frigorífico de alimentos y productos alimentarios.

-RD-852/2004: Regula aspectos sanitarios de los productos alimentarios, incluyendo requisitos de temperatura y conservación en cámaras frigoríficas.

-RD-1005/2009: Se refiere al control de la comercialización de equipos a presión, como los utilizados en sistemas de refrigeración industrial, asegurando su seguridad y correcto funcionamiento.

-RD-17/2011: Establece normas de eficiencia energética en instalaciones térmicas en edificios, lo que incluye el diseño de cámaras frigoríficas para optimizar el consumo energético.

-RD-178/2021: Este decreto aborda la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, incluyendo equipos de refrigeración, promoviendo su correcto tratamiento y reciclaje. Estos decretos abordan aspectos de seguridad, sanidad, eficiencia energética, control de emisiones y gestión de residuos relevantes para el diseño y funcionamiento de una cámara frigorífica.



-Ley 17/2011, de 5 de julio, tiene como objetivo garantizar un alto nivel de seguridad alimentaria en todas las etapas de la cadena alimentaria, así como promover hábitos alimentarios saludables y proteger a los consumidores, especialmente a los grupos más vulnerables, mediante un enfoque integral que abarca desde la producción hasta el consumo.

-Real Decreto 552/2019: Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (RSIF)

Este reglamento establece las condiciones de diseño, ejecución, puesta en marcha, inspección y mantenimiento de instalaciones frigoríficas. Clasifica al amoníaco como refrigerante del grupo 2, lo que implica medidas específicas de seguridad como:

Ubicación adecuada de la sala de máquinas, con sistemas de ventilación forzada y detectores de fugas.

Instalación de válvulas de seguridad, dispositivos de parada de emergencia, y sistemas de evacuación de gases.

Revisión e inspecciones periódicas obligatorias, según el tipo de instalación y carga de refrigerante.

Elaboración de un manual de operación y mantenimiento, así como de planes de actuación en caso de emergencia.

4.2 Leyenda

C_p : Calor específico ($\text{kJ/kg}\cdot\text{K}$).

$T_{\text{Max,c}}$: Temperatura máxima absoluta promedio del mes de julio ($^{\circ}\text{C}$).

T_{mc} : Temperatura media de julio, mes más cálido del año ($^{\circ}\text{C}$).

T_p : Temperatura media practica de proyecto ($^{\circ}\text{C}$).

T_i : Temperatura en la cámara.

h_e y h_i : Coeficientes de convección ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$)

k : Conductividad térmica ($\text{W/m}\cdot\text{K}$).

$\dot{Q}$: Transferencia de calor (W) (kJ/día).

$\dot{Q}/A$: Densidad transferencia de calor (W/m^2)



e: Espesor de pared (cm).

f: Factor de corrección.

A: Área de transferencia (m^2).

N: número de renovaciones diarias del aire

V: volumen de la cámara (m^3)

Δi : Diferencia de entalpías entre el aire exterior y el interior en (kJ/m^3)

r_{ai} : calor latente de vaporización del agua a la temperatura interior (kJ/kg)

Δx : diferencia del contenido de humedad entre el aire exterior y el interior de la cámara ($\text{kg de agua}/\text{m}^3$)

r_{tc} : Calor latente vaporización agua a temperatura de conservación (kJ/kg)

N_p : Número de operarios que trabajan simultáneamente

$\dot{V}_v$: Caudal de aire (m^3/h)

4.1 Condicionantes

4.1.1 Dimensiones de la cámara

Los cálculos detallados de las dimensiones de la cámara destinada al afinamiento del queso se encuentran desarrollados en el Anejo de Diseño. A continuación, se resumen los resultados principales:

La cámara presenta unas dimensiones de $15 \cdot 5 \cdot 2,5$ metros (longitud·anchura·altura), lo que supone una superficie de 75 m^2 , tal y como se muestra en la Figura 14. La altura se ha definido como la suma de la altura de las estanterías (1,6 m) más un espacio libre de 0,9 m, destinado a la instalación de los evaporadores y a garantizar una adecuada circulación del aire frío en el interior de la cámara.

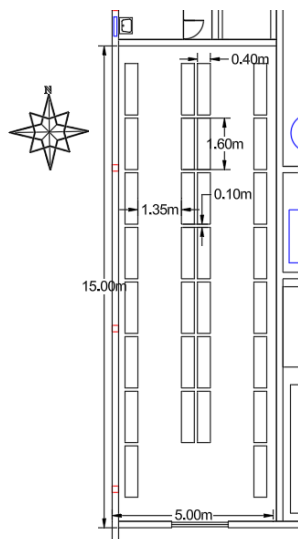


Figura 14 Boceto de la cámara.

La disposición planteada incluye un total de 30 estanterías, lo que permite no solo cubrir la necesidad actual de maduración, sino también contemplar una posible ampliación futura de la capacidad o gestionar eventuales acumulaciones de producto.

Para garantizar la capacidad de maduración necesaria según los lotes indicados en la Tabla 15, la cámara se ha dimensionado para albergar un mínimo de 27 estanterías (demostración de cálculos en anejo de diseño). La distribución interior se ha diseñado respetando las siguientes distancias mínimas, con el fin de cumplir con criterios de higiene, operatividad y eficiencia térmica:

Separación entre estanterías contiguas: 0,10 m (cumpliendo con el mínimo establecido).

Anchura de los pasillos principales (para circulación del personal y uso de mesas de soporte móviles): 1,35 m.

Distancia del queso respecto al suelo: Al menos 26 cm.

Distancia entre estanterías y paredes equipadas con ventiladores: mínimo 0,75 m (superior al mínimo requerido de 0,30 m).

Separación respecto al resto de paredes: 0,30 m.

Esta configuración asegura un entorno adecuado para el proceso de maduración, con accesibilidad, circulación de aire óptima y espacio suficiente para la operativa diaria.



Tabla 15 Cantidad y características lotes queso en la cámara

Tipo de lote	Cantidad lotes	Cantidad quesos	Diámetro (cm)	Altura (cm)
1500 g	18	1440	15,19	7,59
5000 g	18	432	22,7	11,35
10000 g	26	312	28,56	14,28

4.1.2 Condiciones de maduración del queso

El proceso de afinado del queso Gouda se realiza en condiciones controladas de 10-12 °C y 80% de humedad relativa, con tiempos de maduración que varían entre 2 y 6 meses.

- $C_p = 2,76 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$

-Merma en refrigeración: 0,1% diario aproximadamente.

-Merma totales durante la maduración

6% en quesos madurados 2 meses

9% en quesos madurados 6 meses.

-Cantidad máxima de queso en la cámara corresponde a:

18 lotes de quesos de 1,5 kg = 2297,88 kg

18 lotes de quesos de 5 kg = 2297,88 kg

26 lotes de quesos de 10 kg = 3428,62 kg

-Durante su funcionamiento el flujo de entrada y salida es:

Entran como máximo 131,87 kg de queso (correspondiente a 1 lote de quesos de 10 kg)

Salen de la cámara como máximo 420 kg de queso (correspondiente a 2 lotes)

4.1.3 Condiciones atmosféricas

En el Anejo I-Análisis y diagnóstico de la situación de partida, se presenta el estudio de las condiciones atmosféricas de Calahorra, localidad en la que se ubica la nave industrial. Dichas condiciones son relevantes para el cálculo de las necesidades de refrigeración del sistema. A continuación, se resumen los datos climáticos más representativos:

La temperatura máxima absoluta promedio mensual indica que la condición más desfavorable se presenta en el mes de julio, con un valor de: $T_{\text{Max,c}} = 38,5 \text{ } ^\circ\text{C}$.



La temperatura media de julio, mes más cálido del año, es de: $T_{mc} = 23,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La humedad relativa (HR) media anual registrada es del 68,38 %.

Además, la temperatura interior de la nave se mantiene en torno a los $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Estos valores han sido tenidos en cuenta en el dimensionamiento de la instalación frigorífica.

4.2 Temperatura de proyecto

La temperatura exterior expresado como la temperatura media practica de proyecto (T_p).

Se ha calculado de la siguiente manera:

$$T_p = 0,4 \cdot T_{mc} + 0,6 \cdot T_{Max,c} = 0,4 \cdot 23,5 + 0,6 \cdot 38,5 = 32,5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Donde según las orientaciones de las caras de la cámara se efectuarán correcciones de temperatura de por efecto solar basado en el valor de $T_p = 32,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La cámara de maduración de queso, según se muestra en los planos y en el boceto de la Figura 14, está delimitada por tres paredes interiores, una pared orientada al oeste en contacto con el exterior, y un techo interior, es decir, sin exposición directa al ambiente exterior. Por ello, se procede a continuación a aplicar la corrección de temperatura correspondiente a las condiciones explicadas.

Dado que la temperatura de operación de la cámara de maduración se mantendrá en torno a los $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y que el suelo está correctamente dotado de una barrera de vapor eficaz, no se considera necesario incorporar un vacío sanitario bajo el pavimento.

Además, al tratarse de una temperatura positiva y estable, el riesgo de condensaciones o formación de escarcha en el subsuelo es bajo. El diseño actual garantiza un adecuado aislamiento térmico y control de humedad, cumpliendo con los requisitos higiénicos y constructivos para este tipo de instalación en la industria alimentaria.

Tabla 16 Correcciones de la temperatura de proyecto

Tipo de pared	Corrección de temperatura	Nueva temperatura
Interior	$T_p - 4$	$28,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Oeste	$T_p + 10$	$42,5^{\circ}\text{C}$
Suelo sin vacío sanitario	$15\text{ }^{\circ}\text{C}$	15°C



4.3 Evaporador

Se usará 1 evaporador dispuesto encima de la puerta de entrada. Siendo un evaporador cúbico. Bajo condiciones estándar, este equipo presenta una capacidad de refrigeración de 2-10 kW con un diferencial térmico (ΔT) de 10 °C, lo cual resulta adecuado para satisfacer la demanda térmica del sistema.

4.4 Descripción constructiva y térmica de cerramientos

A continuación, se describen los componentes constructivos de cada cerramiento de la cámara frigorífica (paredes, suelo y techo), detallando el material, el espesor y la conductividad térmica de cada una de las capas que los conforman. Las capas se presentan en orden desde el interior hacia el exterior de la cámara, con el fin de facilitar la comprensión del comportamiento térmico de la envolvente.

4.4.1 Pared exterior oeste

-Panel sándwich:

Aislante de espuma a base de resina de poliuretano: $k = 0,021 \text{ W/mK}$.

Chapa de acero galvanizado (x2): $k = 17 \text{ W/mK}$; $e = 0,5 \text{ mm}$

-Panel hormigón prefabricado:

Aislante de poliestireno expandido: $k = 0,0466 \text{ W/mK}$; $e = 40 \text{ mm}$

Hormigón prefabricado (x2): $k = 1,63 \text{ W/mK}$; $e = 40 \text{ mm}$

4.4.2 Paredes interiores (N, S, E)

-Panel sándwich:

Aislante de espuma a base de resina de poliuretano: $k = 0,021 \text{ W/mK}$.

Chapa de acero galvanizado (x2): $k = 17 \text{ W/mK}$; $e = 0,5 \text{ mm}$.

-Bloque de hormigón:

Hormigón prefabricado: $k = 1,63 \text{ W/mK}$; $e = 200 \text{ mm}$.

4.4.3 Techo

-Panel sándwich:

Aislante de espuma a base de resina de poliuretano: $k = 0,021 \text{ W/mK}$.



Chapa de acero galvanizado (x2): $k = 17 \text{ W/mK}$; $e = 0,5 \text{ mm}$.

4.4.4 Suelo y cimentación

-Pavimento de poliuretano-cemento: $k = 1 \text{ W/mK}$; $e = 9 \text{ mm}$

-Hormigón en masa: $k = 1,8 \text{ W/mK}$; $e = 25 \text{ cm}$.

-Capa nivelación. (capa auxiliar que no afecta sustancialmente el análisis térmico)

-Barrera antivapor: Se ha usado polipropileno de $k = 0,22 \text{ W/mK}$; $e = 0,2 \text{ mm}$. Debe unirse a las paredes de la cámara mediante un rodapié, que actúa como un elemento de transición y sellado. La lámina antivapor se solapa con el rodapié, y este se fija y sella a las paredes de panel sándwich para crear un sistema estanco.

-Grava artificial: $k = 0,17 \text{ W/mK}$; $e = 20 \text{ cm}$.

-Limos.

4.4.5 Puerta

Se ha seleccionado una puerta corredera para temperatura positiva, diseñada para uso interior, con hoja de 70 mm de espesor y borde de aluminio. Presenta un acabado en chapa plastificada blanca (con opción en acero inoxidable) y núcleo de poliuretano inyectado.

El sistema de deslizamiento, adecuado para hojas pequeñas y medianas, incluye soportes y poleas de tecnopolímero sobre un carril de aluminio anodizado con tapa. La manilla de apertura incorpora palancas interior y exterior con cerradero antirroto.

El marco es de PVC en forma de “L” (140·45 mm), con módulos adicionales para ajustar al grosor del panel, y contrapuerta en PVC (opcional en aluminio). La puerta no cuenta con umbral (opcional con umbral rasante). La luz de paso máxima es de 220·330 cm (ancho· alto).

4.5 Cálculo flujo de calor y espesores necesarios en los cerramientos

A continuación, se procede al cálculo del flujo térmico a través de cada uno de los cerramientos (paredes, suelo y techo), partiendo de su configuración constructiva, la temperatura de diseño corregida y las condiciones interiores de la cámara (10 °C). En los casos en los que no se dispone del espesor definido del panel aislante (panel sándwich), se adopta como valor de referencia un flujo térmico máximo de 8 W/m^2 , conforme a lo



establecido en el Reglamento de Seguridad IF-11, el cual especifica que en cámaras de servicio positivo (refrigeración), el flujo de calor no debe superar dicho valor.

A partir de este criterio, se dimensiona el espesor mínimo de aislamiento necesario para garantizar que el flujo térmico no supere el límite normativo, y que además se mantenga dentro de un margen de seguridad, evitando valores demasiado próximos al máximo permitido.

La ecuación que posibilita el cálculo es el siguiente:

$$\dot{Q}/A = \frac{T_p - T_i}{\frac{1}{h_e} + \sum \frac{e}{k} + \frac{1}{h_i}}$$

Donde h_e y h_i se han obtenido de la siguiente tabla:

Tabla 17 Coeficientes de convección en función de la posición del cerramiento y sentido del flujo de calor.

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Situación del cerramiento					
	De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i + 1/h_e$
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la vertical $> 60^\circ$ y flujo horizontal.	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
Cerramientos horizontales o con pendientes sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente.	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,18
Cerramientos horizontales y flujo descendente.	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

Fuente: Calderón, F. (2023). Documentación asignatura Ingeniería del frío. UPM.

4.5.1 Suelo

$$\dot{Q}/A = \frac{15 - 10}{0,09 + \frac{0,2}{0,17} + \frac{0,2}{1000 \cdot 0,22} + \frac{0,25}{1,8} + \frac{9}{1000 \cdot 1} + 0,05} = \frac{5}{1,465} = 3,41 \text{ W/m}^2.$$

4.5.2 Techo

$$\dot{Q}/A = 8 = \frac{28,5 - 10}{0,17 + \frac{0,5}{1000 \cdot 17} + \frac{e}{0,021} + \frac{0,5}{1000 \cdot 17} + 0,17} \Rightarrow 0,34 + \frac{e}{0,021} = 18,5/8 \Rightarrow e = 0,041 \text{ m} \Rightarrow 41 \text{ mm}.$$

Eligiendo un espesor $e = 50 \text{ mm}$. Donde $\dot{Q}/A = \frac{28,5 - 10}{0,17 + \frac{0,5}{1000 \cdot 17} + \frac{0,05}{0,021} + \frac{0,5}{1000 \cdot 17} + 0,17} = 6,8 \text{ W/m}^2$



4.5.3 Pared oeste

$$\dot{Q}/A = 8 = \frac{42,5-10}{0,11 + \frac{0,5}{1000 \cdot 17} + \frac{e}{0,021} + \frac{0,5}{1000 \cdot 17} + \frac{0,04}{1,63} + \frac{0,04}{0,0466} + \frac{0,04}{1,63} + 0,06} \Rightarrow 1,077 + \frac{e}{0,021} = 32,5/8 \Rightarrow e = 0,063 \text{ m} \Rightarrow 63 \text{ mm.}$$

Eligiendo un espesor $e = 80 \text{ mm}$.

$$\text{Donde } \dot{Q}/A = \frac{42,5-10}{0,11 + \frac{0,5}{1000 \cdot 17} + \frac{0,08}{0,021} + \frac{0,5}{1000 \cdot 17} + \frac{0,04}{1,63} + \frac{0,04}{0,0466} + \frac{0,04}{1,63} + 0,06} = 6,65 \text{ W/m}^2.$$

4.5.4 Paredes interiores

$$\dot{Q}/A = 8 = \frac{28,5-10}{0,11 + \frac{0,5}{1000 \cdot 17} + \frac{e}{0,021} + \frac{0,5}{1000 \cdot 17} + \frac{0,2}{1,63} + 0,11} \Rightarrow 0,3427 + \frac{e}{0,021} = 18,5/8 \Rightarrow e = 0,041 \text{ m} \Rightarrow 41 \text{ mm.}$$

Eligiendo un espesor $e = 80 \text{ mm}$ (igualando así todas las paredes).

$$\text{Donde } \dot{Q} = \frac{28,5-10}{0,11 + \frac{0,5}{1000 \cdot 17} + \frac{0,08}{0,021} + \frac{0,5}{1000 \cdot 17} + \frac{0,2}{1,63} + 0,11} = 4,46 \text{ W/m}^2$$

4.6 Carga térmica a través de paredes, techo y suelo

La transmisión térmica se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\dot{Q}_1 = \frac{f \cdot \dot{Q}}{A} \cdot A$$

En este análisis, se considera que la totalidad del calor transferido corresponde a calor sensible, dado que el suelo cuenta con una barrera antivapor y los paneles sándwich están fabricados con poliuretano, el cual posee propiedades barrera al vapor.

Si se emplea un valor teórico del coeficiente $\dot{Q}$ en lugar de uno obtenido empíricamente, es necesario aplicar un factor de seguridad, ya que la eficacia del aislamiento puede disminuir con el tiempo. En la práctica, se suele considerar un coeficiente de corrección del orden del 10%-15% para compensar tanto la degradación del aislamiento como la posible presencia de puentes térmicos. En este caso, se ha optado por un incremento del 10%, lo cual representa una condición más conservadora.

4.6.1 Paredes:

Paredes interiores

(Norte y Sur) $\dot{Q}_1 = f \cdot \dot{Q} \cdot A = 1,1 \cdot 4,46 \cdot (5 \cdot 2,5) = 61,33 \text{ W}$. Con un funcionamiento de 24 h = 5300 kJ/h



(Este) $\dot{Q}_1 = f \cdot Q \cdot A = 1,1 \cdot 4,46 \cdot (15 \cdot 2,5) = 184 \text{ W}$. Con un funcionamiento de 24 h = 15900 kJ/h

Pared exterior oeste

$\dot{Q}_1 = f \cdot Q \cdot A = 1,1 \cdot 6,65 \cdot (15 \cdot 2,5) = 274,31 \text{ W}$. Con un funcionamiento de 24 h = 23700 kJ/h

4.6.2 Suelo

$\dot{Q}_1 = f \cdot Q \cdot A = 1,1 \cdot 3,41 \cdot (15 \cdot 5) = 281,3 \text{ W}$. Con un funcionamiento de 24 h = 24300 kJ/h

4.6.3 Techo

$\dot{Q}_1 = f \cdot Q \cdot A = 1,1 \cdot 6,8 \cdot (15 \cdot 5) = 561 \text{ W}$. Con un funcionamiento de 24 h = 48470 kJ/h

Donde, la carga térmica total es:

$$\dot{Q}_1 = 48470 + 24300 + 23700 + 15900 + 5300 \cdot 2 = \underline{123000 \text{ kJ/h.}}$$

4.7 Carga térmica debido a renovaciones de aire y puertas

Debido a los requerimientos de ventilación necesarios para garantizar una adecuada conservación de los productos almacenados, se produce la entrada de aire caliente del exterior hacia el interior de la cámara frigorífica. Este aire desplaza un volumen equivalente de aire frío y, al mezclarse con el ambiente interno, provoca un aumento de la temperatura de este. Al enfriarse nuevamente en el evaporador, el aire alcanza su punto de rocío, lo que genera condensación sobre dicho equipo. Esta condensación representa una carga de humedad adicional en la cámara que deberá ser eliminada para mantener las condiciones higrotérmicas deseadas.

La transmisión térmica se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\dot{Q}_2 = N \cdot V \cdot \Delta i; \dot{Q}_{2l} (\text{Calor latente}) = N \cdot V \cdot \Delta X \cdot r_{ai}$$

Donde:

$$-V = 5 \cdot 15 \cdot 2,5 = 187,5 \text{ m}^3.$$

$$-N = 6,17 \cdot 0,6 = 3,7 \text{ renovaciones diarias de aire. (Al tratarse de almacenamiento de larga duración se reduce aplicando un factor de } \cdot 0,6)$$

Tabla 18 Estimación del número de renovaciones diarias de aire.

Volumen Interior (m³)	Temperatura > 0°C	Temperatura < 0°C	Volumen Interior (m³)	Temperatura > 0°C	Temperatura < 0°C
5	50.1	38.0	500	3.70	2.80
10	31.1	24.2	625	3.30	2.50
15	25.3	19.6	750	2.90	2.30
20	21.2	16.9	1.000	2.50	1.90
25	18.7	14.9	1.250	2.20	1.70
30	16.7	13.5	1.800	1.66	1.42
40	14.3	11.7	2.400	1.43	1.22
50	12.8	10.2	3.000	1.35	1.11
75	10.1	8.0	4.000	1.23	0.99
100	8.7	6.7	5.000	1.17	0.93
125	7.7	6.0	6.000	1.11	0.86
150	7.0	5.4	8.000	1.05	0.85
200	5.9	4.6	10.000	0.97	0.83
250	5.3	4.1	12.000	0.91	0.81
375	4.2	3.2	14.000	0.87	0.80

Fuente: Calderón, F. (2023). Documentación asignatura Ingeniería del frío. UPM.

Al conocer el volumen de la cámara y estar en condiciones de >0°C se obtiene por interpolación: $\frac{200-150}{5,9-7} = \frac{187,5-150}{N-7} \Rightarrow N = 6,17$.

- Δi : La diferencia de entalpías entre el aire interior y exterior se obtiene mediante el diagrama psicrométrico de la Figura 15. Conociendo las condiciones en el interior y exterior de la cámara se obtiene los siguientes resultados:

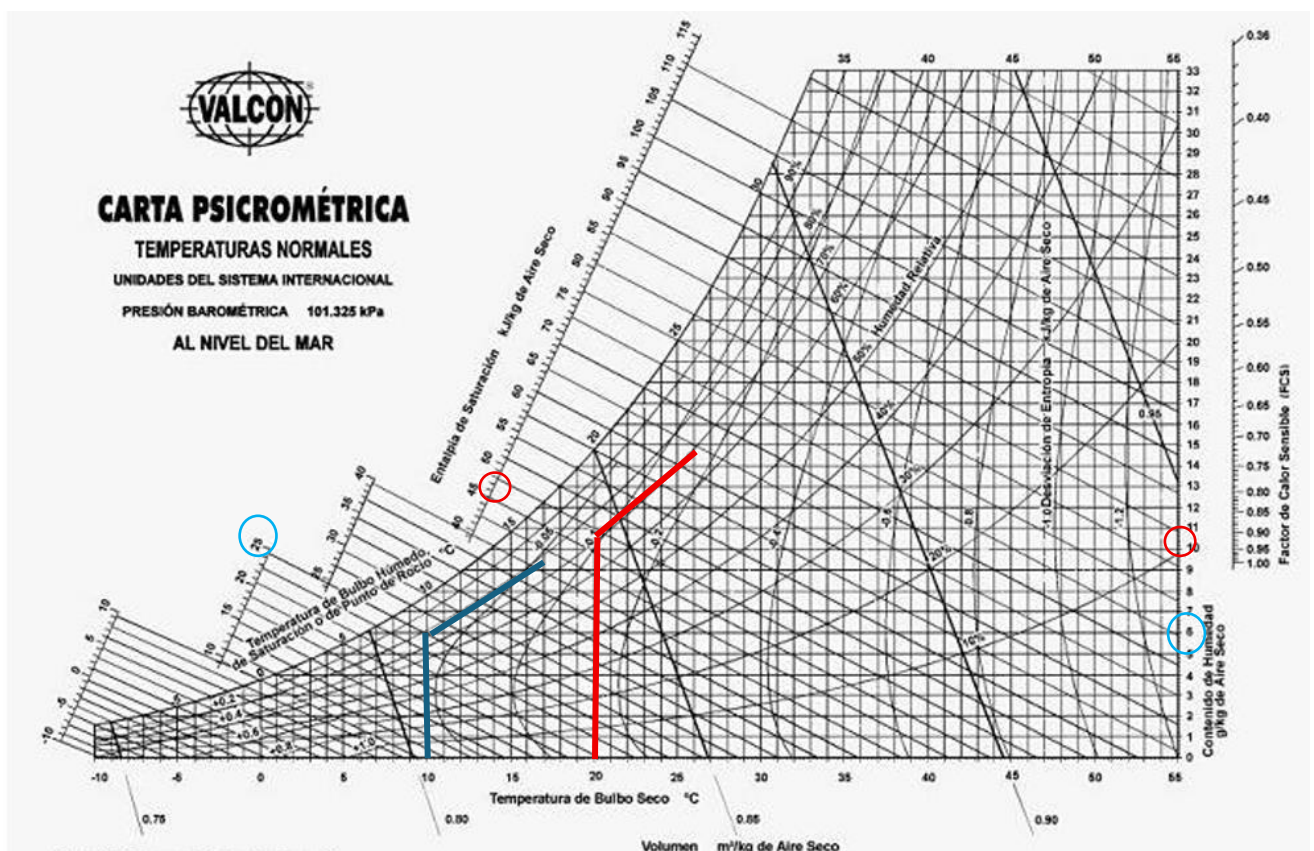


Figura 15 Diagrama psicrométrico



-Aire interior (Azul): HR = 80% y T = 10°C

$$i_i = 25 \text{ kJ/kg} = 30,86 \text{ kJ/m}^3$$

$$v_i = 0,81 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

$$X_i (\text{Contenido de humedad}) = 6 \text{ g/kgas} = 7,41 \text{ g/m}^3.$$

-Aire exterior (Rojo): HR = 70% y T = 20°C

$$i_e = 46,25 \text{ kJ/kg} = 55,06 \text{ kJ/m}^3$$

$$v_e = 0,84 \text{ m}^3/\text{kg}.$$

$$X_e = 10,5 \text{ g/kgas} = 12,5 \text{ g/m}^3.$$

$$- \text{rai} (10^\circ\text{C}) \Rightarrow \frac{285-280}{2473,9-2485,4} = \frac{283,16-280}{\text{rai}-2485,4} \Rightarrow \text{rai} = 2478,22 \text{ kJ/kg} = 2,47822 \text{ kJ/g}$$

Entonces la carga térmica es:

$$\dot{Q}_{21} = N \cdot V \cdot \Delta X \cdot \text{rai} = 3,7 \cdot 187,5 \cdot (12,5-7,41) \cdot 2,47822 = 9095 \text{ kJ/día}$$

$$\dot{Q}_2 = N \cdot V \cdot \Delta i = 3,7 \cdot 187,5 \cdot (55,06-30,86) = 16788,75 \text{ kJ} = 16790 \text{ kJ/día}.$$

$$\dot{Q}_{2s} (\text{Calor sensible}) = \dot{Q}_2 - \dot{Q}_{21} = 16790 - 9095 = 7695 \text{ kJ/día}.$$

4.8 Pérdidas por enfriamiento

Al tratarse de una cámara de refrigeración las cargas se calculan en base a la temperatura de entrada (20°C) hasta la de conservación (10°C). En un día se introduce el peso correspondiente a un lote, siendo 131,87 kg de queso/día (M).

Se considera el escenario más desfavorable, correspondiente a los domingos a partir de la semana 28, cuando ingresa un lote de 127,66 kg (equivalente a 5 unidades de 25,53 kg cada una), el cual experimenta una pérdida de peso del 0,1% hasta alcanzar la temperatura de conservación.

Adicionalmente, se contemplan las pérdidas diarias asociadas a:

26 lotes de 131,87 kg por lote, almacenados durante 6 meses, con una pérdida total de 9% de su peso a lo largo del proceso.

31 lotes de 127,66 kg por lote, almacenados durante 2 meses, que presentan una pérdida de peso del 6% durante ese período.



La transmisión térmica se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\dot{Q}_3 = \dot{Q}_{3s} + \dot{Q}_{3l}; \dot{Q}_{3s} = M \cdot C_p \cdot \Delta T; \dot{Q}_{3l} = m_t \cdot r_{tc}$$

Donde:

$$M = 131,87 \text{ kg/día.}$$

$$C_{pa} = 2,76 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$\Delta T = 10^\circ\text{C}$$

$$m_t = \text{Merma total (kg/día)} = 127,66 \text{ kg/d} \cdot 0,1\% + (26 \cdot 131,87) \cdot (9\% / (30 \cdot 6)) + ((31 \cdot 127,66) \cdot (6\% / (30 \cdot 2))) = 1,2766 + 1,714 + 3,96 = 6,95 \text{ kg/día de mermas.}$$

$$r_{tc} (\text{Calor latente vaporización agua a temperatura de conservación}) = 2478,22 \text{ kJ/kg.}$$

Entonces, la transmisión térmica es:

$$\dot{Q}_{3s} = M \cdot c_{pa} \cdot \Delta T = 131,87 \cdot 2,76 \cdot 10 = 3640 \text{ kJ/día.}$$

$$\dot{Q}_{3l} = m_t \cdot r_{tc} = 6,95 \cdot 2478,22 = 17224 \text{ kJ/día}$$

$$\dot{Q}_3 = 20864 \text{ kJ/día.}$$

4.9 Enfriamiento de cera

Pese a que esta carga térmica es insignificante, se calcula la carga necesaria para enfriar de 20°C a 10°C la cera que lleva cada lote introducido en un día mediante la siguiente expresión:

$$\dot{Q}_4 = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Donde:

$$C_p = 2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C.}$$

$$m = 3,6 \text{ kg/lote.}$$

$$\Delta T = 10^\circ\text{C.}$$

$$\text{Siendo: } \dot{Q}_4 = 3,6 \cdot 2 \cdot 10 = 72 \text{ kJ/día}$$

4.10 Calor desprendido por la maduración del queso

Durante la maduración del queso, se libera cierta cantidad de calor debido a reacciones enzimáticas y actividad microbiana que transforman proteínas, grasas y lactosa. Este calor



metabólico debe considerarse en el balance térmico de la cámara, ya que contribuye a la carga interna del sistema frigorífico. La transmisión térmica se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\dot{Q}_5 = M \cdot \text{crm} + (C-M) \text{ crc}$$

Donde:

C = Capacidad total de almacenamiento en una cámara o en un almacén (kg) = 36 lotes de quesos de 1,5 y 5 kg y 26 lotes de quesos de 10 kg = 8025,38 kg

M = Última carga = 131,87 kg.

Se sabe que los quesos en proceso de maduración liberan aproximadamente 1800 kcal/Tm·día a una temperatura de 13 °C, mientras que, durante su conservación a 3 °C, el desprendimiento térmico se reduce a 180 kcal/Tm·día. A partir de estos valores, se estima el calor de respiración intermedio mediante interpolación lineal.

crm = calor de respiración a la temperatura media (15°C) = 2125 kcal/Tm·día = 8,88 kJ/kg·día

crc = calor de respiración a la temperatura de maduración (10°C) = 1314 kcal/Tm·día = 5,49 kJ/kg·día

Entonces, la transmisión térmica es:

$$\dot{Q}_5 = M \cdot \text{crm} + (C-M) \cdot \text{crc} = 131,87 \cdot 8,88 + (8025,38 - 131,87) \cdot 5,49 = 44506 \text{ kJ/día}$$

$$\dot{Q}_{5I} = 0,6 \cdot \dot{Q}_5 = 26704 \text{ kJ/día (Se lleva a cabo la aproximación de 60\% de } \dot{Q}_5)$$

$$\dot{Q}_{5s} = 0,4 \cdot \dot{Q}_5 = 17802 \text{ kJ/día (Se lleva a cabo la aproximación de 40\% de } \dot{Q}_5)$$

4.11 Personal

Debido al personal que manipula el queso dentro de la cámara para realizar los volteos diarios como su control del flujo de entrada y salida de lotes.

La transmisión térmica se calcula de la siguiente manera:

$$\dot{Q}_6 = \dot{Q}_{6s} + \dot{Q}_{6I}; \dot{Q}_{6s} = N_p \cdot F_p \cdot t; \dot{Q}_{6I} = N_p \cdot t \cdot X \cdot r_{36}$$

Donde:

$$N_p = 2$$



t: Tiempo de permanencia (h/d) (Desde 15 min- 50 min): Se considera 1 h/d

Fp: Esfuerzo unitario realizado (W) = $270 - 6 \cdot t (^{\circ}\text{C}) = 270 - 6 \cdot 10 = 210 \text{ W /persona}$.

X = 0,3 kg agua/persona y día

r36 representa el calor latente de vaporización del agua a la temperatura de transpiración a $36^{\circ}\text{C} = 2415 \text{ kJ/kg}$.

Por lo que:

$$\dot{Q}_6 = \dot{Q}_{6s} + \dot{Q}_{6l} = 1869 = \text{kJ/día}$$

$$\dot{Q}_{6s} = N_p \cdot F_p \cdot t = 2 \cdot 210 \cdot 1 = 420 \text{ kJ/día}$$

$$\dot{Q}_{6l} = N_p \cdot t \cdot X \cdot r36 = 1449 \text{ kJ/día}$$

4.12 Iluminación

Durante el tiempo de permanencia de personal la iluminación requerida supone mismamente una carga térmica que la transmisión térmica se calcula se calcula de la siguiente manera:

$$\dot{Q}_7 = \dot{Q}_{7s} = P \cdot S \cdot t$$

Donde:

S = 75 m^2 (Superficie de la cámara).

P = Potencia de iluminación en (W/m^2). Al desconocerse su valor real se supone un rango comprendido entre $2,5\text{-}5 \text{ W/m}^2$

t = tiempo de encendido de las luminarias (h/d) = 1h/d

Por lo que:

$$\dot{Q}_{7s} = P \cdot S \cdot t = 5 \cdot (5 \cdot 15) \cdot 1 = 375 \text{ kJ/día}.$$

Donde se considera una potencia de iluminación de 5 W/m^2

4.13 Ventiladores de los evaporadores

El calor generado por los motores eléctricos de los ventiladores que impulsan el aire en una cámara frigorífica corresponde al equivalente térmico de la potencia eléctrica absorbida. Dado que aún no se ha determinado la potencia de estos motores ni se ha



seleccionado el modelo específico del evaporador, este valor se estima de manera preliminar en este apartado.

La transmisión térmica se calcula de la siguiente manera:

$$\dot{Q}_8 = p_v/100 \cdot \Sigma \dot{Q}_s$$

$p_v = 8-10$. Eligiendo un valor de 10% de la suma de las cargas térmicas estudiadas.

$$\dot{V}_v \text{ (m}^3\text{/h)} = \text{Calor sensible TOTAL (W)}$$

$$\dot{Q}_8 = 0,1 \cdot (375+420+17802+72+3640+7695+123000) = 0,1 \cdot 153004 = 15300,4 \text{ kJ/día}$$

Si se supone que se necesita 1 m³ de aire para evacuar 1 kW de calor sensible, al añadir a la carga sensible total la carga por los ventiladores, el caudal de aire necesario será:

$$\Sigma \dot{Q}_s = 168304,4 \text{ (15300,4+153004) kJ/día} = 1948 \text{ W} = 1948 \text{ m}^3\text{/h} = \dot{V}_v$$

4.13.1 Potencia requerida motor ventilador

Con ello, se puede calcular la potencia requerida como:

$$N_v = 0,283 \cdot \dot{V}_v \cdot d_p / \eta_v \text{ (W)}.$$

Donde:

η_v = Rendimiento del ventilador. Se considera un valor de 65 %. Siendo un valor dentro de los rangos estándar.

d_p = Siendo la presión de impulsión. Para esta cámara de maduración se considera conveniente un valor de 0,2 kPa.

Entonces, la potencia requerida es:

$$N_v = 0,283 \cdot 1948 \cdot 0,2 / 0,65 = 169,63 \text{ W}.$$

Se puede calcular ahora la transmisión térmica de una forma más detallada de la siguiente manera:

$$\dot{Q}_{8s} = \dot{Q}_8 = 3,6 \cdot N_v \cdot t = 3,6 \cdot 169,63 \cdot 18 = 10992 \text{ kJ/día}$$

Considerando un funcionamiento de 18 h/día para el sistema de refrigeración de la cámara de maduración (opera a 10 °C y 80 % HR). Se elige este tiempo de funcionamiento debido a que, al trabajar por encima de 0 °C, no es necesario un funcionamiento continuo del



compresor para mantener condiciones estables, siempre que la cámara cuente con un adecuado aislamiento térmico.

4.13.2 Coeficiente de recirculación

El coeficiente de recirculación es el cociente entre el caudal impulsado y el volumen de la cámara. Se calcula de la siguiente manera:

$$C_{RV} = \dot{V}_v / V(\text{cámara}) = 1948/187,5 = 10,39 \text{ h}$$

4.14 Resumen cargas térmicas

Tabla 19 Resumen cargas térmicas.

Carga	Calor sensible (kJ/día)	Calor latente (kJ/día)	Carga total (kJ/día)
Q1	123000		123000
Q2	9070	7720	16790
Q3	3640	17224	20864
Q4	72		72
Q5	17802	26704	44506
Q6	420	1449	1869
Q7	375		375
Q8	10992		10992
TOTAL	163996	54492	218468

4.15 Potencia térmica para instalar

La potencia térmica total se obtiene como la suma de todas las cargas térmicas calculadas previamente, alcanzando un valor de 233369 kJ/día. A este valor se le aplica un factor de seguridad del 10 %, para compensar posibles variaciones en el aislamiento o condiciones de operación, lo que da como resultado:

$$\dot{Q}_t = 1,1 \cdot 218468 = 240315 \text{ kJ/día}$$

Tal como se explicó anteriormente, el funcionamiento de la cámara está previsto para 18 horas por día, ya que, al operar a temperaturas superiores a 0 °C, no es necesario un funcionamiento continuo del compresor para mantener las condiciones internas. Por lo tanto, la potencia térmica definitiva requerida para la instalación es:

$$\dot{Q}_t = 240315/18 = 13350 \text{ kJ/h} = 3,71 \text{ kW}$$



4.16 Selección de los componentes de la instalación frigorífica

La cámara frigorífica requiere una selección cuidadosa de sus componentes principales para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro. El objetivo durante la selección de estos componentes es satisfacer la demanda de potencia térmica, al tiempo que se asegura la compatibilidad con el refrigerante amoníaco (R-717). Este refrigerante es ampliamente utilizado debido a su alta eficiencia termodinámica; sin embargo, su elevada toxicidad y corrosividad requieren una selección rigurosa de los equipos y materiales para garantizar la seguridad y la durabilidad de la instalación. Los componentes clave incluyen el evaporador, el condensador, la válvula de expansión y el compresor, cada uno diseñado para operar de manera óptima bajo las condiciones específicas del sistema y las propiedades del R-717.

4.16.1 Evaporador

Un evaporador es un componente fundamental en los sistemas de refrigeración y climatización, diseñado para absorber el calor del ambiente o del medio a enfriar, permitiendo que el refrigerante pase de estado líquido a gaseoso. Este proceso de evaporación ocurre cuando el refrigerante circula por los tubos del evaporador, absorbiendo el calor del aire o fluido que pasa a través de las aletas, lo que reduce la temperatura del entorno.

Se ha seleccionado un evaporador cúbico, fabricado íntegramente en aluminio lacado en blanco, con tornillería de acero inoxidable. Bajo condiciones estándar, este equipo presenta una capacidad de refrigeración de 4,59 kW con un diferencial térmico (ΔT) de 10 °C, lo cual resulta adecuado para satisfacer la demanda térmica del sistema, estimada en 3,71 kW.

El diferencial térmico considerado ($\Delta T = 10$ °C) corresponde a la diferencia de temperatura de evaporación de 0 °C y a la temperatura en la cámara de 10 °C. Este valor se justifica considerando que el evaporador, como componente frío, se encuentra en un ambiente inicialmente más cálido. El aire de la cámara se enfría al entrar en contacto con la superficie del evaporador; sin embargo, no alcanza su misma temperatura, ya que simultáneamente gana calor a través del contacto con las paredes del recinto.

El evaporador cuenta con una separación entre aletas de 4 mm. Esta separación reducida implica un mayor número de aletas por unidad de longitud, lo cual incrementa la

superficie de intercambio térmico entre el aire y el refrigerante. En consecuencia, se obtiene un mejor rendimiento del equipo.

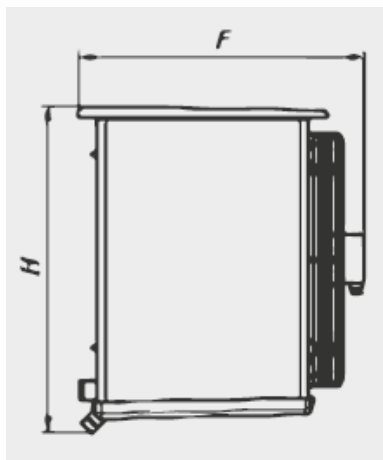


Figura 16 Evaporador cúbico. Fuente: García Cámara

Tabla 20 Especificaciones evaporador

Características Evaporador	
Capacidad	4,59 kW
Dimensiones F·H·L	0,535·0,51·0,622 m
Conexiones IN/OUT	1/2"
Características ventilador	
N.º · Ø	1 · 350 mm
Caudal de aire	2500 m³/h
Necesidades	
Potencia para instalar	3,71 kW
Caudal de aire	1948 m³/h

4.16.2 Válvula de expansión

La válvula de expansión tiene como función principal regular el flujo de refrigerante hacia el evaporador y facilitar su expansión. Este dispositivo controla con precisión la cantidad de refrigerante que ingresa al evaporador, reduciendo su presión y temperatura. Esto permite que el refrigerante pase de un estado líquido a una mezcla de líquido y gas, optimizando la absorción de calor en el evaporador. La válvula de expansión se ajusta dinámicamente a las variaciones de carga térmica, garantizando un funcionamiento eficiente del sistema y manteniendo las condiciones de temperatura deseadas en el ambiente a enfriar. En el sistema seleccionado, la válvula de expansión está integrada en un evaporador cúbico

4.16.3 Compresor

Encargado de comprimir el refrigerante en estado gaseoso para elevar su presión y temperatura, para permitir su circulación a través del ciclo de refrigeración. Se selecciona en este caso un compresor tipo abierto específicamente diseñado para operar con amoníaco (R-717). La elección de este tipo de compresor se debe a su capacidad para reducir el riesgo de corrosión causada por el amoníaco, ya que su diseño permite una mejor ventilación y mantenimiento, minimizando la acumulación de residuos corrosivos en las partes internas. Además, este tipo de compresor facilita el acceso a los componentes para inspecciones y reparaciones.

Debe incluirse válvulas de servicio para conseguir un control preciso del flujo de refrigerante, una carga de aceite adecuada para garantizar la lubricación de las partes móviles, y una válvula de seguridad interna que protege el sistema contra sobrepresiones. Estas especificaciones aseguran que el compresor cumpla con los requisitos de rendimiento y seguridad.



Figura 17 Compresor tipo abierto. Fuente: zelsio

Tabla 21 Especificaciones compresor

Características Compresor	
Potencia motor (Condensación 50°C)	4 kW
m ³ /h a 1450 rpm	19,6
Número de cilindros	2

4.16.4 Condensador

Un condensador es un componente esencial en los sistemas de refrigeración y climatización, encargado de transferir calor desde el refrigerante al ambiente exterior,

facilitando la condensación del refrigerante de estado gaseoso a líquido. Este proceso se logra mediante el intercambio térmico entre el refrigerante que circula por los tubos y el aire que pasa a través de las aletas, impulsado por ventiladores.

Se ha seleccionado un condensador fabricado en chapa de acero galvanizado, equipado con separadores que permiten a cada ventilador operar de manera independiente sobre su respectiva sección de batería. La batería está construida con tubos de 3/8 de pulgada dispuestos en configuración al tresbolillo, con aletas de aluminio de alta eficiencia y una separación de 3 mm. Además, incluye un ventilador montado sobre una rejilla metálica, diseñado para evitar interferencias entre los ventiladores.

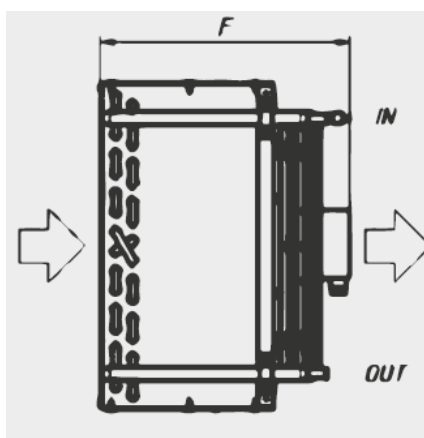


Figura 18 Condensador. Fuente: García Cámara

Tabla 22 Especificaciones condensador.

Características Condensador	
Capacidad	4,62 kW
Dimensiones (L·A·H)	0,483·0,3·0,37 m
Conexiones IN/OUT	17 mm
Características ventilador	
N.º · Ø	1 · 300 mm
Caudal de aire	1300 m³/h
Necesidades	
Potencia para instalar	3,71 kW

4.17 Cálculo sistema compresión mecánica simple

El sistema de compresión mecánica simple diseñado para la cámara frigorífica tiene como objetivo mantener una temperatura constante de 10 °C en el interior de la cámara. Para lograrlo, se han establecido las siguientes condiciones de diseño:



-Calor a evacuar: 3,71 kW

-Temperatura de evaporación: Se ha seleccionado una temperatura de evaporación de 0 °C en el evaporador, situada entre 5 y 10 °C por debajo de la temperatura de conservación de la cámara (10 °C), conforme a los requisitos para la preservación de alimentos.

-Temperatura de condensación: La condensación del refrigerante se ha fijado a 30 °C, optimizando el rendimiento del sistema en el condensador.

-Refrigerante: Se emplea amoníaco (R-717) como refrigerante, elegido por su alta eficiencia termodinámica, a pesar de su toxicidad y corrosividad, lo que requiere componentes diseñados específicamente para su uso.

-Recalentamiento del vapor: Para garantizar que el refrigerante ingrese al compresor en estado completamente gaseoso, se implementa un recalentamiento del vapor en una tubería externa al evaporador, con un margen de seguridad de 5 °C. Aunque este proceso incrementa ligeramente la carga de trabajo del compresor y la temperatura del vapor, asegura la protección del compresor al evitar la entrada de líquido.

-Subenfriamiento del líquido: Se realiza un subenfriamiento del refrigerante líquido antes de su entrada al evaporador, lo que permite eliminar una mayor cantidad de calor en el evaporador sin aumentar la carga de trabajo del compresor. Esto mejora la eficiencia global del sistema.

Para mitigar las ineficiencias derivadas del recalentamiento del vapor, se incorpora un intercambiador de calor que cruza las tuberías de recalentamiento y subenfriamiento. En este intercambiador, el calor extraído durante el subenfriamiento se utiliza para calentar el vapor en la fase de recalentamiento, optimizando la eficiencia energética del sistema.

Estas condiciones y características aseguran un diseño eficiente y seguro del sistema de compresión mecánica, adaptado a las necesidades térmicas de la cámara frigorífica y a las propiedades específicas del amoníaco como refrigerante.

Conociendo los condicionantes de la instalación, se procede a realizar los cálculos basados en la información del diagrama presión-entalpía del amoníaco.

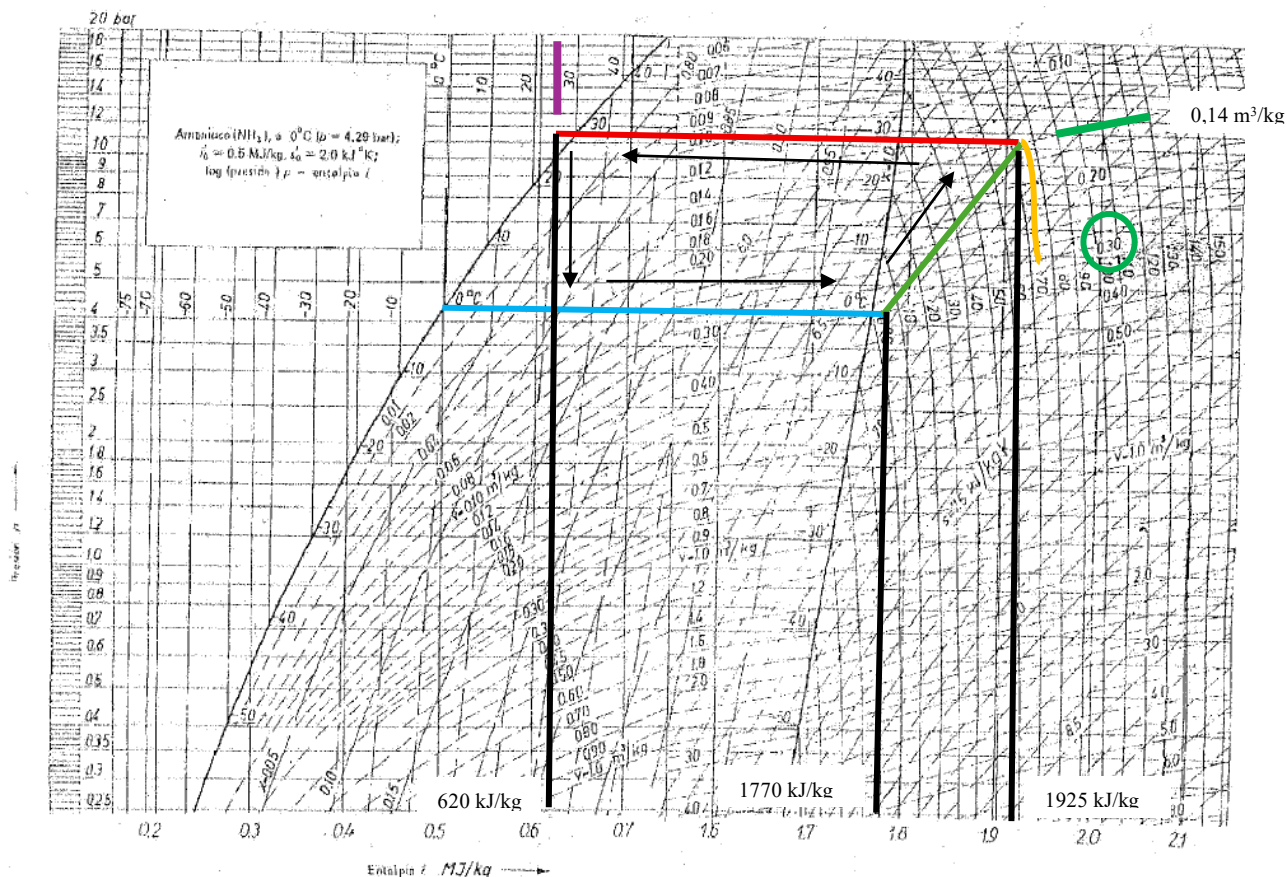


Figura 19 Diagrama presión-entalpía del amoníaco.

-Primero, se verifica la temperatura de funcionamiento del compresor, un parámetro crítico para garantizar su correcto desempeño. En este caso, el compresor opera a una temperatura aproximada de 75 °C (correspondiente a la línea naranja), lo que se encuentra dentro del rango óptimo para su funcionamiento eficiente y seguro. Si la temperatura de operación alcanzara valores cercanos a los 120 °C, el compresor podría sufrir fallos operativos, lo que requeriría la instalación de un segundo compresor para distribuir la carga térmica y garantizar la continuidad del sistema.

-Calor eliminado por kg de amoníaco: $\Delta i = 1770 - 620 = 1150 \text{ kJ/kg}$.

-Masa necesaria para evacuar 3,71 kW: $3,71 \cdot 3600 = 13356 \text{ kJ/h} / 1150 \text{ kJ/kg} = 11,61 \text{ kg amoníaco/h}$.

-Caudal volumétrico a la entrada del compresor: v (volumen específico) = $0,3 \text{ m}^3/\text{kg}$.

$$q = 0,3 \cdot 11,61 = 3,48 \text{ m}^3 \text{ amoníaco/h.}$$

-Capacidad refrigerante por m³ de fluido (No es constante, se elige a la entrada del compresor): $1150 \text{ kJ/kg} / 0,3 \text{ m}^3/\text{kg} = 3833 \text{ kJ/m}^3$.



-Trabajo específico de compresión (q_w): $q_w = 1925 - 1770 = 155 \text{ kJ/kg}$.

-Potencia total del compresor (Q_w): $Q_w = 155 \text{ kJ/kg} \cdot 11,61 \text{ kg amoníaco/h} = 1800 \text{ kJ/h} = 0,5 \text{ kW}$.

-Trabajo específico de condensación (q_c): $q_c = 1925 - 620 = 1305 \text{ kJ/kg}$.

-Potencia calorífica total condensación (Q_c): $Q_c = 1305 \text{ kJ/kg} \cdot 11,61 \text{ kg amoníaco/h} = 15151 \text{ kJ/h} = 4,21 \text{ kW}$.

4.17.1 Diámetro de tubería requerida por cada tramo

Para determinar los diámetros de las tuberías requeridas en el sistema de compresión mecánica simple con amoníaco (R-717), se han establecido velocidades recomendadas para el flujo del refrigerante en cada tramo del sistema. Estas velocidades aseguran un equilibrio entre la eficiencia del sistema, la minimización de pérdidas de presión y la prevención de problemas operativos, como el arrastre de líquido o el desgaste excesivo. Las velocidades seleccionadas para cada tramo son las siguientes:

Línea de aspiración de gas (entrada al compresor): Se recomienda una velocidad de flujo entre 15 y 20 m/s para garantizar un transporte eficiente del vapor de amoníaco sin causar pérdidas de presión significativas. En este caso, se ha seleccionado una velocidad de 17 m/s.

Línea de descarga de gas (salida del compresor): Similar a la línea de aspiración, se recomienda una velocidad entre 15 y 20 m/s para optimizar el flujo del gas caliente hacia el condensador. Se ha adoptado una velocidad de 17 m/s.

Línea de líquido (tramo desde la salida del condensador hasta la entrada al evaporador): Para el refrigerante en estado líquido, se recomienda una velocidad más baja, entre 0,5 y 1,25 m/s, para evitar turbulencias y garantizar un flujo estable. En este caso, se ha elegido una velocidad de 1 m/s.

Estas velocidades sirven como base para calcular los diámetros de las tuberías, considerando el caudal másico o volumétrico del refrigerante, las propiedades del amoníaco (como el volumen específico) y las condiciones de operación del sistema. Los cálculos garantizarán que las tuberías sean adecuadas para mantener un funcionamiento eficiente y seguro de la instalación frigorífica.

-Aspiración compresor:



Conociendo el caudal volumétrico de amoníaco calculado previamente de $q = 3,48 \text{ m}^3/\text{h}$ ($9,67 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$) y la velocidad recomendada de $v = 17 \text{ m/s}$. Se calcula la superficie S:

$$S = 9,67 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} / 17 \text{ m/s} = 5,69 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \Rightarrow \phi = 8,5 \text{ mm}.$$

-Descarga compresor:

En este caso $v = 0,14$ (corresponde a la línea verde) m^3/kg . Entonces, $q = 11,6 \text{ kg/h} \cdot 0,13 = 1,51 \text{ m}^3/\text{h}$.

Conociendo el caudal volumétrico de amoníaco de $q = 1,51 \text{ m}^3/\text{h}$ ($4,48 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$) y la velocidad recomendada de $v = 17 \text{ m/s}$. Se calcula la superficie S:

$$S = 4,48 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} / 17 \text{ m/s} = 2,63 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \Rightarrow \phi = 5,8 \text{ mm}.$$

-Líquido:

La temperatura de salida del compresor es de 25°C (corresponde a la línea morada). Por ello, a partir de las tablas de saturación de R-717 se conoce que en estado líquido y a 25°C : $v = 0,001659 \text{ m}^3/\text{kg}$. Entonces, $q = 11,6 \text{ kg/h} \cdot 0,001659 = 0,01924 \text{ m}^3/\text{h}$.

Conociendo el caudal volumétrico de amoníaco de $q = 0,01924 \text{ m}^3/\text{h}$ ($5,71 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$) y la velocidad recomendada de $v = 1 \text{ m/s}$. Se calcula la superficie S:

$$S = 5,71 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} / 1 \text{ m/s} = 5,71 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} \Rightarrow \phi = 2,7 \text{ mm}.$$

5 ABASTECIMIENTO AGUA GLICOLADA

A continuación, en la Tabla 23, se presentan las necesidades de agua glicolada a 2°C para cada uno de los equipos involucrados en el proceso, así como la correspondiente energía térmica a transferir en cada caso.

Para realizar un dimensionamiento adecuado del sistema de refrigeración, se ha considerado el funcionamiento típico de la quesería, que opera de lunes a viernes. En condiciones normales, existe un intervalo de aproximadamente tres horas entre el proceso de termización y el enfriamiento del lactosuero procedente del lavado de la pasta. Además, los dos lavados de lactosuero se realizan con una separación de 30 minutos, aunque puede existir cierto solapamiento entre ellos.



Por este motivo, el sistema se ha dimensionado en base a las condiciones más exigentes, correspondientes al proceso de termización, que requiere:

1846 kg de agua glicolada a 2 °C

79,11 kW de energía frigorífica

Un caudal de 1,02 kg/s de agua glicolada

El primer componente del sistema es el compresor semihermético, encargado de generar el caudal necesario de agua glicolada enfriada de 7 °C a 2 °C. La potencia de absorción nominal requerida por el sistema de refrigeración puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T = 1,02 \cdot 3,7 \cdot 5 = 18,87 \text{ kW.}$$

Tabla 23 Resumen necesidades agua glicolada

Necesidades	Energía (kW)	Agua glicolada (kg/s)	Duración proceso	Frecuencia diaria	Agua glicolada total (kg)
Termización	79,11	1,02	30 min	1	1846 kg
Enfriamiento lactosuero	32,25	0,38	30 min	2	1368 kg
Enfriamiento salmuera	1,62	0,073	30 min	4*	525,6 kg

*2 enfriamientos por tanque.

Una vez generada el agua glicolada a 2 °C en el sistema de refrigeración, esta es impulsada mediante una bomba hacia un tanque pulmón. Desde este depósito, el agua glicolada es distribuida a los diferentes equipos de la instalación que requieren refrigeración. Permitiendo estabilizar el sistema ante variaciones de demanda, evitar arranques y paradas frecuentes del compresor, y garantizar un caudal constante hacia los intercambiadores de placas, incluso en situaciones de consumo simultáneo.

5.1 Compresor semihermético

Para satisfacer las necesidades de producción de agua glicolada a 2 °C previamente descritas, se selecciona una planta enfriadora de glicol equipada con compresores semiherméticos y una carga reducida de refrigerante R-290 (propano). La unidad dispone de una carrocería autoportante, fabricada en chapa de acero galvanizado con acabado en

pintura poliéster termoendurecida, lo que le confiere una elevada resistencia a la corrosión y a condiciones exteriores adversas, permitiendo su instalación en exterior si fuera necesario.

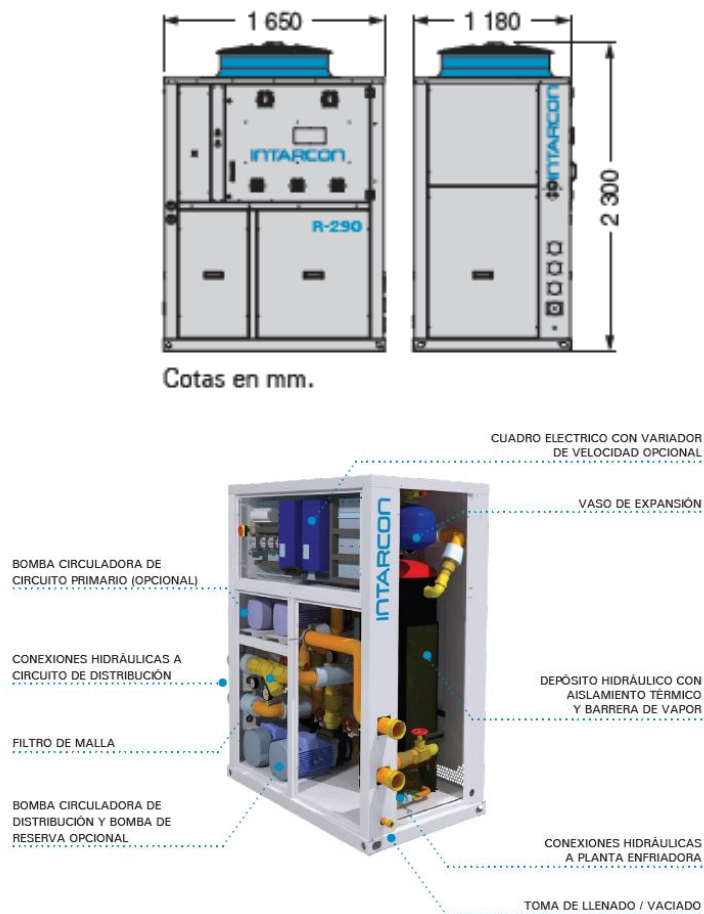


Figura 20 Compresor semihermético. Fuente: Intarcon

Tabla 24 Especificaciones compresor semihermético

Características	
Potencia frigorífica	37 kW
Potencia absorción nominal	21,3 kW
Intensidad máxima	42 A
Caudal glicol	5,7 m³/h
Compresor	V25-71AXH Full Inverter
Condensador	Ventilador (1x ϕ 800 mm)
Conexión hidráulica	2"
Necesidades	
Caudal glicol	3,5 m³/h
Potencia absorción nominal	18,87 kW



ANEJO VI: INGENIERÍA DE LAS EDIFICACIONES



Índice

1	INTRODUCCIÓN	1
2	NORMATIVA	1
3	CONDICIONANTES.....	2
3.1	Ubicación de la nave industrial	2
3.2	Condicionantes legales	2
3.3	Condicionantes geotécnicos	3
3.3.1	Hidrogeología y nivel freático	4
3.3.2	Excavabilidad del terreno	4
3.3.3	Análisis de la cimentación.....	4
4	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA NAVE	5
4.1	Descripción de la estructura.....	6
4.2	Características estructurales de los materiales utilizados	6
4.2.1	Acero.....	6
4.2.2	Hormigón armado.....	7
5	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	7
5.1	Cerramiento cubierta	7
5.2	Falso techo	8
5.3	Cerramientos laterales	9
5.4	Tabiquería interior	10
5.5	Acabado interior de las paredes	10
5.6	Carpintería.....	12
5.6.1	Puertas.....	12
5.6.2	Ventanas	13
5.7	Solado	14
5.8	Instalación de chimenea para la evacuación de humos	15
5.9	Sistema de canalización	16



5.10	Cerramiento perimetral de la parcela.....	16
6	ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA	16
6.1	Acciones permanentes (G).....	16
6.1.1	Cerramiento en cubierta.....	16
6.1.2	Falso techo.....	17
6.1.3	Correas en cubierta	17
6.1.4	Valor total carga permanente	18
6.2	Acciones variables.....	18
6.2.1	Sobrecarga de uso	18
6.2.2	Sobrecarga de viento.....	20
6.2.3	Sobrecarga de nieve	27
6.3	Combinación de acciones	29
7	CALCULO ESTRUCTURAL.....	32
7.1	Correas en cubierta.....	32
7.2	Pórticos	33
7.2.1	Pilares.....	33
7.2.2	Dinteles	34
7.2.3	Elementos de arriostramiento.....	35
7.3	Placas de anclaje.....	35
7.4	Uniones	36
7.5	Cimentación	37
7.5.1	Materiales utilizados en la cimentación	37
7.5.2	Descripción de la cimentación.....	37
7.6	Comprobación de los elementos de la estructura	38
7.7	Resumen de medición.....	42
7.7.1	Estructura metálica	42
7.7.2	Placas de anclaje	43



7.7.3	Cimentación.....	43
8	COMPROBACIÓN DEL CALCULO ESTRUCTURAL.....	46
8.1	Cálculo y comprobación de las correas de la nave.....	46
8.2	Cálculo y comprobación de dinteles.....	50
8.3	Cálculo y comprobación de pilares	64
8.3.1	Pilar perfil HEB 200	64
8.3.2	Pilar perfil HEB 100	77
8.4	Cálculo y comprobación elementos de arriostramiento.....	88
8.4.1	Vigas de atado en cumbrera.....	88
8.4.2	Tirantes.....	101
8.5	Cálculo y comprobación placas de anclaje	104
8.5.1	Tipo 1	104
8.5.2	Tipo 4	106
8.5.3	Tipo 15	108
8.6	Uniones	110
8.6.1	Unión dintel-pilar.....	110
8.6.2	Unión dintel-dintel.....	117
8.6.3	Unión cruces y vigas de atado	134
8.7	Cálculos de comprobación de las zapatas.....	136
8.7.1	Zapata tipo 1	138
8.7.2	Zapata tipo 4 (segundo pórtico).....	140
8.7.3	Zapata tipo 15	142
8.8	Vigas de atado o zunchos	144



Índice de tablas

Tabla 1 Condiciones urbanísticas Polígono El Recuenco	3
Tabla 2 Pernos utilizados.....	6
Tabla 3 Resumen revestimientos interiores seleccionados.....	12
Tabla 4 Resumen puertas seleccionadas	13
Tabla 5 Ventanas utilizadas	13
Tabla 6 Valores característicos de la sobrecarga de uso de acuerdo con CTE DB SE-AE.	19
Tabla 7 Coeficientes para tipo de entorno CTE DB SE-AE.....	21
Tabla 8 Viento en fachadas.....	22
Tabla 9 Cp viento 90 y 270 en fachadas.....	22
Tabla 10 Cp viento 0 y 180 en fachadas.....	23
Tabla 11 Viento 90° o 270° en cubierta	23
Tabla 12 Cp viento 90 y 270 en cubierta.....	24
Tabla 13 Viento 0° o 180° en cubierta.....	24
Tabla 14 Cp viento 0 y 180 en cubierta.....	25
Tabla 15 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal.	28
Tabla 16 Coeficiente de simultaneidad	30
Tabla 17 Coeficientes parciales de seguridad.....	30
Tabla 18 Combinación de acciones.....	31
Tabla 19 Tipos Placas de anclaje	36
Tabla 20 Uniones utilizadas.....	36
Tabla 21 Características zapatas	38

Índice de figuras

Figura 1 Perfil litológico del terreno.....	4
Figura 2 Croquis de la cimentación	4
Figura 3 Estructura de la nave	5
Figura 4 Panel sándwich	8
Figura 5 Falso techo. (GYPREX® VINILO Saint-Gobain Placo, n.d.)	8
Figura 6 Techo cámara maduración.	9
Figura 7 Panel hormigón prefabricado.....	10
Figura 8 Carga permanente en el pórtico más desfavorable (pórtico 2).	18
Figura 9 Carga uso en el pórtico más desfavorable (pórtico 2).....	19



Figura 10 Mapa presión dinámica del viento.	20
Figura 11 Viento 0° Hipótesis A en pórtico 4.	25
Figura 12 Viento 0° Hipótesis B en pórtico 4.....	25
Figura 13 Viento 90° y 270° en pórtico 4.....	26
Figura 14 Viento 180° hipótesis 1 en pórtico 4.....	26
Figura 15 Viento 180° hipótesis 2 en pórtico 4.....	26
Figura 16 Mapa de zonas invernales.....	27
Figura 17 Carga de nieve en pórtico central (pórtico 4)	28
Figura 18 Carga de nieve con redistribución faldón izquierdo en pórtico central (pórtico 4).....	29
Figura 19 Carga de nieve con redistribución faldón derecho en pórtico central (pórtico 4).	29
Figura 20 Correa perfil ZF-200x3.0.....	33
Figura 21 Pilares pórtico hastial (arriba) y pórtico interior (abajo).....	34
Figura 22 Elementos de arriostramiento.	35
Figura 23 Detalle de placas de anclaje. Tipo 4(izq), Tipo 1 (centro), Tipo 15 (dcha.) ...	36
Figura 24 Tipos de uniones	37
Figura 25 Esquema cimentación.....	38
Figura 26 Numeración barras nave 3D.	39
Figura 27 Dintel seleccionado para el cálculo y comprobación.....	50
Figura 28 Pilares seleccionados para el cálculo y comprobación.....	64
Figura 29 Viga de atado seleccionado para el cálculo y comprobación.	88
Figura 30 Viga de atado seleccionado para el cálculo y comprobación.	101



1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo, junto con los planos y el resto de la documentación que conforman este Proyecto, tiene por objeto describir las obras necesarias para la construcción de una nave industrial destinada a la producción de queso, así como detallar y dimensionar los distintos elementos que componen el edificio en el que se desarrollará dicha actividad.

Asimismo, se busca definir los materiales y sistemas constructivos necesarios para la ejecución de todos los componentes de la nave, incluyendo los cerramientos exteriores, la solera, las divisiones interiores, la carpintería exterior e interior, los falsos techos, así como cualquier otro elemento constructivo necesario para garantizar el correcto funcionamiento, la higiene, la seguridad y la adecuación del edificio a los requisitos normativos y funcionales propios de la actividad industrial prevista.

La estructura ha sido calculada utilizando el programa informático CYPE, versión 2024.b, desarrollado por CYPE Ingenieros, S.A.

2 NORMATIVA

El diseño y cálculo de los elementos estructurales y constructivos se ha realizado mediante el cumplimiento de la normativa técnica aplicable. Además de la normativa específica para estructuras, se han considerado los requisitos relativos a higiene alimentaria, seguridad, accesibilidad y protección frente a incendios, con el fin de garantizar que la nave industrial destinada a la producción de queso cumpla con la legislación vigente para este tipo de actividad.

- Código Técnico de la Edificación (CTE)

DB-SE: Seguridad estructural,

DB-SE AE: Acciones en la edificación,

DB-SE C: Cimientos.

DB-SI: Seguridad en caso de incendio

DB-HS: Salubridad

DB-SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad



- UNE-EN 1993 Eurocódigo 3. Definiendo los métodos de diseño de estructuras de acero.
- Código Estructural (CE). Real Decreto 470/2021, de 29 de junio.
- Real Decreto 1086/2020, de 9 de diciembre. Establece los requisitos en materia de higiene de la producción y comercialización de productos alimenticios en España. En relación con la construcción y los materiales empleados en la nave industrial, este decreto incide en la necesidad de seleccionar materiales que permitan mantener condiciones higiénicas adecuadas durante todo el proceso productivo, asegurando que no existan riesgos para la inocuidad alimentaria.
- Ley 5/2005, de 1 de junio, sobre sistemas de protección de la calidad agroalimentaria en La Rioja.

3 CONDICIONANTES

3.1 Ubicación de la nave industrial

La quesería se ubicará en Calahorra (La Rioja), concretamente en el Polígono Industrial El Recuenco, en la zona H, a una altitud topográfica de 307 metros sobre el nivel del mar.

El polígono de El Recuenco dispone de una superficie total de 648.569 m² de suelo industrial. Tras un análisis de las zonas disponibles, se ha identificado una parcela en la calle Cosme García como la más adecuada para el desarrollo del proyecto (Corresponde a la parcela H-1.2). Dicha parcela, con una superficie de 915 m² cuenta con un fondo de 55,07 m. y una fachada de 16,62 m. La referencia catastral de la parcela es 8413502WM8881S0000XZ y se encuentra en las coordenadas 42°16'48,24"N, 1°55'37,54"O. El polígono cuenta con acceso directo a la carretera N-232 a través de un carril de deceleración situado en el kilómetro 356 en dirección Zaragoza-Calahorra. Además, dispone de conexión con Calahorra mediante el Polígono Tejerías Norte.

3.2 Condicionantes legales

De acuerdo con el Plan Parcial del Sector 10, correspondiente a la actuación industrial "El Recuenco" en Calahorra, aprobado el 12 de junio de 2006, se establecen las



condiciones urbanísticas aplicables a la construcción de naves industriales en la parcela seleccionada, identificada como H-1.2.

En cumplimiento de dichas condiciones, recogidas en la Tabla 1, se verifica que tanto la parcela seleccionada, cuya superficie es de 915 m² cumple con el mínimo exigido de 750 m². La edificación proyectada cumple con todos los requisitos urbanísticos establecidos en dicho planeamiento.

Tabla 1 Condiciones urbanísticas Polígono El Recuenco

Descripción	Condición por la normativa
Parcela mínima	750 m ²
Altura máxima	10 m (B+1)
Retranqueo con caminos linderos interiores*	3 m
Retranqueo con calles principales de acceso	5 m
Ocupación Máxima (Criterio S. retranqueo)	698 m ²
Edificabilidad neta	1 m ² / m ²

*Excepto si las parcelas son adyacentes con edificación adosada.

3.3 Condicionantes geotécnicos

Como referencia para la caracterización geotécnica del terreno de la parcela, se ha tomado el estudio geotécnico elaborado por Laboratorios Entecsa, realizado en una parcela situada en la calle “La Avenida” del municipio de Calahorra, con fecha 8 de noviembre de 2007.

El estudio se llevó a cabo en un patio de vivienda sin irregularidades superficiales destacables. Para determinar las propiedades del terreno, se realizaron las siguientes prospecciones y ensayos de campo:

- 1 sondeo mecánico a rotación con extracción continua de muestra.
- 2 ensayos de penetración dinámica superpesada (DPSH).
- 4 ensayos de penetración estándar (SPT).

Estas actuaciones se desarrollaron conforme a lo establecido en la normativa técnica vigente en ese momento (UNE 103801/1994), actualmente sustituida por la norma UNE-EN ISO 22475-1/2007, que regula el reconocimiento del terreno y la toma de muestras para ensayos de laboratorio.

A partir de los ensayos de campo realizados, se identificó la siguiente estratigrafía del terreno, también representada en la

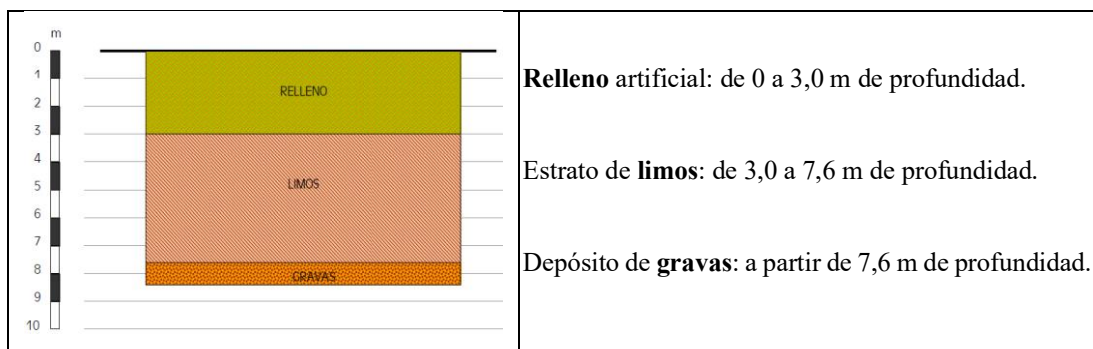


Figura 1:

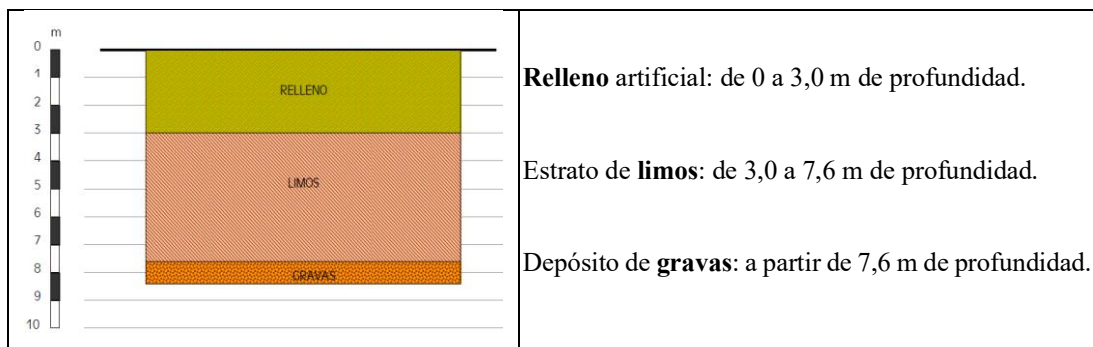


Figura 1 Perfil litológico del terreno

3.3.1 Hidrogeología y nivel freático

En el momento de realización del estudio de campo en octubre de 2007 no se encuentra agua en los ensayos de campo realizados.

3.3.2 Excavabilidad del terreno

La excavabilidad del terreno es alta, lo que permite ejecutar la excavación de la cimentación con una retroexcavadora convencional.

3.3.3 Análisis de la cimentación

La cimentación analizada conforme a los criterios establecidos en el estudio geotécnico ha optado por la ejecución de pozos de cimentación de hormigón en masa, empotrados un mínimo de 30 cm en el estrato de limos, considerado como terreno natural competente. Dicho estrato se encuentra a una profundidad aproximada de 3 metros respecto a la cota actual del terreno.

Sobre estos pozos se dispondrán las zapatas de hormigón armado, que transmitirán las cargas estructurales al terreno. Para el dimensionamiento de la cimentación se ha considerado una presión admisible de cálculo de $\sigma = 1,5 \text{ kg/cm}^2$.

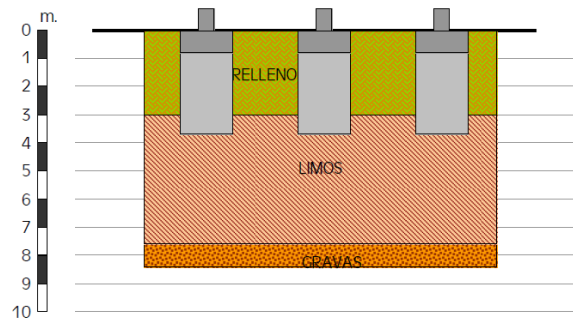


Figura 2 Croquis de la cimentación

4 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA NAVE

Se proyecta una nave industrial de una única planta, con una longitud de 30 metros y una luz de 12 metros. La estructura principal está compuesta por siete pórticos de acero laminado S-275, dispuestos a una distancia de 5 metros entre ejes. Tal y como se muestra en la Figura 3.

La nave contará con una cubierta a dos aguas, alcanzando una altura de cumbrera de 6,5 metros.

- Longitud de 30 m y luz de 12 m.
- Altura del alero: 5 m.
- Altura en cumbrera: 6,5 m.
- Separación entre pórticos: 5 m.
- Número de vanos: 6.
- Separación entre correas: 1,58 m.
- Longitud del faldón: 6,18 m.
- Cubierta a dos aguas con pendiente 25 % e inclinación de 14,03°.
- Altitud topográfica: 307 m.

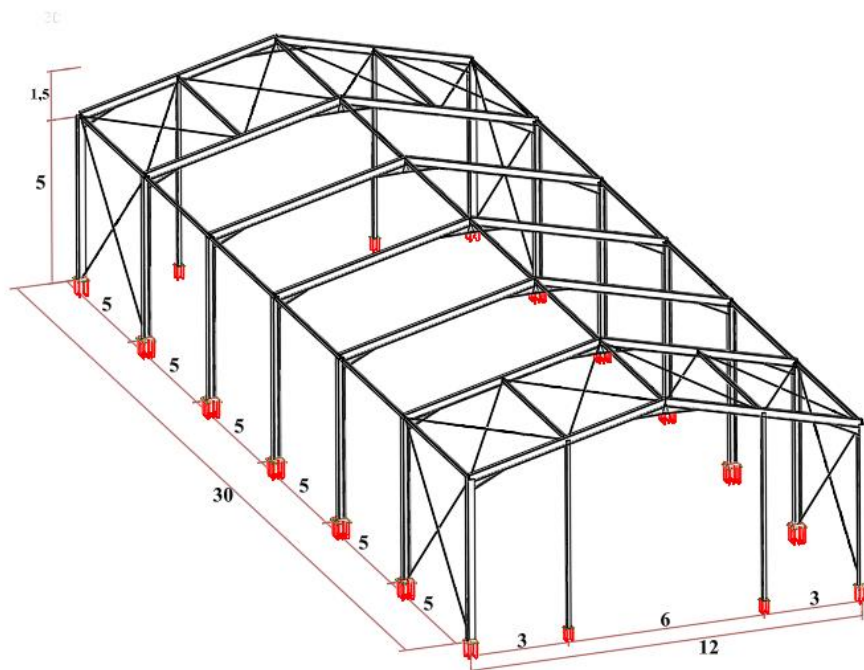


Figura 3 Estructura de la nave

4.1 Descripción de la estructura

La estructura de la nave industrial estará formada por siete pórticos de acero laminado S275, previamente descritos, y se configura del siguiente modo:

Cada pórtico está compuesto por dos pilares principales de sección HEB-200 y 5 m de longitud, empotrados a la cimentación mediante placas de anclaje. Estas placas se fijan mediante pernos tipo gancho a 180° y sistema perno-placa con arandela y tuerca simple.

En los pórticos hastiales, además de los pilares extremos, se disponen dos pilares centrales adicionales de sección HEB-100 y 5,75 m de longitud, separados 3,00 m de los pilares extremos.

Cada pórtico incorpora dinteles con cartelas, ejecutados con perfiles IPE-240 y una longitud de 6,185 m.

Para unir estructuralmente los pórticos entre sí, se disponen vigas de atado en cabeza de pilares, de sección rectangular RHS 100x50x3,5 mm, con una longitud de 5,00 m.

Además, se incluye un sistema de arriostramiento en disposición de cruces de San Andrés, ejecutado con redondos de acero de sección R10, con el fin de garantizar la estabilidad transversal del conjunto estructural.



4.2 Características estructurales de los materiales utilizados

4.2.1 Acero

Para la ejecución de las correas se ha empleado acero conformado S235, con un límite elástico de 235 MPa. El resto de los elementos estructurales se ha resuelto utilizando acero laminado S275, que presenta un límite elástico de 275 MPa. Ambos tipos de acero comparten un módulo de elasticidad común de 210 GPa.

A continuación, se detallan los pernos utilizados para la fijación de las placas de anclaje, especificando sus características principales:

Tabla 2 Pernos utilizados.

Pernos	Longitud	Diámetro	Distancia borde-perno	Utilización
Tipo 4	35 cm	20 mm	50 mm	Pórticos 2-6
Tipo 1	35 cm	16 mm	40 mm	Hastiales HEB-200
Tip 15	30 cm	10 mm	30 mm	Hastiales HEB-100

4.2.2 Hormigón armado

El hormigón armado empleado en la cimentación es el siguiente:

-Hormigón HA-25/P/30/XC1:

Tipo de cemento: CEM II.

Resistencia característica a los 28 días (f_{ck}): 25 N/mm².

Coefficiente de minoración: 1,5.

Tamaño máximo del árido: 30 mm.

-Acero de armar B 500 S:

Coefficiente de minoración: 1,15.

Límite elástico f_{yk} : 500 MPa

5 ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

5.1 Cerramiento cubierta

La cubierta de la nave estará compuesta por panel sándwich con tapajuntas, formado por dos láminas de acero perfilado con tres grecas y un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano tal y como se muestra en Figura 4.

Las dimensiones y propiedades técnicas del panel son las siguientes:

Longitud máxima de 18,5 m.

Ancho útil de 1 m.

Espesor de 60 mm.

Peso 7,99 kg/m².

Transmitancia (U) de 0,38 W/m²K.

La instalación se realiza mediante un sistema de fijación mecánica con tornillería vista, anclada directamente sobre las correas de la estructura portante. Para garantizar la estanqueidad de la cubierta se realiza un solape entre la greca de dos paneles contiguos y se aplica cinta de butilo para evitar filtraciones.

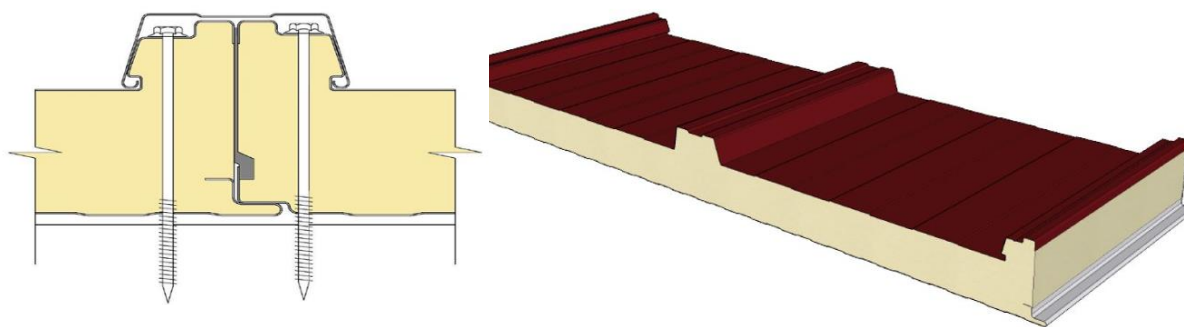


Figura 4 Panel sándwich

5.2 Falso techo

Se emplea un falso techo compuesto por placas de yeso laminado recubiertas en una de sus caras con una lámina de vinilo blanco. Este tipo de techo está especialmente diseñado para su aplicación en espacios interiores que requieren condiciones higiénicas específicas o una fácil limpieza, como baños, vestuarios, oficinas o laboratorios entre otros.

El falso techo vinílico se instalará a una altura de 2,5 metros mediante una estructura metálica suspendida. Esta se compone de perfiles principales separados cada 1200 mm, fijados a la estructura con varillas roscadas y accesorios de cuelgue. Perpendiculares a ellos, se colocan perfiles secundarios cada 600 mm, formando una retícula de 600·600 mm. Sobre esta estructura se disponen las placas vinílicas de 595·595 mm, que encajan fácilmente y permiten su retirada para tareas de mantenimiento.

Características técnicas de las placas:

Peso: 6 kg/m².

Conductividad térmica: $k = 0,25$ W/mK.

Dimensiones (Largo·Ancho·Espesor): 595·595·8 mm.



Figura 5 Falso techo. (GYPREX® VINILO | Saint-Gobain Placo, n.d.)

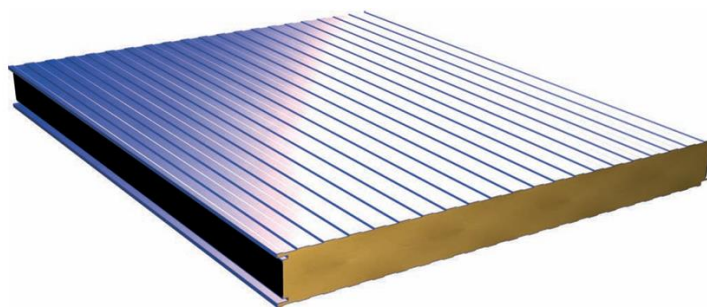
En el caso de la cámara el panel sándwich está formado por dos soportes de acero galvanizado con un aislante de poliuretano en su interior, que se cuelga sobre las correas, diseñado para cumplir con los requisitos de aislamiento y condiciones específicas de este espacio.

Características técnicas de las placas:

Aislante de espuma a base de resina de poliuretano: $k = 0,021$ W/mK; $e = 50$ mm.

Chapa de acero galvanizado (x2): $k = 17$ W/mK; $e = 0,5$ mm.

Ancho útil: 1m.

*Figura 6 Techo cámara maduración.*

5.3 Cerramientos laterales

Para el cerramiento lateral de la nave industrial se ha optado por el uso de paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico incorporado, de 12 cm de espesor total, seleccionados por su buen comportamiento térmico, acústico y resistencia mecánica. Estos paneles se instalan apoyados sobre los pilares, concretamente HEB-200 en los extremos y HEB-100 en la zona central de los pórticos hastiales.

En el caso de los pilares HEB-200, el espesor del panel permite su colocación directa entre las alas del perfil, garantizando así una sujeción lateral estable mediante fijaciones específicas y sellado perimetral. Sin embargo, como el perfil HEB-100 es más pequeño, no se puede colocar el panel directamente entre sus alas. Por eso, se necesita un sistema especial para sujetarlo. Se coloca un perfil en forma de ángulo o U, hecho de acero galvanizado, atornillado a la parte frontal del pilar HEB-100. Este perfil sirve de soporte y guía para el panel prefabricado. De esta manera, los pilares quedan dentro de la nave y, desde el exterior, quedan vistos únicamente los paneles de hormigón.

Las características técnicas del panel son:

Peso: 200 kg/m^2 .

Aislante de poliestireno expandido: $k = 0,0466 \text{ W/mK}$; $e = 40 \text{ mm}$

Hormigón prefabricado (x2): $k = 1,63 \text{ W/mK}$; $e = 40 \text{ mm}$

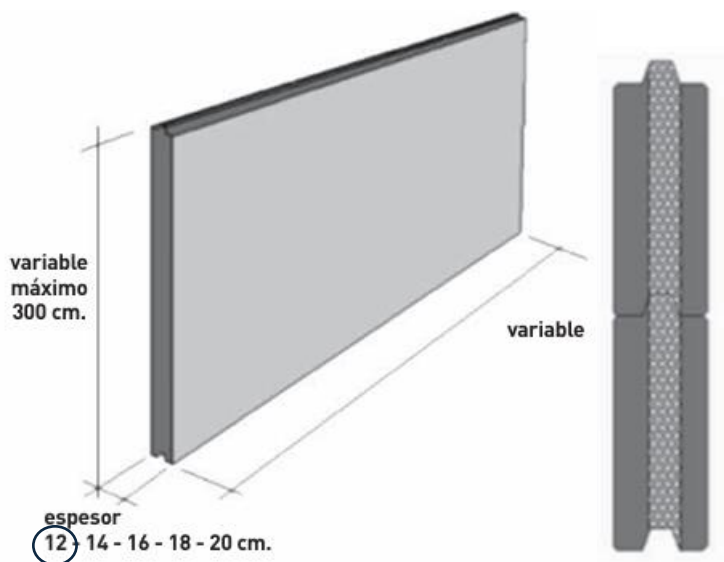


Figura 7 Panel hormigón prefabricado

5.4 Tabiquería interior

La tabiquería interior, compuesta por bloques de hormigón de 20x20x40 cm, se utiliza para dividir espacios dentro de una edificación sin función estructural de soporte. Estos bloques prefabricados ofrecen buena resistencia, durabilidad y facilitan una construcción rápida y precisa.

5.5 Acabado interior de las paredes

-Cámara de maduración:

Mismo panel sándwich descrito para el techo de la cámara, compuesto por dos láminas de acero galvanizado con un aislante de poliuretano en su interior, diseñado para cumplir con los requisitos de aislamiento y las condiciones específicas de este espacio. El espesor del aislante es de 80 mm.

Para su instalación, se colocan los paneles verticalmente sobre un perfil metálico en forma de U unidos a bloques de hormigón (caras norte, sur y este) o al panel prefabricado de hormigón (cara oeste), encajando las juntas macho-hembra. Se fijan con tornillos o anclajes, sellando las juntas con cinta de butilo.

-Sala de procesado, recepción de leche, área de producción de agua glicolada, zona de ahumado y expedición de lactosuero:



Revestimiento formado por una plancha de polipropileno extruido de grado alimentario (3 mm de espesor y color blanco).

Fijadas a rastreles de aluminio sobre bloques o paneles de hormigón, o pilares de acero, con tornillos. Las juntas se sellan con tapetes de PVC macizo.

-Almacén de materias primas, laboratorio, almacén de expedición, pasillos, sala de calderas y sala técnica de frío:

Revestimiento para interiores, formado por pintura epoxi de dos componentes (color gris, acabado brillante, textura lisa, según UNE-EN 1504-2).

Sobre bloques o paneles de hormigón, se aplica un reboco fino de yeso, seguido de 2-3 capas de pintura con brocha, rodillo o pistola. En pilares de acero, se limpia y aplica imprimación anticorrosiva antes de pintar.

-Baños de visitas:

Azulejo pasta blanca 30x60 cm color blanco aplicado mediante una capa de mortero nivelante sobre la que se aplicará el adhesivo al azulejo.

-Baños y vestuarios para trabajadores:

Azulejo pasta blanca 30x60 cm color blanco descrito previamente.

Pintura para interior, de dos componentes a base de resina epoxi, color gris descrito previamente.

-Oficina y hall de entrada:

Revestimiento mural con láminas autoadhesivas multicapa de PVC, para interior, color blanco, de 1230x0,24 mm.

Colocación en obra: sobre soporte de hormigón o de mortero de cemento previa regularización de la superficie con láminas de PVC, de 2000-3000 mm y 3 mm de espesor, con sellador adhesivo (MS) y con las juntas selladas con masilla elástica con fibras.

Tabla 3 Resumen revestimientos interiores seleccionados.

Sala	Revestimiento	Material
Cámara de maduración	Panel sándwich con aislamiento	Acero galvanizado con núcleo de poliuretano



Procesado, recepción leche, expedición lactosuero y área ahumado	Revestimiento rígido y lavable	Plancha polipropileno alimentario + rastreles de aluminio y tapete de PVC
Almacén materias primas, laboratorio, almacén de expedición, pasillos, sala de calderas y sala técnica de frío	Revestimiento continuo pintado	Pintura epoxi color gris
Baño visitas	Azulejo cerámico	Azulejo pasta blanca 30·60 cm + adhesivo sobre mortero nivelante
Baños y vestuarios personal	Azulejo y pintura epoxi	Azulejo 30·60 y epoxi color gris
Oficina y hall de entrada	Revestimiento mural decorativo	Laminas multicapa PVC adhesivas 1230·0,24 mm

5.6 Carpintería

5.6.1 Puertas

En la Tabla 4 se muestra el resumen de las cantidades y dimensiones de las puertas detalladas a continuación:

- Puerta de servicio corredera, con sistema de guiado elevado. Con hoja de 40 mm de espesor, con bastidor de perfil estructural de aluminio lacado en color blanco, revestimiento en ambas caras de chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor, con marco de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC.
- Puertas de servicio batientes, utilizadas en distintas zonas de la quesería. Están formadas por una hoja de 40 mm de espesor, según el espacio y uso previsto. Las hojas están construidas con bastidor de perfil estructural de aluminio anodizado y revestimiento en chapa de acero galvanizado prelacado en blanco (espesor 0,6 mm). Apertura mediante bisagras de PVC de vaivén con recorrido de hasta 90°.
- Puerta corredera para temperatura positiva, diseñada para uso interior, con hoja de 70 mm de espesor y borde de aluminio. Presenta un acabado en chapa plastificada blanca y núcleo de poliuretano inyectado. El sistema de deslizamiento, adecuado para hojas pequeñas y medianas, incluye soportes y poleas de tecnopolímero sobre un carril de aluminio anodizado con tapa. La manilla de apertura incorpora palancas interior y exterior con cerradero antirroto. El marco es de PVC en forma de “L” (140·45 mm), con



módulos adicionales para ajustar al grosor del panel, y contrapuerta en PVC. La luz de paso máxima es de 220·330 cm (ancho· alto).

Tabla 4 Resumen puertas seleccionadas

Sala	Tipo de puerta	Cantidad	Medidas (L·H) m
Recepción	Corredera	4 uds	x2 (1,9·2,2); x2 (1,5·2,2)
Procesado	Corredera/ Batiente	1 uds/ 6 uds	1,7·2,2 / x6 (1·2)
Calderas	Corredera/Batiente	1 uds/ 1 uds	1,7·2,2 /1·2
Técnica de frío	Batiente	2 uds	x2 (1·2)
Almacén expedición	Corredera	2 uds	x2 (1,7·2,2)
Oficina	Batiente	2 uds	1·2
Hall entrada	Batiente	3 uds	1·2
Cámara maduración	Corredera para cámara	1 uds	1,75·2

5.6.2 Ventanas

Se emplearán ventanas con doble acristalamiento estándar, 4/6/4, formado por un vidrio exterior incoloro de 4 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de PVC y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior incoloro de 4 mm de espesor, fijado sobre carpintería de PVC con acunado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte. Según las necesidades se establece apertura fija, corredera o por guillotina, como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5 Ventanas utilizadas

Sala	Dimensiones (L·H) (m)	Cota inferior ventana (m)	Apertura	Cantidad
Procesado	3·1,5	2	Fija	2
Almacén expedición	1,5·1,5	1	Corredera	1
Baño visitas	0,6·0,6	1	Guillotina	1
Baño y vestuario trabajadores	0,7·1	1	Guillotina	2
Oficina	1,5·1,5	1	Corredera	1
TOTAL	10,06 m ²			7

5.7 Solado

La solera de la nave se ejecutará con hormigón en masa de 20 cm de espesor, utilizando hormigón HM-25/B/20/XC1, fabricado en planta y vertido con grúa. El extendido y vibrado del hormigón se realizará manualmente mediante regla vibrante, sin aplicar tratamiento superficial posterior. Se ejecutarán juntas de retracción de 5 mm de espesor



mediante corte con disco de diamante, y se colocarán paneles de poliestireno expandido de 3 cm de espesor en las juntas de dilatación.

De acuerdo con las recomendaciones establecidas en el estudio geotécnico elaborado en Calahorra en noviembre de 2007 por Laboratorios Entecsa, y considerando la presencia de limos en el terreno, será fundamental la ejecución previa de una capa de zahorra artificial, con un espesor mínimo de 20 cm, debidamente compactada hasta alcanzar al menos el 95% del ensayo Proctor modificado. Esta capa incluirá un sistema de drenaje exterior que garantice la evacuación del agua y evite la acumulación de humedad bajo la solera.

Los pavimentos exteriores que rodeen la cimentación serán impermeables, con un ancho mínimo de 2 metros y pendiente hacia un sistema de drenaje exterior, de forma que se garantice que no se aporte agua ni humedad a la cimentación. Asimismo, se realizará un sellado estanco de todas las juntas en los encuentros entre la pavimentación y los cerramientos exteriores de la edificación. Para el relleno de zanjas se utilizará un material granular adecuado que asegure una correcta compactación y un buen comportamiento drenante.

- Sobre la solera de hormigón se realiza un acabado con pavimento de poliuretano-cemento por su resistencia a sustancias químicas tales como desinfectantes y otros productos, así como por su fácil limpieza, higiene y alta durabilidad.

- Para el baño de visitas y personal se colocará un pavimento de mosaico de vidrio, con teselas de 25x25x5 mm montadas sobre una malla, con soporte de mortero de cemento colocadas en capa fina con adhesivo cementoso mejorado y rejuntado con mortero de juntas cementoso mejorado.

- Para la zona de oficinas y recepción de visitas se instalará un pavimento laminado, de lamas de 1200x190 mm, formado por un tablero base de fibra de alta densidad (HDF) laminado decorativo en pino, acabado con capa superficial de protección plástica. Se colocará mediante sistema flotante machihembrado sobre lámina de espuma de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor. Incluso cinta autoadhesiva para sellado de juntas.

Tabla 6 Suelo utilizado por sala.

Sala	Solado	Superficie (m ²)



1-Recepción leche		14,84
2-Procesado		126,65
3-Ahumado		4,37
4-Abastecimiento agua glicolada		7
5-Cámara maduración		72,52
6-Pasillo	Poliuretano-cemento	14,22
7-Equipo de frio		5,7
8-Almacén expedición		8,93
9-Calderas		14,43
10-Laboratorio		8,1
11-Almacén materias primas		8,48
12-Expedición lactosuero		10,07
13-Baños y vestuarios personal	Mosaico cerámico de vidrio con teselas de 25x25x5 mm	15,9
14-Baño visitas		5,8
15-Oficina		9,86
16-Recepción visitas	Lamas de 1200x190 mm. Formado por tablero base de HDF laminado decorativo en pino.	5,44
17-Entrada principal		3,23

5.8 Instalación de chimenea para la evacuación de humos

Con el fin de garantizar una evacuación adecuada de los humos generados durante el proceso de ahumado de quesos, se ha proyectado un sistema de extracción mediante chimenea a tiro natural.

Para ello, se instala una chimenea de acero inoxidable AISI 304, de 1 mm de espesor y un diámetro de 150 mm, conectada directamente a la parte superior de la cabina de ahumado, cuya altura es de 2 metros. El conducto atraviesa la cubierta de la nave y se prolonga al exterior hasta una altura suficiente para asegurar un tiro efectivo.

Conforme a las recomendaciones técnicas y a fin de evitar reentradas de humo al interior de la instalación o molestias en su entorno, la chimenea alcanza una altura que supera en al menos 1 metro la cota de cumbrera del edificio, situada a 6,5 metros sobre el nivel del suelo.



5.9 Sistema de canalización

Para la evacuación de aguas pluviales se emplean canalones fabricados en PVC, que ofrecen resistencia a la corrosión y durabilidad frente a las condiciones ambientales. Asimismo, se instalarán bajantes para garantizar la correcta evacuación del agua de lluvia.

5.10 Cerramiento perimetral de la parcela

En el perímetro de la parcela se levantará un muro continuo de 0,6 m de altura, de bloques de hormigón de 40x20x10 cm cara vista. En las salidas por las caras norte y sur se instalarán puertas correderas de 4x0,6 m

6 ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA

Las acciones actúan directamente sobre la estructura, por lo que su consideración es fundamental en el proceso de dimensionado.

En este apartado se describen y calculan las distintas acciones que afectan a la construcción, conforme a lo establecido en el documento CTE-SE-AE. Estas acciones se clasifican según su naturaleza y variación en tres categorías: acciones permanentes (G), acciones variables (Q) y acciones accidentales (A).

6.1 Acciones permanentes (G)

Se consideran acciones permanentes aquellas que actúan de forma continua sobre la estructura, con magnitud y posición constantes o con variaciones despreciables a lo largo del tiempo. Entre estas se incluye el peso propio de la estructura, que abarca el peso de los elementos estructurales, los cerramientos, la tabiquería, entre otros componentes fijos de la construcción.

6.1.1 Cerramiento en cubierta

Como se ha mencionado anteriormente, la cubierta está compuesta por paneles sándwich de 60 mm de espesor y un peso aproximado de 8 kg/m², instalados sobre las correas de la cubierta. El peso de los paneles se transmite a los dinteles del pórtico a través de dichas correas, que actúan como elementos intermedios de apoyo.

No obstante, para el cálculo que se presenta a continuación, se ha considerado que el peso del panel sándwich se transmite al dintel del pórtico como una carga uniformemente repartida, con el fin de simplificar el análisis estructural.



$$qG, cerramiento = P \cdot Sp = 0,08 \cdot 5 = 0,4 \text{ kN/m}$$

Donde:

$$P \text{ (Peso del panel)} = 8 \text{ kg/m}^2 = 0,08 \text{ kN/m}^2.$$

$$Sp \text{ (Separación de pórticos)} = 5 \text{ m.}$$

6.1.2 Falso techo

Como parte del proceso de dimensionamiento, se considera la carga derivada de los elementos colgados de las correas, entre los que se incluyen tanto los paneles sándwich utilizados en la cámara frigorífica como los falsos techos de placas de yeso laminado empleadas en zonas como oficinas, baños, sala de ahumado, entre otras.

Para el cálculo correspondiente, se adopta un peso medio de 14 kg/m^2 , que representa una estimación global basada en la suma del falso techo del panel sándwich 9 kg/m^2 y el de las placas de yeso 5 kg/m^2 .

$$qG, falsotecho = P \cdot Sp = 0,14 \cdot 5 = 0,7 \text{ kN/m}$$

Donde:

$$P \text{ (Peso del falso techo)} = 14 \text{ kg/m}^2 = 0,14 \text{ kN/m}^2.$$

$$Sp \text{ (Separación de pórticos)} = 5 \text{ m.}$$

6.1.3 Correas en cubierta

Se emplearán correas de acero conformado ZF-200x3.0 separadas 1,58 m que, con un peso de 7 kp/m , suponen una carga de $0,28 \text{ kN/m}$.

$$qG, correas = \frac{P \cdot Sp \cdot Nc}{Lf} = \frac{0,07 \cdot 5 \cdot 5}{6,18} = 0,28 \text{ kN/m.}$$

Donde:

$$P \text{ (Peso de correa cubierta)} = 0,07 \text{ kN/ml.}$$

$$Sp \text{ (Separación de porticos)} = 5 \text{ m.}$$

$$Nc \text{ (Número de correas)} = 5.$$

$$Lf \text{ (Longitud del faldón)} = 6,18 \text{ m.}$$

6.1.4 Valor total carga permanente

Como resumen de lo calculado previamente, la carga permanente total se determina mediante la suma de las siguientes contribuciones: la carga correspondiente al panel sándwich utilizado como cerramiento, las cargas asociadas a ambos tipos de falsos techos y el peso propio de las correas estructurales.

$$qG = 0,28 + 0,7 + 0,4 = 1,38 \text{ kN/m}.$$

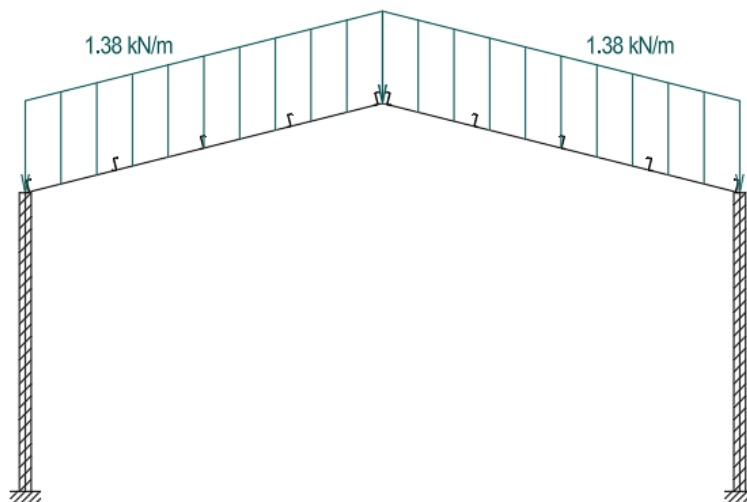


Figura 8 Carga permanente en un pórtico tipo.

6.2 Acciones variables

Se consideran acciones variables aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura, con magnitud y posición variables a lo largo del tiempo.

6.2.1 Sobrecarga de uso

Esta sobrecarga es el peso de los distintos elementos (mobiliario, maquinaria y equipos ligeros, mercancías, personas, etc.) que pueden gravitar sobre el edificio, en función de su uso. Simulándose mediante una carga superficial uniformemente distribuida

Se adoptarán los valores de la tabla 3.1. “Valores característicos de las sobrecargas de uso” del Documento Básico SE-AE. En este caso se considera el uso por mantenimiento de cubierta. En el que al tratarse de una cubierta ligera sobre correas (sin forjado) se toma un valor de sobrecarga de uso de $0,4 \text{ kN/m}^2$.

Tabla 7 Valores característicos de la sobrecarga de uso de acuerdo con CTE DB SE-AE.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁸⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Esta sobrecarga de uso (q_{uso}), considerada sobre el dintel del pórtico, resulta:

$$q_{uso} = 0,4 \cdot S_p \cdot \cos(\alpha) = 0,4 \cdot 5 \cdot 0,97 = 1,94 \text{ kN/m.}$$

Donde:

S_p (Separación de pórticos) = 5 m.

α (Angulo de inclinación de la cubierta) = 14,03°.

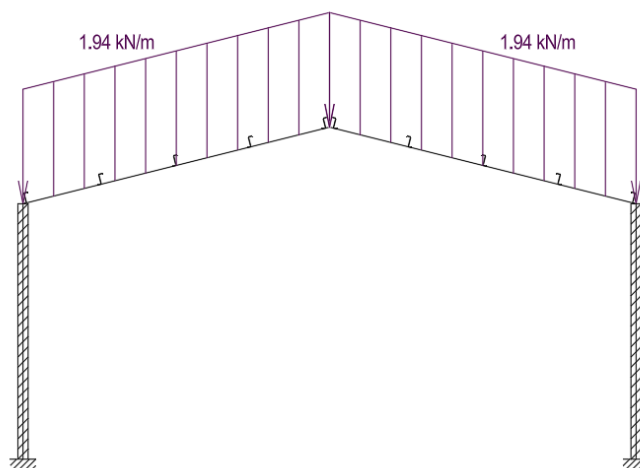


Figura 9 Carga uso en un pórtico tipo.

6.2.2 Sobrecarga de viento

La acción del viento se considera, en términos generales, como una fuerza ejercida perpendicularmente a la superficie en cada punto expuesto. Se expresa como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Donde:

q_b = Presión dinámica del viento (kN/m^2).

El valor básico de la velocidad del viento en Calahorra (La Rioja) se obtiene a partir del mapa mostrado en la Figura 10, en el cual se representan tres zonas con distintos valores de presión dinámica del viento:

Zona A: $0,42 \text{ kN/m}^2$.

Zona B: $0,45 \text{ kN/m}^2$.

Zona C: $0,52 \text{ kN/m}^2$.

Dado que Calahorra se encuentra ubicada en la zona B, se adopta un valor de presión dinámica básica de $0,45 \text{ kN/m}^2$.



Figura 10 Mapa presión dinámica del viento.

C_e = Coeficiente de exposición.

Este coeficiente tiene en cuenta los efectos de las turbulencias por el relieve y la topografía del terreno. Su valor se puede tomar de la tabla que se muestra a continuación. Para este caso se ha considerado un grado de exposición II “Terreno rural sin obstáculos ni arbolado de importancia”.

$$C_e = F \cdot (F + 7 k)$$

Donde: $F = k \cdot \ln (\max (z, Z) / L)$. ($z = 6,5 \text{ m}$).



Siendo k, L, Z parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la Tabla 8

Tabla 8 Coeficientes para tipo de entorno CTE DB SE-AE

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Entonces:

$$F = 0,17 \cdot \ln (6,5 / 0,01) = 1,101$$

$$Ce = 1,01 \cdot (1,101 + 7 \cdot 0,17) = 2,31$$

Cp = Coeficiente eólico.

-Viento 90° y 270° en fachadas.

Donde los datos de partida en función de las dimensiones de la nave:

-d (dimensión de la nave paralela al viento) = 30 m; h (cubrería de la nave) = 6,5 m;

h/d = 0,22.

-e = min (12, 2·6,5) = 12 m.

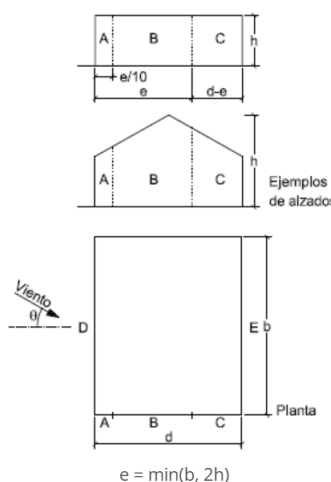
-Longitud zona

A = 1,2 m; B = 10,8 m; C = 18 m; D = 12 m = E.

-Superficie

A = 1,2 · 5 = 6 m²; B, C, D, E > 10 m².

Tabla 9 Viento en fachadas



$e = \min(b, 2h)$

A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	"	-0,3

Entonces, a partir de los datos mostrados se interpola en la tabla obteniendo:

Cp: A = -1,33; B = -0,8; C = -0,5; D = 0,7; E = -0,3.

Tabla 10 Cp viento 90 y 270 en fachadas.

Zona	S (m ²)	Cp
A	6	-1.28
B	>10	-0,8
C	>10	-0,5
D	>10	0,7
E	>10	-0,3

-Viento 0° y 180° en fachadas

Donde los datos de partida en función de las dimensiones de la nave:

-d (dimensión de la nave paralela al viento) = 12 m; h (cumbre de la nave) = 6,5 m;

$h/d = 0,542$.

-e = min (30, 2·6,5) = 13 m.

-Longitud zona

A = 1,3 m; B = 10,7 m; D = 30 m = E.

-Superficie

A = 1,3 · 5,35 = 6,96 m²; B, D, E > 10 m².



Entonces, a partir de los datos mostrados se interpola en la Tabla 9 obteniendo:

Cp: A = -1,27; B = -0,8; D = 0,739; E = -0,378.

Tabla 11 Cp viento 0 y 180 en fachadas.

Zona	S (m ²)	Cp
A	6,96	-1.27
B	>10	-0,8
D	>10	0,739
E	>10	-0,378

-Viento 90° y 270° en cubierta

Donde los datos de partida en función de las dimensiones de la nave:

-d (dimensión de la nave paralela al viento) = 30 m; h (cumbre de la nave) = 6,5 m;

-e = min (12, 2·6,5) = 12 m.

-Dimensiones de las zonas (A·L)

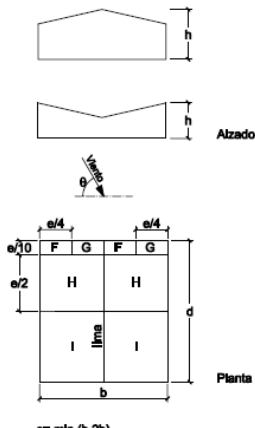
F = 3·1,2 m²; G = 3·1,2 m²; H = 6·6 m²; I = 6·22,8 m².

-Superficie

F = G = 3,6 m²; H, I > 10 m².

-Pendiente de la cubierta: 14,03°

Tabla 12 Viento 90° o 270° en cubierta



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), -45° ≤ θ ≤ 45°			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	≥ 10	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
30°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
45°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
60°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
75°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5

Entonces, a partir de los datos mostrados se interpola en la tabla que se muestra obteniendo:



Cp: F = -1,8; G = -1,8; H = -0,61; I = -0,51.

Tabla 13 Cp viento 90 y 270 en cubierta.

Zona	S (m ²)	Cp
F	3,6	-1,8
G	3,6	-1,8
H	>10	-0,61
I	>10	-0,51

-Viento 0° y 180° en cubierta

Donde los datos de partida en función de las dimensiones de la nave:

-d (dimensión de la nave paralela al viento) = 12 m; h (cumbre de la nave) = 6,5 m;

-e = min (30, 2·6,5) = 13 m.

-Dimensiones de las zonas (A·L)

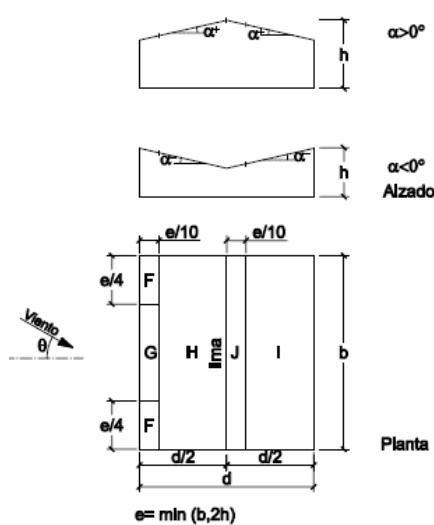
F = 3,25·1,3 m²; G = 23,5·1,3 m²; H = 30·4,7 m²; J = 30·1,3 m²; I = 30·4,7 m².

-Superficie

F = 4,23 m²; G, H, I, J > 10 m².

-Pendiente de la cubierta: 14,03°

Tabla 14 Viento 0° o 180° en cubierta



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	-0,6	0,2
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
45°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
60°	≥ 10	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
75°	≥ 10	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3

Entonces, a partir de los datos mostrados se interpola en la tabla que se muestra obteniendo:

Tabla 15 C_p viento 0 y 180 en cubierta.

Zona	S (m ²)	C_p
F	4,23	-1,6 0,2
G	>10	-0,84 0,18
H	>10	-0,33 0,18
J	>10	-0,55 0
I	>10	-0,4 0

A continuación, se muestra el resultado de la carga de cada viento para cada hipótesis considerada en el pórtico central (cuarto pórtico).

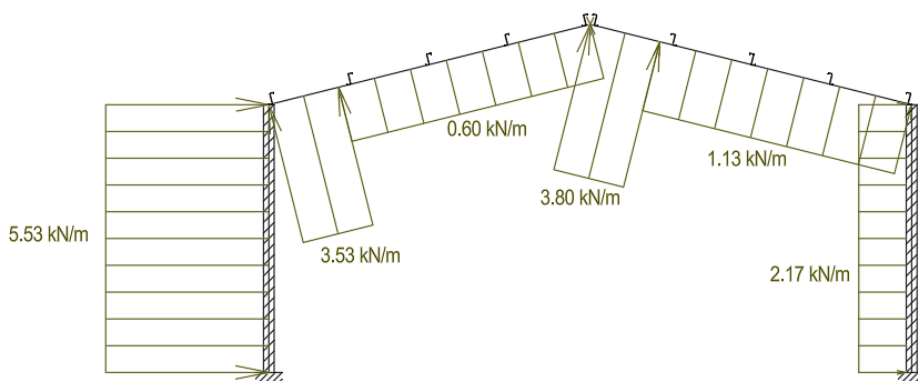


Figura 11 Viento 0° Hipótesis A en pórtico 4.

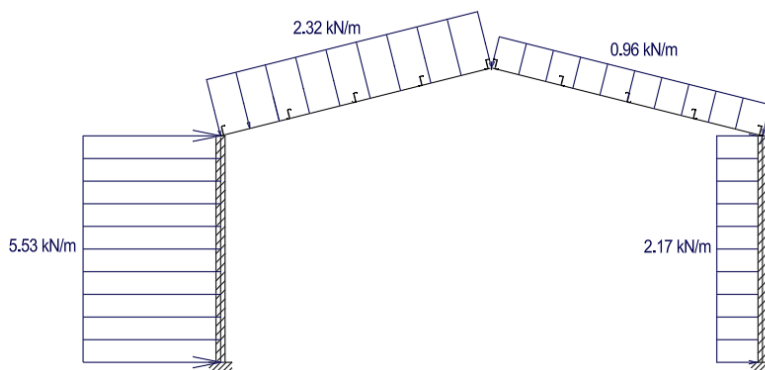


Figura 12 Viento 0° Hipótesis B en pórtico 4

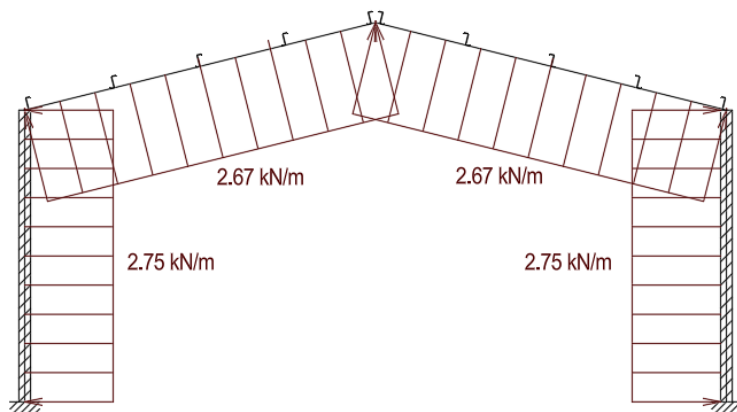


Figura 13 Viento 90° y 270° en pórtico 4

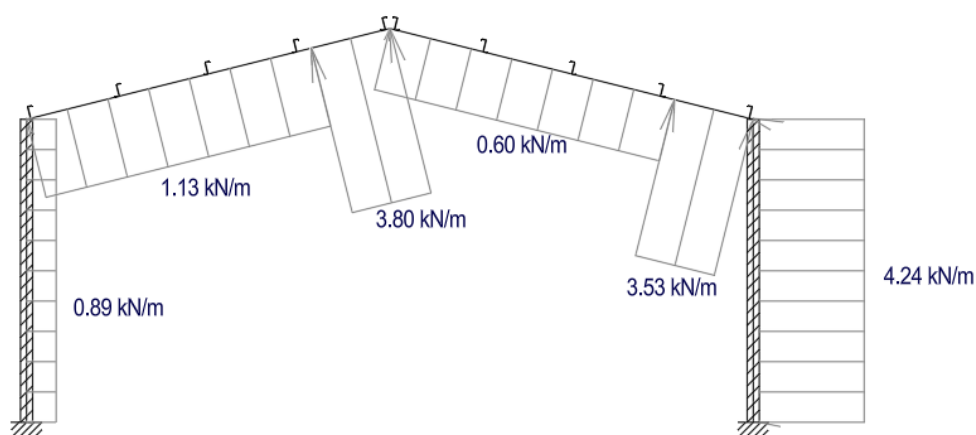


Figura 14 Viento 180° hipótesis 1 en pórtico 4.

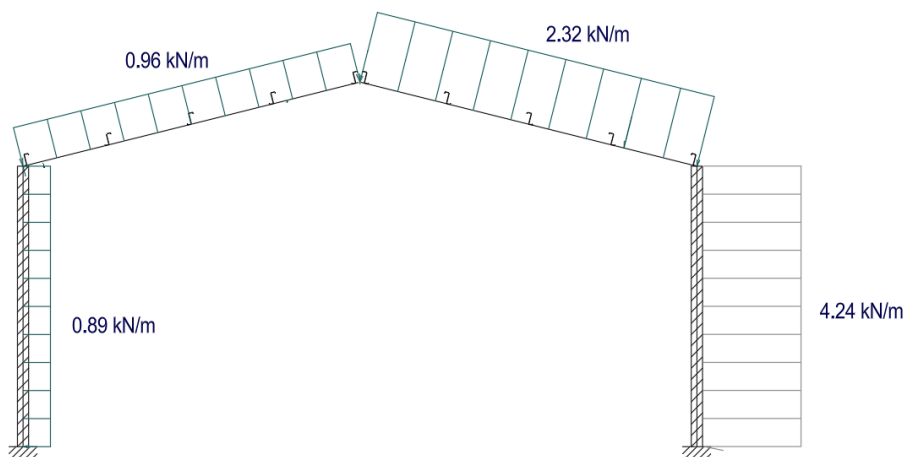


Figura 15 Viento 180° hipótesis 2 en pórtico 4

6.2.3 Sobrecarga de nieve

La distribución e intensidad de la carga de nieve sobre una cubierta viene influenciada por factores como el clima, el tipo de precipitación el relieve del entorno o la forma de la cubierta.

La carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal se determina mediante la siguiente expresión:

$$qn = Ce \cdot \mu \cdot Sk \cdot \cos(\alpha)$$

μ = coeficiente de forma de la cubierta.

Si existen obstáculos al deslizamiento de la nieve: $\mu = 1$

Si la inclinación de la cubierta $\alpha < 30^\circ$: $\mu = 1$

Si la inclinación de la cubierta $\alpha > 60^\circ$: $\mu = 0$

En este caso, con una inclinación de cubierta $\alpha = 14,03^\circ$ se toma un valor de $\mu = 1$.

S_k = valor característico de la carga de nieve sobre terreno horizontal (kN/m²).

Para determinar su valor se tendrá que conocer la zona climática utilizando el mapa de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y posteriormente obtener el valor característico en función de la altitud.



Figura 16 Mapa de zonas invernales.

El municipio de Calahorra (La Rioja) pertenece a la zona climática 2 y, como la parcela se encuentra a una altitud de 307 m, se interpola en la Tabla 16 entre los valores 200 y 400 obteniendo un $S_k = 0,55$ kN/m².

Tabla 16 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m ²)							
Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

C_e = Coeficiente de exposición al viento.

Al considerarse topografía normal, se toma un valor de $C_e = 1$.

Entonces la carga causada por la nieve en la cubierta es de:

$$q_N = 1 \cdot 1 \cdot 0,55 \cdot \cos(14,03) \cdot S_p = 0,55 \text{ kN/m}^2 \cdot 5\text{m} = 2,75 \text{ kN/m}$$

Al tratarse de una nave a dos aguas se tendrá en cuenta la redistribución asimétrica de las cargas de nieve, que son las debidas al transporte de esta por efecto del viento, reduciendo a la mitad el coeficiente de forma en las partes en que la acción sea desfavorable. En consecuencia, resultarán un total de tres hipótesis de nieve:

$$\text{Nieve estado inicial} = 0,55 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Redistribución} = 2,75 \cdot 0,5 = 1,34 \text{ kN/m}$$

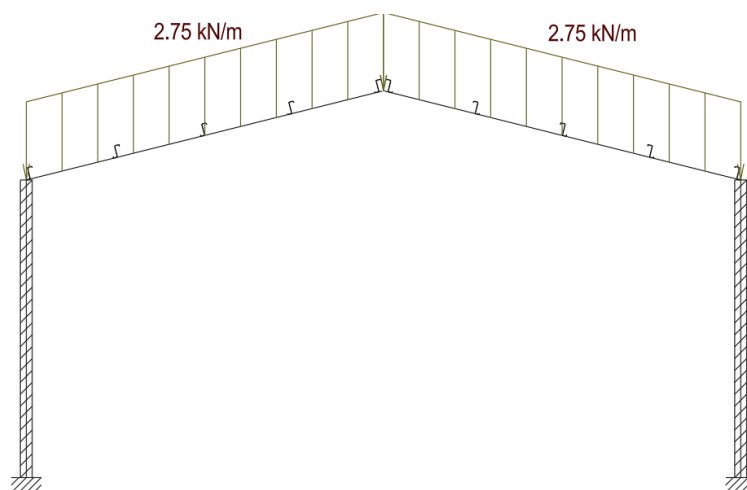


Figura 17 Carga de nieve en pórtico central (pórtico 4)

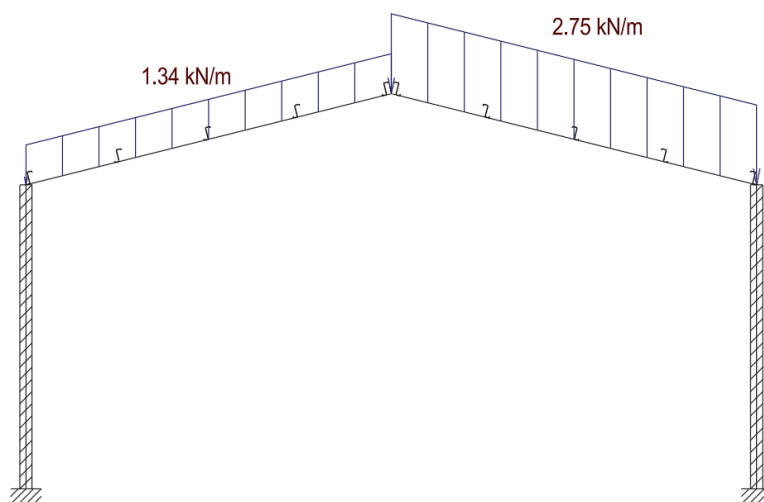


Figura 18 Carga de nieve con redistribución faldón izquierdo en pórtico central (pórtico 4)

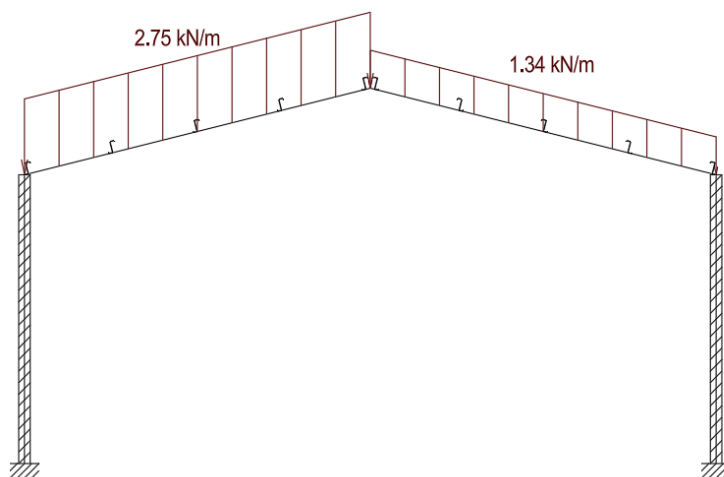


Figura 19 Carga de nieve con redistribución faldón derecho en pórtico central (pórtico 4).

6.3 Combinación de acciones

Se denomina combinación de acciones al conjunto de acciones compatibles que pueden actuar de forma simultánea sobre una estructura, generando efectos que deben ser considerados conjuntamente en el análisis estructural.

Las situaciones de dimensionamiento representan los distintos escenarios en los que una estructura puede estar sometida a cargas, y se clasifican en tres categorías principales:

Situación persistente: Corresponde al estado habitual de cargas bajo condiciones normales de uso y funcionamiento de la estructura.

Situación transitoria: Hace referencia a estados temporales de carga que ocurren durante fases particulares, como la construcción, el montaje, el mantenimiento o la reparación de la estructura.

Situación accidental: Comprende aquellas condiciones excepcionales que pueden presentarse en momentos puntuales de la vida útil de la estructura, tales como incendios, sismos, explosiones, impactos, entre otros.

Para cada situación de dimensionamiento se fijan unos coeficientes de mayoración de las acciones que deben emplearse en el cálculo estructural, con el objeto de garantizar la seguridad y funcionalidad de la estructura frente a los distintos tipos de solicitaciones.

Los valores correspondientes a los coeficientes parciales de seguridad (γ) y los coeficientes de simultaneidad (Ψ) se encuentran especificados en las Tablas 4.1 y 4.2 del Código Técnico de la Edificación (CTE).

Tabla 17 Coeficiente de simultaneidad

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría G)	⁽¹⁾		
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

⁽¹⁾ En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Tabla 18 Coeficientes parciales de seguridad.

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C



Según lo establecido en el Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE) del Código Técnico de la Edificación (CTE), las combinaciones de hipótesis de carga se determinan a partir de la siguiente expresión general de combinación de acciones:

$$\gamma \cdot G_k + \gamma \cdot V_D + \sum_i (\gamma \cdot V_{Ci} \cdot \psi_{0i})$$

Donde:

γ = Coeficiente de mayoración de acciones

G_k = Carga permanente

V_D = Carga variable dominante

V_{Ci} = Cargas variables concomitantes

ψ_{0i} = Coeficiente de simultaneidad

Esta ecuación se emplea para establecer las combinaciones de carga más desfavorables que deben considerarse en el cálculo estructural estados límite últimos (ELU) como de asegurando así la fiabilidad y seguridad de la estructura frente a diferentes situaciones de dimensionamiento.

Las hipótesis de carga que se deben considerar en el análisis estructural incluyen:

q_G = Carga Permanente

q_{uso} = Sobrecarga de Uso en Cubierta

q_{N1} = Sobrecarga de Nieve

q_{N2} = Sobrecarga de Nieve Redistribución Faldón izquierdo

q_{N3} = Sobrecarga de Nieve Redistribución Faldón derecho

$q_{e0^\circ-1}$ = Sobrecarga de Viento 0° hipótesis A

$q_{e0^\circ-2}$ = Sobrecarga de Viento 0° hipótesis B

q_{e90° = Sobrecarga de Viento 90°

Tabla 19 Combinación de acciones.

Combinación	q_G	q_{uso}	q_{N1}	q_{N2}	q_{N3}	$q_{e0^\circ-1}$	$q_{e0^\circ-2}$	q_{e90°
1	1,35	1,5						
2	1,35		1,5					
3	1,35			1,5				
4	1,35				1,5			
5	0,8					1,5		
6	1,35						1,5	
7	0,8							1,5
8	1,35	1,5	0,75					
9	1,35	1,5		0,75				
10	1,35	1,5			0,75			
11	1,35	1,5				0,9		



Combinación	q_G	q_{uso}	q_{N1}	q_{N2}	q_{N3}	$q_{e0^\circ-1}$	$q_{e0^\circ-2}$	q_{e90°
12	1,35	1,5					0,9	
13	1,35	1,5						0,9
14	1,35		1,5			0,9		
15	1,35		1,5				0,9	
16	1,35		1,5					0,9
17	1,35			1,5		0,9		
18	1,35			1,5			0,9	
19	1,35			1,5				0,9
20	1,35				1,5	0,9		
21	1,35				1,5		0,9	
22	1,35				1,5			0,9
23	0,8		0,75			1,5		
24	0,8			0,75		1,5		
25	0,8				0,75	1,5		
26	1,35		0,75				1,5	
27	1,35			0,75			1,5	
28	1,35				0,75		1,5	
29	0,8		0,75					1,5
30	0,8			0,75				1,5
31	0,8				0,75			1,5
32	1,35	1,5	0,75			0,9		
33	1,35	1,5		0,75		0,9		
34	1,35	1,5			0,75	0,9		
35	1,35	1,5	0,75				0,9	
36	1,35			0,75			0,9	
37	1,35				0,75		0,9	
38	1,35	1,5	0,75					0,9
39	1,35	1,5		0,75				0,9
40	1,35	1,5			0,75			0,9

7 CALCULO ESTRUCTURAL

7.1 Correas en cubierta

La correas se utilizan únicamente en la cubierta ya que los cerramientos laterales están formados por paneles de hormigón. La función de las correas es soportar y fijar todos los elementos que conforman la cubierta. Estas van apoyadas y soldadas con fijación rígida

a los dinteles de los pórticos de forma que actúan como una viga continua con un límite de flecha fijado en $L/300=16,67$ mm.

Con un faldón de 6,18 m la separación de las correas es de 1,58 m. Teniendo 5 correas por faldón de perfil ZF-200x3.0 de acero S-235 cumpliendo todas las comprobaciones con un aprovechamiento del 83,64%.

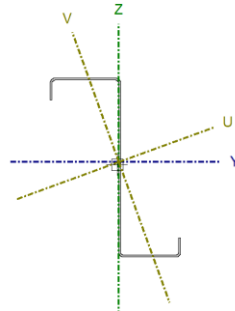


Figura 20 Correa perfil ZF-200x3.0.

7.2 Pórticos

La estructura principal de la nave está compuesta por siete pórticos rígidos simétricos, dispuestos longitudinalmente con una separación entre ellos de 5 m. Estos pórticos son de acero laminado S275, presentan una configuración a dos aguas y se encuentran biempotrados. La luz total de cada pórtico es de 12 metros.

La altura de los pilares es de 5 metros, alcanzando una altura máxima en cumbrera de 6,5 m, lo que da lugar a una pendiente del 25% en las cubiertas.

Además, como se muestra en Figura 21, se distinguen dos tipos de pórticos dentro de la estructura. En los hastiales, los pórticos cuentan con dos pilares adicionales situados a 3 metros de los pilares extremos. En cambio, los pórticos centrales están formados únicamente por dos pilares extremos, sin apoyo intermedio.

7.2.1 Pilares

A continuación, se describirán las características de los diferentes tipos de pilares de la nave.

En los pórticos hastiales se cuenta con pilares en sus extremos con perfil HEB-200 y dos pilares en el centro del pórtico, separados 3 metros de los extremos con perfiles HEB-100. El resto de los pórticos están formados por pilares de perfil HEB-200.

Desde el punto de vista del cálculo estructural, se ha asignado a los pilares el siguiente coeficiente de pandeo (β):

Para los pilares extremos (HEB-200), se ha considerado un coeficiente de pandeo en el plano y igual a 1,2.

Para los pilares intermedios (HEB-100), se ha adoptado un coeficiente de pandeo igual a 1 en los planos z e y,

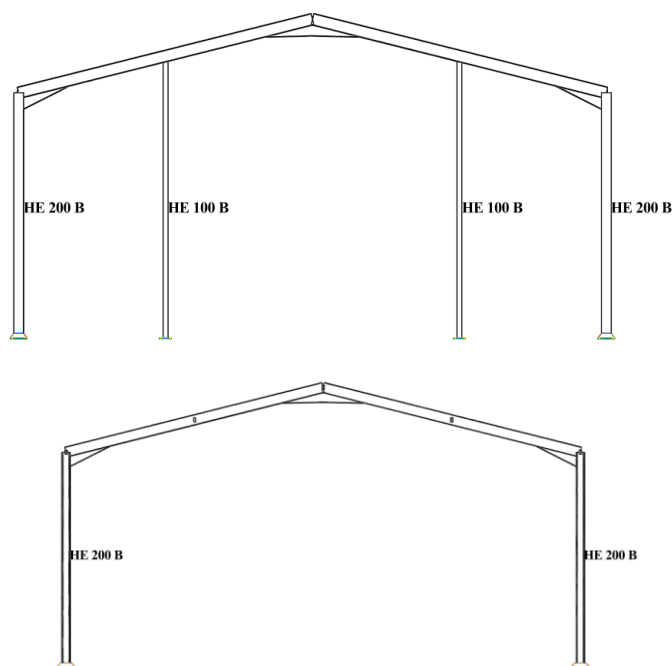


Figura 21 Pilares pórtico hastial (arriba) y pórtico interior (abajo).

7.2.2 Dinteles

Todos los dinteles de 6,18 m se han resuelto mediante perfiles IPE 240 simples, reforzados en sus extremos con cartelas de 1 metro de longitud, que permiten su conexión con los pilares.

Para el dimensionamiento y comprobación estructural de estos elementos, se han considerado los siguientes parámetros de cálculo:

-Pandeo

Coeficiente de pandeo en el plano z igual a 0,26

Coeficiente de pandeo en el plano y igual a 1,14

-Pandeo lateral

En el ala superior, se ha considerado una longitud de pandeo de 1,58 metros, correspondiente a la separación entre correas.

En el ala inferior, la longitud en los pórticos hastiales, se considera igual a la longitud completa del dintel y en los pórticos centrales, se ha tomado una longitud de pandeo de 3,16 m, duplicando el valor de la separación de correas, por la utilización de tornapuntas que conectan las correas con el ala inferior del dintel.

7.2.3 Elementos de arriostramiento

Con el objetivo de conferir mayor rigidez al conjunto estructural y limitar los desplazamientos laterales se emplean los siguientes elementos de arriostramiento.

En la cubierta, se han instalado vigas de atado con perfiles tubulares rectangulares RHS 100×50×3,5 mm, que contribuyen a mantener la estabilidad del sistema frente a acciones horizontales.

Adicionalmente, en los pórticos de hastiales, se han dispuesto arriostramientos en forma de cruces de San Andrés mediante barras redondas de acero de 10 mm de diámetro, colocadas tanto en las laterales como en la cubierta. Estos elementos contribuyen a la estabilidad transversal del edificio, especialmente frente a acciones de viento y esfuerzos de inestabilidad global.

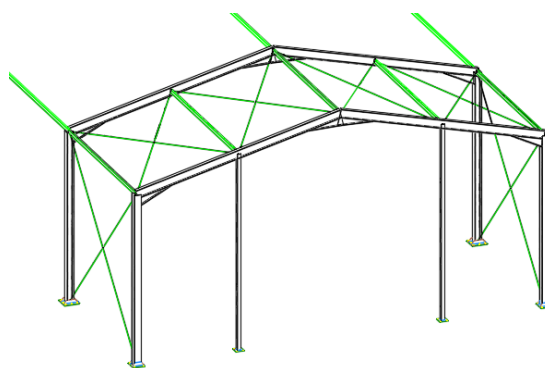


Figura 22 Elementos de arriostramiento.

7.3 Placas de anclaje

Las placas de anclaje se colocan en la base de los pilares de los pórticos para garantizar la correcta transmisión de los esfuerzos a las zapatas. Se dimensionan tres tipos de placas de anclaje, el tipo 1 para los pilares de los extremos de los hastiales, el tipo 15 para los pilares centrales de los hastiales y el tipo 4 para los pilares de los pórticos 2-6.

Tabla 20 Tipos Placas de anclaje

Placa base	Tipo 1	Tipo 15	Tipo 4
Dimensiones (ancho x, ancho y, espesor)	350·400·14 mm	250·250·11 mm	450·450·18 mm
Rigidizadores			
-Paralelos X:	2(100x0x5)		
-Paralelos Y:			2(100x0x10)
Pernos (gancho 180°)	4φ16 mm. L = 35 cm	4φ10 mm. L = 30 cm	8φ20 mm. L = 35 cm

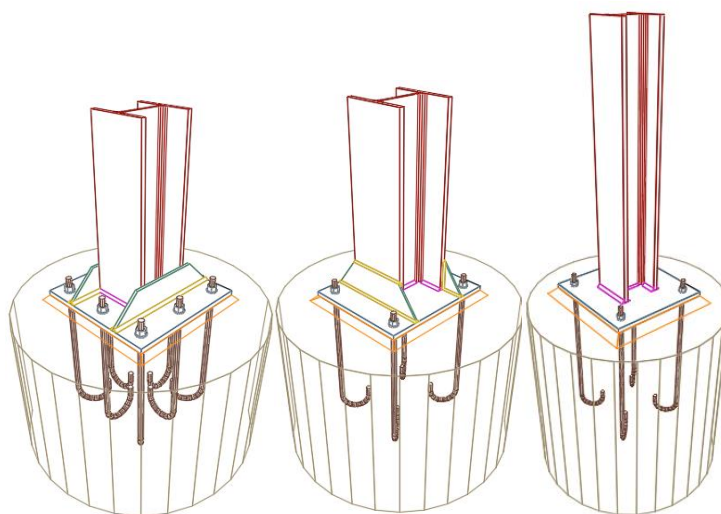


Figura 23 Detalle de placas de anclaje. Tipo 4(izq), Tipo 1 (centro), Tipo 15 (dcha.)

7.4 Uniones

La estructura metálica de la nave presenta distintos tipos de uniones entre sus elementos principales, las cuales han sido clasificadas según su posición, función y perfil utilizado. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se resumen las características de estas.

Tabla 21 Uniones utilizadas

Tipo	Perfil utilizado	Observaciones adicionales
2 y 5	Perfil angular L45x4,5	Uniones en arriostramientos laterales
6,10,11,12,13,14	Perfil angular L50x6	Uniones en nudos principales: cerchas, cumbreras y arriostramientos horizontales.

Siendo:

-Tipo 2 y 5: Pilar con arriostramientos laterales.

- Tipo 6: Unión de arriostramientos horizontales en cubierta.
- Tipos 10 y 11: Unión dintel-pilar interior.
- Tipos 12 y 13: Unión dintel-dintel.
- Tipo 14 y 13: Unión dintel-pilar.

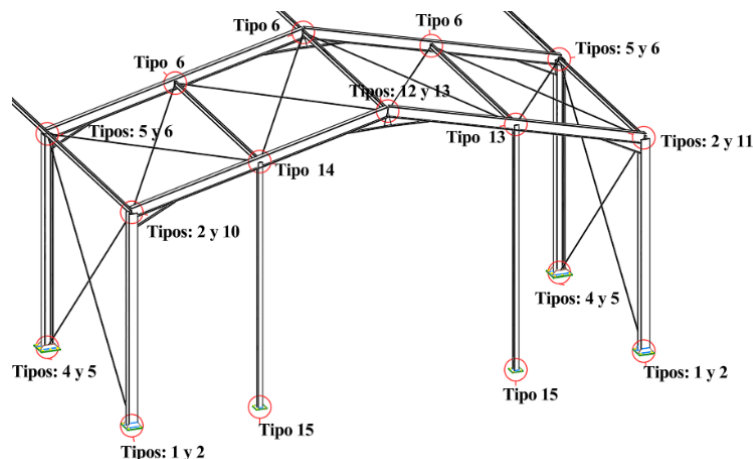


Figura 24 Tipos de uniones

7.5 Cimentación

7.5.1 Materiales utilizados en la cimentación

Los materiales empleados en la cimentación de la estructura son los siguientes:

-Hormigón HA-25/P/30/XC1

Coeficiente de seguridad (minoración): 1,50

-Acero B 500 S

Coeficiente de seguridad (minoración): 1,15

-Hormigón de limpieza

7.5.2 Descripción de la cimentación

La cimentación está compuesta por zapatas aisladas de hormigón armado, unidas entre sí mediante vigas de atado. Estas vigas tienen la función de evitar el desplazamiento relativo entre las zapatas y de favorecer el trabajo conjunto del sistema de cimentación como una unidad estructural. Las vigas de atado, también denominadas zunchos, presentan una sección de 40·40 cm y están armadas con dos barras de acero corrugado de 12 mm de

diámetro tanto en la parte inferior como en la superior, además de estribos de 8 mm de diámetro dispuestos cada 25 cm.

En total, se han proyectado tres tipos distintos de zapatas, todas con un canto uniforme de 90 cm, tal como se representa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Las zapatas situadas en las esquinas de los pórticos hastiales son cuadradas, con dimensiones de 160·160 cm; las correspondientes a los pilares centrales de los hastiales miden 150·200 cm; mientras que las zapatas ubicadas en el resto de los pórticos presentan dimensiones de 230·280 cm.

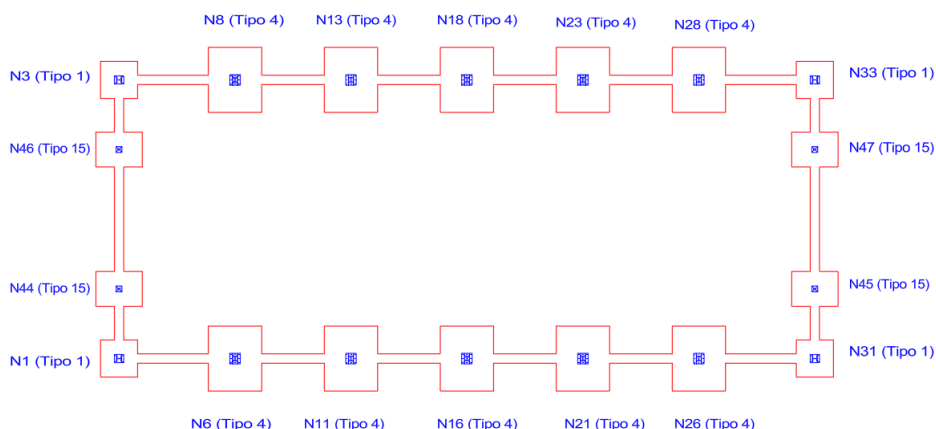


Figura 25 Esquema cimentación

Tabla 22 Características de las zapatas diseñadas

Tipo	Dimensiones	Armado
1	160·160·90 cm	X: 6 ϕ 20c/27 Y: 6 ϕ 20c/27
15	150·200·90 cm	X: 12 ϕ 16c/16 Y: 9 ϕ 16c/16
4	230·280·90 cm	X: 10 ϕ 20c/28 Y: 13 ϕ 16c/17

7.6 Comprobación de los elementos de la estructura

A continuación, se presentan las comprobaciones en Estado Límite Último (ELU) de todas las barras que conforman la estructura de la nave. En todos los casos, se verifica que las solicitaciones actuantes se encuentran dentro de los límites de resistencia establecidos.

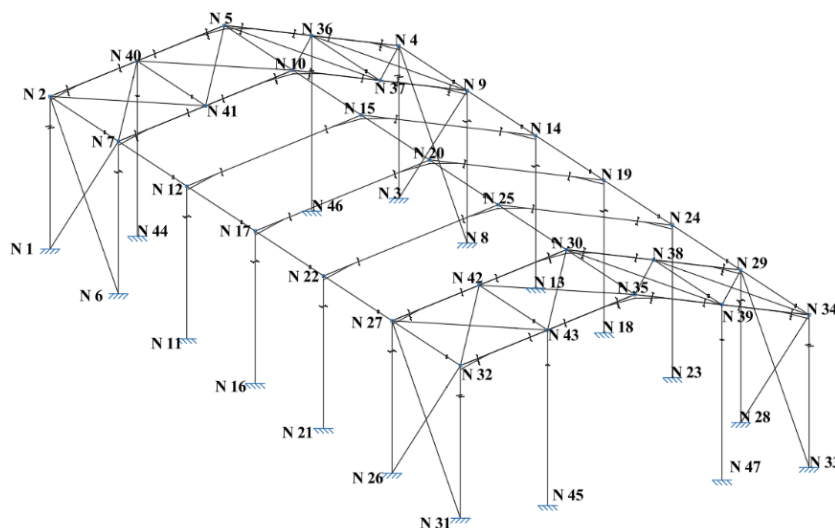


Figura 26 Numeración barras nave 3D.

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)															Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$		
N11/N12	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.875 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 4.876 m $\eta = 72.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 10.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.876 m $\eta = 77.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 77.4$	
N13/N14	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.875 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 4.876 m $\eta = 67.2$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 10.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.876 m $\eta = 70.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 70.3$	
N12/N15	x: 0.229 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.103 m $\eta = 4.9$	x: 1.103 m $\eta = 5.2$	x: 0.104 m $\eta = 75.8$	x: 5.184 m $\eta = 0.6$	x: 1.041 m $\eta = 17.2$	x: 1.103 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.104 m $\eta = 81.8$	$\eta < 0.1$	x: 5.186 m $\eta = 0.4$	x: 0.978 m $\eta = 16.6$	x: 5.186 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 81.8$	
N14/N15	x: 0.229 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.103 m $\eta = 4.9$	x: 1.103 m $\eta = 5.2$	x: 0.104 m $\eta = 75.8$	x: 5.184 m $\eta = 0.6$	x: 1.041 m $\eta = 17.2$	x: 1.103 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.104 m $\eta = 81.8$	$\eta < 0.1$	x: 5.186 m $\eta = 0.4$	x: 0.978 m $\eta = 16.6$	x: 5.186 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 81.8$	
N16/N17	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.875 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 4.876 m $\eta = 71.8$	x: 4.875 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 10.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	x: 4.876 m $\eta = 77.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 77.0$	
N18/N19	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.875 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 4.876 m $\eta = 66.9$	x: 4.875 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 10.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	x: 4.876 m $\eta = 70.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 70.0$	
N17/N20	x: 0.229 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.103 m $\eta = 4.9$	x: 1.103 m $\eta = 5.2$	x: 0.104 m $\eta = 75.5$	x: 5.184 m $\eta = 0.1$	x: 1.041 m $\eta = 17.2$	x: 1.103 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.104 m $\eta = 81.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.186 m $\eta = 0.1$	x: 5.247 m $\eta = 1.8$	x: 5.186 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 81.1$	
N19/N20	x: 0.229 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.103 m $\eta = 4.9$	x: 1.103 m $\eta = 5.2$	x: 0.104 m $\eta = 75.5$	x: 5.184 m $\eta = 0.1$	x: 1.041 m $\eta = 17.2$	x: 1.103 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.104 m $\eta = 81.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.186 m $\eta = 0.1$	x: 5.247 m $\eta = 1.8$	x: 5.186 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 81.1$	
N21/N22	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.875 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 4.876 m $\eta = 72.1$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 10.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.876 m $\eta = 77.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 77.4$	
N23/N24	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.875 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 3.8$	x: 4.876 m $\eta = 67.2$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 10.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.876 m $\eta = 70.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 70.3$	
N22/N25	x: 0.229 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.103 m $\eta = 4.9$	x: 1.103 m $\eta = 5.2$	x: 0.104 m $\eta = 75.8$	x: 5.184 m $\eta = 0.6$	x: 1.041 m $\eta = 17.2$	x: 1.103 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.104 m $\eta = 81.8$	$\eta < 0.1$	x: 5.186 m $\eta = 0.4$	x: 0.978 m $\eta = 16.6$	x: 5.186 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 81.8$	
N24/N25	x: 0.229 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.103 m $\eta = 4.9$	x: 1.103 m $\eta = 5.2$	x: 0.104 m $\eta = 75.8$	x: 5.184 m $\eta = 0.6$	x: 1.041 m $\eta = 17.2$	x: 1.103 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.104 m $\eta = 81.8$	$\eta < 0.1$	x: 5.186 m $\eta = 0.4$	x: 0.978 m $\eta = 16.6$	x: 5.186 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 81.8$	
N26/N27	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.875 m $\eta = 3.2$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 4.876 m $\eta = 76.3$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 9.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.876 m $\eta = 82.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 82.1$	
N28/N29	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.875 m $\eta = 3.2$	x: 0 m $\eta = 4.0$	x: 4.876 m $\eta = 68.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 9.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.876 m $\eta = 71.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 71.5$	
N27/N42	x: 0.229 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.103 m $\eta = 5.0$	x: 0.104 m $\eta = 6.9$	x: 0.104 m $\eta = 79.8$	x: 0.104 m $\eta = 0.4$	x: 1.041 m $\eta = 18.5$	x: 1.103 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.104 m $\eta = 85.7$	$\eta < 0.1$	x: 1.103 m $\eta = 1.9$	x: 1.041 m $\eta = 18.6$	x: 1.103 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 85.7$	
N42/N30	x: 2.967 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.091 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 6.4$	x: 0.761 m $\eta = 67.7$	x: 3.092 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 8.0$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.093 m $\eta = 74.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 8.0$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 74.1$	
N29/N38	x: 0.229 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.103 m $\eta = 5.0$	x: 0.104 m $\eta = 6.9$	x: 0.104 m $\eta = 79.8$	x: 0.104 m $\eta = 0.4$	x: 1.041 m $\eta = 18.5$	x: 1.103 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.104 m $\eta = 85.7$	$\eta < 0.1$	x: 1.103 m $\eta = 1.9$	x: 1.041 m $\eta = 18.6$	x: 1.103 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 85.7$	
N38/N30	x: 2.967 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.091 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 6.4$	x: 0.761 m $\eta = 67.7$	x: 3.092 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 8.0$	x: 0 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.093 m $\eta = 74.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 8.0$	x: 0 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 74.1$	
N31/N32	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.875 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 34.3$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 34.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.9$	CUMPLE $\eta = 34.5$	
N33/N34	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.875 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 34.3$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 34.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.9$	CUMPLE $\eta = 34.5$	
N32/N43	x: 0.125 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.092 m $\eta = 1.4$	x: 0.999 m $\eta = 1.0$	x: 3.092 m $\eta = 34.3$	x: 3.092 m $\eta = 1.1$	x: 3.092 m $\eta = 9.2$	x: 0.999 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.092 m $\eta = 35.5$	$\eta < 0.1$	x: 0.999 m $\eta = 0.9$	x: 3.092 m $\eta = 9.2$	x: 0.999 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 35.5$	
N43/N35	x: 2.967 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.093 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 34.9$	x: 3.092 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 10.6$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 37.5$	$\eta < 0.1$	x: 2.093 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 10.7$	x: 2.093 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 37.5$	
N34/N39	x: 0.125 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.092 m $\eta = 1.4$	x: 0.999 m $\eta = 1.0$	x: 3.092 m $\eta = 34.3$	x: 3.092 m $\eta = 1.1$	x: 3.092 m $\eta = 9.2$	x: 0.999 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.092 m $\eta = 35.5$	$\eta < 0.1$	x: 0.999 m $\eta = 0.9$	x: 3.092 m $\eta = 9.2$	x: 0.999 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 35.5$	



Anejo VI – Ingeniería de las edificaciones

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado
	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N2/N41	$\eta = 64.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 64.4$
N41/N5	$\eta = 66.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 66.6$
N37/N5	$\eta = 66.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 66.6$
N4/N37	$\eta = 64.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 64.4$
N9/N36	$\eta = 69.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 69.4$
N36/N10	$\eta = 61.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 61.6$
N40/N10	$\eta = 61.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 61.6$
N7/N40	$\eta = 69.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 69.4$
N32/N42	$\eta = 64.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 64.4$
N42/N35	$\eta = 66.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 66.6$
N38/N35	$\eta = 66.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 66.6$
N34/N38	$\eta = 64.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 64.4$
N29/N39	$\eta = 69.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 69.4$
N39/N30	$\eta = 61.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 61.6$
N43/N30	$\eta = 61.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 61.6$
N27/N43	$\eta = 69.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 69.4$
N26/N32	$\eta = 5.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 5.8$
N31/N27	$\eta = 5.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 5.4$
N33/N29	$\eta = 5.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 5.4$
N28/N34	$\eta = 5.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 5.8$
N1/N7	$\eta = 5.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 5.4$
N6/N2	$\eta = 5.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 5.8$
N8/N4	$\eta = 5.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 5.8$
N3/N9	$\eta = 5.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 5.4$

Notación:

λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida

N_t : Resistencia a tracción

N_c : Resistencia a compresión

M_y : Resistencia a flexión eje Y

M_z : Resistencia a flexión eje Z

V_z : Resistencia a corte Z

V_y : Resistencia a corte Y

$M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados

$M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados

$N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados

$N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados

M_t : Resistencia a torsión

$M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados

$M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados

x : Distancia al origen de la barra

η : Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede



Comprobaciones que no proceden (N.P.):

(1) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

(2) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

(4) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

(5) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

(6) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

(7) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

(8) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

(9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

7.7 Resumen de medición

7.7.1 Estructura metálica

A continuación, se presenta el resumen de medición de los perfiles empleados indicando la longitud, volumen y peso utilizados en cada caso.

Material	Perfil	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kg)
Acero Laminado S275 (UNE-EN 10025-2)	HE 200 B	70	0,547	4291,6
	HE 100 B	23	0,06	469,43
	IPE 240, simple con cartelas	86,585	0,559	3066,07
	RHS 100x50x3.5	110	0,107	836,48
	R 10	150,632	0,012	92,87
	TOTAL	440,218	1,284	8756,45

La medición de superficies a pintar es la siguiente

Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud (m)	Superficie (m ²)
HE 200 B	1,182	70	82,74
HE 100 B	0,588	23	13,524
IPE 240, simple con cartelas	1,101	86,585	95,315
RHS 100x50x3.5	0,288	110	31,648
R 10	0,031	150,632	4,732
TOTAL			227,959



7.7.2 Placas de anclaje

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	4	250x250x11	21.59
		4	350x400x15	65.94
		10	450x450x18	286.13
	Rigidizadores pasantes	8	350/200x100/0x5	8.63
		20	450/250x100/0x10	54.95
	Total			437.24
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	16	Ø 10 - L = 341 + 114	4.49
		16	Ø 16 - L = 401 + 183	14.74
		80	Ø 20 - L = 408 + 228	125.58
	Total			144.81

7.7.3 Cimentación

-Zapatas aisladas

Referencias: Tipo 1		B 500 S, Ys=1,15	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1,83	10,98
	Peso (kg)	6x4,51	27,08
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1,83	10,98
	Peso (kg)	6x4,51	27,08
Totales	Longitud (m)	21,96	
	Peso (kg)	54,16	54,16
Total con mermas 10%	Longitud (m)	24,16	
	Peso (kg)	59,58	59,58

Referencias: Tipo 4		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		10x2,53	25,3
	Peso (kg)		10x6,24	62,39
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x2,65		34,45
	Peso (kg)	13x4,18		54,37
Totales	Longitud (m)	34,45	25,3	
	Peso (kg)	54,37	62,39	116,76
Total con mermas 10%	Longitud (m)	37,89	27,83	
	Peso (kg)	59,81	68,63	128,44

Referencias: Tipo 15		B 500 S, Ys=1,15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x1,65	19,8
	Peso (kg)	12x2,60	31,25



Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x2,15	19,35
	Peso (kg)	9x3,39	30,54
Totales	Longitud (m)	39,15	
	Peso (kg)	61,79	61,79
Total con mermas 10%	Longitud (m)	43,07	
	Peso (kg)	67,97	67,97

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Zapatas aisladas Referencias:	B 500 S, Ys=1,15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø16	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Tipo 1		4x59,58	238,32	4x2,30	4x0,26
Tipo 4	10x59,81	10x68,63	1284,4	10x5,80	10x0,64
Tipo 15	4x67,97		271,88	4x2,70	4x0,30
Totales	869,98	924,62	1794,6	77,98	8,66

-Vigas de atado:

Referencias: Tipo1-Tipo4; Tipo4-Tipo4		B 500 S, Ys=1,15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5,30	10,6
	Peso (kg)		2x4,71	9,41
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5,30	10,6
	Peso (kg)		2x4,71	9,41
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	14x1,33		18,62
	Peso (kg)	14x0,52		7,35
TOTALES	Longitud (m)	18,62	21,2	
	Peso (kg)	7,35	18,82	26,17
TOTAL con mermas (10%)	Longitud (m)	20,48	23,32	
	Peso (kg)	8,09	20,7	28,79
TOTALx12	Longitud (m)	245,76	279,84	
	Peso (kg)	97,08	248,4	345,5
Referencias: Tipo1-Tipo15		B 500 S, Ys=1,15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x3,30	6,6
	Peso (kg)		2x2,93	5,86
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x3,30	6,6
	Peso (kg)		2x2,93	5,86
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	7x1,33		9,31
	Peso (kg)	7x0,52		3,67
TOTALES	Longitud (m)	9,31	13,2	
	Peso (kg)	3,67	11,72	15,39



TOTAL con mermas 10%	Longitud (m)	10,24	14,52	
	Peso (kg)	4,04	12,89	16,93
TOTALx4	Longitud (m)	40,96	58,1	
	Peso (kg)	16,16	51,6	67,76
Referencias: Tipo15-Tipo15		B 500 S, Y _s =1,15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6,30	12,6
	Peso (kg)		2x5,59	11,19
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6,30	12,6
	Peso (kg)		2x5,59	11,19
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	19x1,33		25,27
	Peso (kg)	19x0,52		9,97
TOTALES	Longitud (m)	25,27	25,2	
	Peso (kg)	9,97	22,38	32,35
TOTAL con mermas 10%	Longitud (m)	27,8	27,72	
	Peso (kg)	10,97	24,62	35,59
TOTALx2	Longitud (m)	55,56	55,4	
	Peso (kg)	21,94	49,2	71,14

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Vigas de atado Referencias:	B 500 S, Y _s =1,15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Y _c =1,5	Limpieza
Tipo1-Tipo4; Tipo4-Tipo4	12x8,09	12x20,70	345,48	12x0,49	12x0,12
Tipo1-Tipo15	4x4,04	4x12,89	67,72	4x0,23	4x0,06
Tipo15-Tipo15	2x10,97	2x24,62	71,18	2x0,72	2x0,18
Totales	135,18	349,2	484,38	8,22	2,06



8 COMPROBACIÓN DEL CALCULO ESTRUCTURAL

8.1 Cálculo y comprobación de las correas de la nave

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: ZF-200x3.0	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.58 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 83.64 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: ZF-200x3.0 Material: S 235											
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
	0.766, 5.000, 5.192	0.766, 0.000, 5.192	5.000	11.31	687.20	137.79	-227.80	0.34	1.99	3.22	19.8
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.										
		Pandeo			Pandeo lateral						
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.					
β	0.00		1.00	0.00		0.00					
L _K	0.000		5.000	0.000		0.000					
C ₁	-			1.000							
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico											

Barra	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012)												Estado
	b / t	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	N.P.(1)	N.P.(2)	x: 0 m η = 83.6	N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(5)	x: 0 m η = 19.5	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(9)	CUMPLE η = 83.6
Notación: b / t: Relación anchura / espesor N _t : Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión. Eje Y M _z : Resistencia a flexión. Eje Z M _y M _z : Resistencia a flexión biaxial V _y : Resistencia a corte Y V _z : Resistencia a corte Z N _t M _y M _z : Resistencia a tracción y flexión N _c M _y M _z : Resistencia a compresión y flexión NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a cortante, axil y flexión M _t NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede													
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (4) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. (5) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (6) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (9) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.													

**Relación anchura / espesor** (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$$h / t : \underline{66.7} \quad \checkmark$$

$$b_1 / t : \underline{26.7} \quad \checkmark$$

$$c_1 / t : \underline{8.3} \quad \checkmark$$

$$b_2 / t : \underline{23.3} \quad \checkmark$$

$$c_2 / t : \underline{7.3} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c_1 / b_1 : \underline{0.313}$$

$$c_2 / b_2 : \underline{0.314}$$

Donde:

h : Altura del alma.	h : <u>200.00</u> mm
b₁ : Ancho del ala superior.	b₁ : <u>80.00</u> mm
c₁ : Altura del rigidizador del ala superior.	c₁ : <u>25.00</u> mm
b₂ : Ancho del ala inferior.	b₂ : <u>70.00</u> mm
c₂ : Altura del rigidizador del ala inferior.	c₂ : <u>22.00</u> mm
t : Espesor.	t : <u>3.00</u> mm

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión. Eje Y (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.836} \quad \checkmark$$



Para flexión positiva:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}^+ : 0.00$ kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.766, 5.000, 5.192, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 0.75 \cdot N(EI) + 1.50 \cdot V H3$.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}^- : 12.46$ kN·m

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$M_{c,Rd} : 14.90$ kN·m

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$W_{el} : 66.58$ cm³

f_{yb} : Límite elástico del material base.

$f_{yb} : 235.00$ MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{Mo} : 1.05$

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a flexión. Eje Z (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión biaxial (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.5)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.195$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.766, 5.000, 5.192, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 0.75 \cdot N(EI) + 1.50 \cdot V H3$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed} : 14.77$ kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{b,Rd}$ viene dado por:



$$V_{b,Rd} : \underline{75.69} \text{ kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{194.36} \text{ mm}$$

t : Espesor.

$$t : \underline{3.00} \text{ mm}$$

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\phi : \underline{90.0} \text{ grados}$$

f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$f_{bv} : \underline{136.30} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w : \underline{0.75}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base.

$$f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a tracción y flexión (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Comprobación de flecha

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.

Porcentajes de aprovechamiento:

- Flecha: 90.22 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.766, 30.000, 5.192

Coordenadas del nudo final: 0.766, 25.000, 5.192

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(R) 2 + 1.00 \cdot V H2$ a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 687 \text{ cm}^4$) ($I_z = 138 \text{ cm}^4$)

Medición de correas

Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m²
Correas de cubierta	10	88.81	0.07

8.2 Cálculo y comprobación de dinteles

Se realizan las comprobaciones estructurales de los dinteles. Dado que todos están formados por perfiles IPE-240, únicamente se adjuntará el cálculo correspondiente a la barra más desfavorable, que corresponde al segundo pórtico tal como se muestra a continuación en la Figura 27.

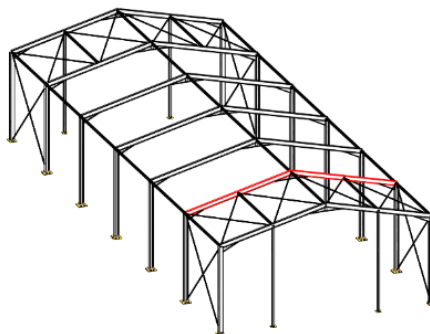
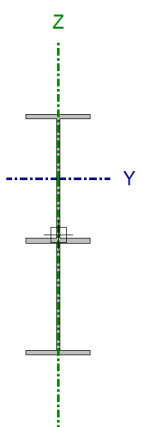


Figura 27 Dintel seleccionado para el cálculo y comprobación.

Barra N27/N42

Perfil: IPE 240, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 1.00 m. Cartela final inferior: 1.00 m.)
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _q ⁽⁴⁾ (mm)	z _q ⁽⁴⁾ (mm)
	N27	N42	3.092	63.13	15769.64	425.51	18.29	0.00	103.83
	Notas: ⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N27) ⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad								
					Pandeo		Pandeo lateral		
					Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β				0.26	1.14	0.51	1.02	
	L_K				0.790	3.526	1.580	3.160	
	C_m				1.000	1.000	1.000	1.000	
	C_1				-	-	1.000	-	
	Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico								

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N27/N42	x: 0.229 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.103 m $\eta = 5.0$	x: 0.104 m $\eta = 6.9$	x: 0.104 m $\eta = 79.8$	x: 0.104 m $\eta = 0.4$	x: 1.041 m $\eta = 18.5$	x: 1.103 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.104 m $\eta = 85.7$	$\eta < 0.1$	x: 1.103 m $\eta = 1.9$	x: 1.041 m $\eta = 18.6$	x: 1.103 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 85.7$



Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	
Notación: λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t : Resistencia a tracción N_c : Resistencia a compresión M_Y : Resistencia a flexión eje Y M_Z : Resistencia a flexión eje Z V_Z : Resistencia a corte Z V_Y : Resistencia a corte Y $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t : Resistencia a torsión $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x : Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%)														

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

$$68.24 \leq 342.14 \quad \checkmark$$

Donde:

 h_w : Canto del alma t_w : Espesor del alma. A_w : Área del alma. A_{fc} : Área eficaz del ala comprimida. k : Coeficiente que depende de la clase de la sección. E : Módulo de elasticidad longitudinal. f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$h_w : 423.06 \text{ mm}$$

$$t_w : 6.20 \text{ mm}$$

$$A_w : 26.23 \text{ cm}^2$$

$$A_{fc} : 11.76 \text{ cm}^2$$

$$k : 0.30$$

$$E : 210000 \text{ MPa}$$

$$f_{yf} : 275.00 \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.050 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.103 m del nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH6.

 N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción.

$$N_{Ed} : 51.59 \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 1024.05 \text{ kN}$$

Donde:

 A : Área de la sección transversal. f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$A : 39.10 \text{ cm}^2$$

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:



$$\eta : \underline{0.040} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.069} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.104 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

N_{c,Ed}: Valor de cálculo de la fuerza de compresión.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{67.04} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{1686.43} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{64.39} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{967.83} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{64.39} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M1}} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.94}$$

$$\chi_T : \underline{0.57}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.54}$$

$$\phi_z : \underline{0.59}$$

$$\phi_T : \underline{1.18}$$

α: Coeficiente de imperfección.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

 $\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_Y : \underline{0.25}$$

$$\bar{\lambda}_Z : \underline{0.35}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{1.04}$$

 N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{1647.47} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,Y} : \underline{29131.62} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,Z} : \underline{14132.48} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{1647.47} \text{ kN}$$

Donde:

I_Y : Inercia a flexión alrededor del eje Y.

$$I_Y : \underline{17472.70} \text{ cm}^4$$

I_Z : Inercia a flexión alrededor del eje Z.

$$I_Z : \underline{425.55} \text{ cm}^4$$

I_t : Módulo de torsión uniforme

$$I_t : \underline{18.45} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{148632.24} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad longitudinal.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{3.526} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.790} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{3.160} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{16.67} \text{ cm}$$

Siendo:

$$i_Y : \underline{16.47} \text{ cm}$$



i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_z : 2.57 cm

y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_o : 0.00 mm

z_o : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.437 ✓

η : 0.798 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.104 m del nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH6.

M_{Ed}^+ : Valor de cálculo del momento flector.

M_{Ed}^+ : 87.42 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.104 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

M_{Ed}^- : Valor de cálculo del momento flector.

M_{Ed}^- : 97.63 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 223.49 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 2

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección.

$W_{pl,y}$: 853.33 cm³

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$M_{b,Rd}^+$: 189.36 kN·m



$$M_{b,Rd} : \underline{122.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección.

$$W_{pl,y} : \underline{853.33} \text{ cm}^3$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.85}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.55}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{0.73}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{1.23}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.58}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.08}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{699.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{201.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral ' M_{cr} ' se determina de la siguiente forma:

Siendo:

I_z : Inercia a flexión alrededor del eje Z.

$$I_z : \underline{425.55} \text{ cm}^4$$

I_t : Módulo de torsión uniforme

$$I_t : \underline{18.45} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo.

$$I_w : \underline{148632.24} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad longitudinal.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.580} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{3.160} \text{ m}$$

C_1 : Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

C_2 : Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.

$$C_2 : \underline{1.00}$$

C_3 : Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.

$$C_3 : \underline{1.00}$$

k_z : Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.

$$k_z^+ : \underline{0.26}$$

$$k_z^- : \underline{0.52}$$

k_w : Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.

$$k_w^+ : \underline{0.26}$$

$$k_w^- : \underline{0.52}$$

z_g : Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.

$$z_g : \underline{0.00} \text{ mm}$$



Siendo:

z_a : Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : -3.20 mm

z_s : Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : -3.20 mm

z_j : Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.104 m del nudo N27, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH6.

M_{Ed}^+ : Valor de cálculo del momento flector.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.104 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

M_{Ed}^- : Valor de cálculo del momento flector.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{27.86} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección.

$$W_{pl,z} : \underline{106.39} \text{ cm}^3$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.185} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.041 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).



V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : \underline{45.66} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{247.12} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{16.34} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$30.71 < 55.46 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{30.71}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{55.46}$$

η : Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material.

$$\eta : \underline{1.20}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.103 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(R)1.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}$$



El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{384.61} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{25.44} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{220.40} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.20} \text{ mm}$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$59.39 \text{ kN} \leq 219.40 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : \underline{59.39} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante.

$$V_{c,Rd} : \underline{438.79} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.05 \text{ kN} \leq 281.22 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(R)1$.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante.

$$V_{c,Rd} : \underline{562.43} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)



Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.195} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.857} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.479} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en un punto situado a una distancia de 0.104 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Valor de cálculo de la fuerza de compresión.

$$\underline{\mathbf{N}_{c,Ed} : 67.04 \text{ kN}}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Valores de cálculo de los momentos solicitantes p^{ésimos}, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{\mathbf{M}_{y,Ed} : 97.63 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{\mathbf{M}_{z,Ed} : 0.10 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\underline{\mathbf{Clase} : 1}$$

M_{N,Rd,y}, M_{N,Rd,z}: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{\mathbf{M}_{N,Rd,y} : 223.49 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{\mathbf{M}_{N,Rd,z} : 27.86 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{\alpha : 2.000}$$

$$\underline{\beta : 1.000}$$

Siendo:

$$\underline{n : 0.040}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$\underline{\mathbf{N}_{pl,Rd} : 1686.43 \text{ kN}}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{\mathbf{M}_{pl,Rd,y} : 223.49 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{\mathbf{M}_{pl,Rd,z} : 27.86 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{a : 0.50}$$

A: Área de la sección bruta.

$$\underline{\mathbf{A} : 64.39 \text{ cm}^2}$$

b: Ancho total de la sección.

$$\underline{\mathbf{b} : 12.00 \text{ cm}}$$

t_f: Espesor del ala.

$$\underline{\mathbf{t}_f : 9.80 \text{ mm}}$$

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta.

$$\underline{\mathbf{A} : 64.39 \text{ cm}^2}$$

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{\mathbf{W}_{pl,y} : 853.33 \text{ cm}^3}$$

$$\underline{\mathbf{W}_{pl,z} : 106.39 \text{ cm}^3}$$



f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

K_{yy} , K_{yz} , K_{zy} , K_{zz} : Coeficientes de interacción.

K_{yy} : 1.02

K_{yz} : 1.51

K_{zy} : 0.54

K_{zz} : 1.29

Términos auxiliares:

μ_y : 1.00

μ_z : 1.00

C_{yy} : 1.01

C_{yz} : 0.46

C_{zy} : 1.00

C_{zz} : 0.78

a_{LT} : 1.00

b_{LT} : 0.00

c_{LT} : 1.86



$$d_{LT} : \underline{0.05}$$

$$e_{LT} : \underline{12.66}$$

$$w_y : \underline{1.16}$$

$$w_z : \underline{1.50}$$

$$n_{pl} : \underline{0.04}$$

Puesto que:

$$1.08 > 0.20$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.02}$$

$$\varepsilon_y : \underline{10.99}$$

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente.

$$C_{m,y,0} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z,0} : \underline{1.00}$$

C_1 : Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.94}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional.

$$\chi_{LT} : \underline{0.55}$$

$\bar{\lambda}_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$.

$$\bar{\lambda}_{m\acute{a}x} : \underline{0.35}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.25}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.35}$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral.

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{1.08}$$

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme.

$$\bar{\lambda}_0 : \underline{1.08}$$

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{el,y} : \underline{736.55} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{70.93} \text{ cm}^3$$

$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{29131.62} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{14132.48} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{1647.47} \text{ kN}$$



I_y : Inercia a flexión alrededor del eje Y.
 I_t : Módulo de torsión uniforme

I_y : 17472.70 cm⁴
 I_t : 18.45 cm⁴

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$59.39 \text{ kN} \leq 218.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$V_{Ed,z}$: 59.39 kN

$V_{c,Rd,z}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante.

$V_{c,Rd,z}$: 436.59 kN

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.103 m del nudo N27, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH6$.

T_{Ed} : Valor de cálculo de los momentos a torsión totales.

T_{Ed} : 0.04 kN·m

El momento torsor resistente de cálculo T_{Rd} viene dado por:

T_{Rd} : 2.00 kN·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 13.21 cm³

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.186} \quad \checkmark$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.041 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : 45.66 \text{ kN}$$

T_{Ed} : Valor de cálculo de los momentos a torsión totales.

$$T_{Ed} : 0.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : 245.79 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante.

$$V_{pl,Rd} : 247.12 \text{ kN}$$

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{t,Ed} : 2.02 \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 17.17 \text{ cm}^3$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.103 m del nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(R)1.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : 0.05 \text{ kN}$$

T_{Ed} : Valor de cálculo de los momentos a torsión totales.

$$T_{Ed} : 0.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : 382.10 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante.

$$V_{pl,Rd} : 384.61 \text{ kN}$$

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{t,Ed} : 2.45 \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : 13.21 \text{ cm}^3$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

8.3 Cálculo y comprobación de pilares

Se realizan las comprobaciones estructurales de los pilares. A continuación, se presentan los resultados del pilar más desfavorable con perfil HEB 200, correspondiente al segundo pórtico. También se incluyen las comprobaciones de un pilar con perfil HEB 100, ubicado en el centro de los hastiales. En este caso, todos los pilares con dicho perfil presentan un comportamiento estructural equivalente, por lo que se ha seleccionado uno de ellos de manera representativa.

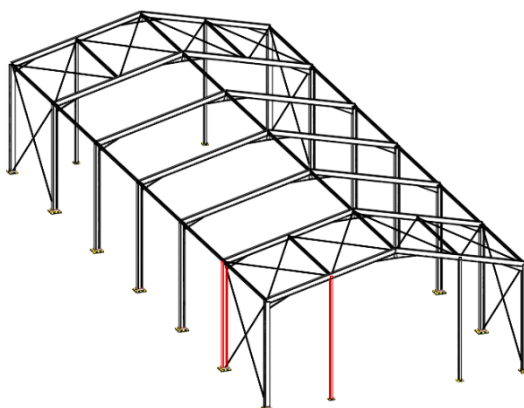
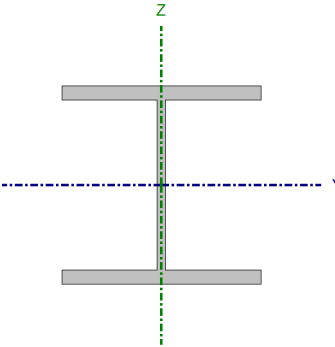


Figura 28 Pilares seleccionados para el cálculo y comprobación.

8.3.1 Pilar perfil HEB 200

Barra N26/N27

Perfil: HE 200 B							
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm⁴)
	N26	N27	5.000	78.10	5696.00	2003.00	59.70
	Notas:						
	(1) Inercia respecto al eje indicado						
	(2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.00	1.20	1.00	0.00		
	L _K	0.000	5.991	5.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ _w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N26/N27	λ _w ≤ λ _{w,máx} Cumple	x: 4.875 m η = 3.2	x: 0 m η = 4.0	x: 4.876 m η = 76.3	x: 0 m η = 0.4	x: 0 m η = 9.9	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.876 m η = 82.1	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 9.9	η < 0.1	CUMPLE η = 82.1



Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	
Notación:														
λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida														
N_t : Resistencia a tracción														
N_c : Resistencia a compresión														
M_Y : Resistencia a flexión eje Y														
M_Z : Resistencia a flexión eje Z														
V_Z : Resistencia a corte Z														
V_Y : Resistencia a corte Y														
$M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados														
$M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados														
$N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados														
$N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados														
M_t : Resistencia a torsión														
$M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados														
$M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados														
x : Distancia al origen de la barra														
η : Coeficiente de aprovechamiento (%)														

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

$$18.89 \leq 163.60 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Canto del alma

$$h_w : 170.00 \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : 9.00 \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : 15.30 \text{ cm}^2$$

A_{fc} : Área eficaz del ala comprimida.

$$A_{fc} : 30.00 \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : 0.30$$

E : Módulo de elasticidad longitudinal.

$$E : 210000 \text{ MPa}$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : 275.00 \text{ MPa}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.032 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.875 m del nudo N26, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH6.

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción.

$$N_{Ed} : 66.28 \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 2045.48 \text{ kN}$$

Donde:

A : Área de la sección transversal.

$$A : 78.10 \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : 1.05$$

**Resistencia a compresión** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.040} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

 $N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión.

$$N_{c,Ed} : \underline{82.18} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{2045.48} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación $N_{c,Ed} / N_{cr} \leq 0.04$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

 $\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.81}$$

 $N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles.

$$N_{c,Ed}/N_{cr} : \underline{0.025}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{3288.71} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{3288.71} \text{ kN}$$



b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 6344.37 kN

Donde:

I_y : Inercia a flexión alrededor del eje Y.

I_y : 5696.00 cm⁴

I_z : Inercia a flexión alrededor del eje Z.

I_z : 2003.00 cm⁴

I_t : Módulo de torsión uniforme

I_t : 59.70 cm⁴

I_w : Constante de alabeo de la sección.

I_w : 171100.00 cm⁶

E : Módulo de elasticidad longitudinal.

E : 210000 MPa

G : Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky} : 5.991 m

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 0.000 m

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 5.000 m

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

i_0 : 9.93 cm

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 8.54 cm

i_z : 5.06 cm

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : 0.00 mm

z_0 : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.632 ✓

η : 0.763 ✓



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.876 m del nudo N26, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Valor de cálculo del momento flector.

$M_{Ed}^+ : 106.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.876 m del nudo N26, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH6$.

M_{Ed}^- : Valor de cálculo del momento flector.

$M_{Ed}^- : 94.93 \text{ kN} \cdot \text{m}$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} : 168.27 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección.

$W_{pl,y} : 642.50 \text{ cm}^3$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$f_y : 275.00 \text{ MPa}$

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{m0} : 1.05$

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$M_{b,Rd}^+ : 139.32 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{b,Rd}^- : 168.27 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección.

$W_{pl,y} : 642.50 \text{ cm}^3$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$f_y : 275.00 \text{ MPa}$

γ_{m1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{m1} : 1.05$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$\chi_{LT}^+ : 0.83$

$\chi_{LT}^- : 1.00$

Siendo:

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$\phi_{LT}^+ : 0.83$

$\phi_{LT}^- : 0.00$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$\alpha_{LT} : 0.21$

$\bar{\lambda}_{LT}^+ : 0.74$

$\bar{\lambda}_{LT}^- : 0.00$

 M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^+ : 322.27 kN·m M_{cr}^- : ∞ El momento crítico elástico de pandeo lateral ' M_{cr} ' se determina de la siguiente forma:

Siendo:

 I_z : Inercia a flexión alrededor del eje Z. I_z : 2003.00 cm⁴ I_t : Módulo de torsión uniforme I_t : 59.70 cm⁴ I_w : Constante de alabeo. I_w : 171100.00 cm⁶ E : Módulo de elasticidad longitudinal. E : 210000 MPa G : Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 5.000 m L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 0.000 m C_1 : Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos. C_1 : 1.00 C_2 : Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos. C_2 : 1.00 C_3 : Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos. C_3 : 1.00 k_z : Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z^+ : 1.03 k_z^- : 0.00 k_w : Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w^+ : 1.03 k_w^- : 0.00 z_g : Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

Siendo:

 z_a : Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm z_s : Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm z_j : Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm**Resistencia a flexión eje Z** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

 η : 0.004 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

 M_{Ed}^+ : Valor de cálculo del momento flector. M_{Ed}^+ : 0.32 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH6.

 M_{Ed}^- : Valor de cálculo del momento flector. M_{Ed}^- : 0.30 kN·m



El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{80.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,z}$:** 305.80 cm³

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) **f_y :** 275.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{Mo} :** 1.05

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.099} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N26, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed} :** 37.15 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{375.76} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. **A_v :** 24.85 cm²

Siendo:

A : Área de la sección transversal. **A :** 78.10 cm²

b : Ancho total de la sección. **b :** 200.00 mm

t_f : Espesor del ala. **t_f :** 15.00 mm

t_w : Espesor del alma. **t_w :** 9.00 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma. **r :** 18.00 mm

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) **f_y :** 275.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{Mo} :** 1.05

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$14.89 < 55.46 \checkmark$$



Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 14.89 $\lambda_{\max}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{\max}$: 55.46 η : Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : 1.20 ε : Factor de reducción. ε : 0.92

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) f_y : 275.00 MPa**Resistencia a corte Y** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$. V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 0.09 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{\text{c,Rd}}$ viene dado por: $V_{\text{c,Rd}}$: 949.60 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 62.80 cm²

Siendo:

 A : Área de la sección bruta. A : 78.10 cm² d : Altura del alma. d : 170.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 9.00 mm f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) f_y : 275.00 MPa γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{Mo} : 1.05

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$37.15 \text{ kN} \leq 187.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $V_{Ed} : \underline{37.15} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd} : \underline{375.76} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.09 \text{ kN} \leq 474.80 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $V_{Ed} : \underline{0.09} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd} : \underline{949.60} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.400} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.821} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.453} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.876 m del nudo N26, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.



Donde:

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión.	$N_{c,Ed}$: <u>78.22</u> kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+$: <u>106.29</u> kN·m
	$M_{z,Ed}^-$: <u>0.09</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{N,Rd,y}$: <u>168.27</u> kN·m
	$M_{N,Rd,z}$: <u>80.09</u> kN·m

$$\alpha : \underline{2.000}$$

$$\beta : \underline{1.000}$$

Siendo:

$$n : \underline{0.038}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$: <u>2045.48</u> kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$: <u>168.27</u> kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$: <u>80.09</u> kN·m

$$a : \underline{0.23}$$

A : Área de la sección bruta.	A : <u>78.10</u> cm ²
b : Ancho total de la sección.	b : <u>20.00</u> cm
t_f : Espesor del ala.	t_f : <u>15.00</u> mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A : Área de la sección bruta.	A : <u>78.10</u> cm ²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$: <u>642.50</u> cm ³
	$W_{pl,z}$: <u>305.80</u> cm ³
f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

K_{yy} , K_{yz} , K_{zy} , K_{zz} : Coeficientes de interacción.

$$K_{yy} : \underline{1.02}$$

$$K_{yz} : \underline{1.15}$$

$$K_{zy} : \underline{0.54}$$

$$K_{zz} : \underline{1.21}$$



Términos auxiliares:

$$\mu_y : \underline{1.00}$$

$$\mu_z : \underline{1.00}$$

$$C_{yy} : \underline{1.00}$$

$$C_{yz} : \underline{0.60}$$

$$C_{zy} : \underline{0.98}$$

$$C_{zz} : \underline{0.83}$$

$$a_{LT} : \underline{0.99}$$

$$b_{LT} : \underline{0.00}$$

$$c_{LT} : \underline{0.83}$$

$$d_{LT} : \underline{0.01}$$

$$e_{LT} : \underline{9.50}$$

$$w_y : \underline{1.13}$$

$$w_z : \underline{1.50}$$

$$n_{pl} : \underline{0.04}$$

Puesto que:

$$0.74 > 0.20$$



$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

$$\varepsilon_y : 16.52$$

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente.

$$C_{m,y,0} : 1.00$$

$$C_{m,z,0} : 1.00$$

C_1 : Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.

$$C_1 : 1.00$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : 1.00$$

$$\chi_z : 1.00$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional.

$$\chi_{LT} : 0.83$$

$\bar{\lambda}_{\max}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$.

$$\bar{\lambda}_{\max} : 0.81$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.81$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.00$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral.

$$\bar{\lambda}_{LT} : 0.74$$

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme.

$$\bar{\lambda}_0 : 0.74$$

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{el,y} : 569.60 \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : 200.30 \text{ cm}^3$$

$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y.

$$N_{cr,y} : 3288.71 \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z.

$$N_{cr,z} : \infty$$

$N_{cr,T}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : 6344.37 \text{ kN}$$

I_y : Inercia a flexión alrededor del eje Y.

$$I_y : 5696.00 \text{ cm}^4$$

I_t : Módulo de torsión uniforme

$$I_t : 59.70 \text{ cm}^4$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

$$37.15 \text{ kN} \leq 187.86 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed,z} : 37.15 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante.

$$V_{c,Rd,z} : 375.72 \text{ kN}$$

**Resistencia a torsión** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH6$.

T_{Ed} : Valor de cálculo de los momentos a torsión totales.

$$T_{Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo T_{Rd} viene dado por:

$$T_{Rd} : \underline{6.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{39.80} \text{ cm}^3$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.099} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N26, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : \underline{37.15} \text{ kN}$$

T_{Ed} : Valor de cálculo de los momentos a torsión totales.

$$T_{Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{375.72} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante.

$$V_{pl,Rd} : \underline{375.76} \text{ kN}$$

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{t,Ed} : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{39.80} \text{ cm}^3$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$. V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : \underline{0.09} \text{ kN}$$

 T_{Ed} : Valor de cálculo de los momentos a torsión totales.

$$T_{Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{949.35} \text{ kN}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante.

$$V_{pl,Rd} : \underline{949.60} \text{ kN}$$

 $\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{t,Ed} : \underline{0.10} \text{ MPa}$$

Siendo:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{39.80} \text{ cm}^3$$

 f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

8.3.2 Pilar perfil HEB 100

Barra N45/N43

Perfil: HE 100 B							
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm⁴)
	N45	N43	5.750	26.00	449.50	167.30	9.33
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	5.750	5.750	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							



Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado	
	λ_w	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	NM _Y M _Z	NM _Y M _Z V _Y V _Z	M _t	M _t V _Z		M _t V _Y
N45/N43	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.625 m $\eta = 6.7$	x: 0 m $\eta = 69.0$	x: 5.626 m $\eta = 4.1$	x: 5.626 m $\eta = 13.8$	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 82.4$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 82.4$
Notación: λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_YM_ZV_YV_Z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.															

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

$$13.33 \leq 158.72 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Canto del alma

t_w : Espesor del alma.

A_w : Área del alma.

A_{fc} : Área eficaz del ala comprimida.

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

E : Módulo de elasticidad longitudinal.

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$h_w : 80.00 \text{ mm}$$

$$t_w : 6.00 \text{ mm}$$

$$A_w : 4.80 \text{ cm}^2$$

$$A_{fc} : 10.00 \text{ cm}^2$$

$$k : 0.30$$

$$E : 210000 \text{ MPa}$$

$$f_{yf} : 275.00 \text{ MPa}$$

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.067 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.625 m del nudo N45, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH5.

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción.

$$N_{Ed} : 45.40 \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 680.95 \text{ kN}$$

Donde:

A : Área de la sección transversal.

$$A : 26.00 \text{ cm}^2$$

 f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) f_y : 275.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a compresión** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

 η : 0.085 ✓ η : 0.690 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH2+0.75·N(EI).

 $N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. $N_{c,Ed}$: 57.55 kNLa resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por: $N_{c,Rd}$: 680.95 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 26.00 cm² f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) f_y : 275.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a pandeo**: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

 $N_{b,Rd}$: 83.41 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 26.00 cm² f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) f_y : 275.00 MPa γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05 χ : Coeficiente de reducción por pandeo. χ_y : 0.31 χ_z : 0.12

Siendo:

 ϕ_y : 2.01



$$\phi_z : 4.50$$

α : Coeficiente de imperfección.

$$\alpha_y : 0.34$$

$$\alpha_z : 0.49$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : 1.59$$

$$\bar{\lambda}_z : 2.61$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : 104.88 \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 281.78 \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 104.88 \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Inercia a flexión alrededor del eje Y.

$$I_y : 449.50 \text{ cm}^4$$

I_z : Inercia a flexión alrededor del eje Z.

$$I_z : 167.30 \text{ cm}^4$$

I_t : Módulo de torsión uniforme

$$I_t : 9.33 \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : 3380.00 \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad longitudinal.

$$E : 210000 \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 81000 \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : 5.750 \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : 5.750 \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : 0.000 \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : 4.87 \text{ cm}$$

Siendo:

$$i_y : 4.16 \text{ cm}$$



i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_z : \underline{2.54} \text{ cm}$$

y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.041} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.626 m del nudo N45, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Valor de cálculo del momento flector.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.626 m del nudo N45, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH6$.

M_{Ed}^- : Valor de cálculo del momento flector.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{27.29} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección.

$$W_{pl,y} : \underline{104.20} \text{ cm}^3$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.138} \checkmark$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.626 m del nudo N45, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(R)1$.

M_{Ed}^+ : Valor de cálculo del momento flector.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.626 m del nudo N45, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH4$.

M_{Ed}^- : Valor de cálculo del momento flector.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.86} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{13.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección.

$$W_{pl,z} : \underline{51.42} \text{ cm}^3$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : \underline{0.30} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{136.09} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{9.00} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección transversal.

$$A : \underline{26.00} \text{ cm}^2$$

b : Ancho total de la sección.

$$b : \underline{100.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{10.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{12.00} \text{ mm}$$

 f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) f_y : 275.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Abolladura por cortante del alma:** (Código estructural, Artículo A25.5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$9.33 < 55.46 \quad \checkmark$$

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 9.33 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 55.46 η : Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : 1.20 ε : Factor de reducción. ε : 0.92

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) f_y : 275.00 MPa**Resistencia a corte Y** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH4.

 V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 0.64 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

 $V_{c,Rd}$: 320.57 kN

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 21.20 cm²

Siendo:

 A : Área de la sección bruta. A : 26.00 cm² d : Altura del alma. d : 80.00 mm

 t_w : Espesor del alma. t_w : 6.00 mm f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) f_y : 275.00 MPa γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{Mo} : 1.05**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.30 \text{ kN} \leq 68.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

 V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 0.30 kN $V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: 136.09 kN**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.64 \text{ kN} \leq 160.28 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH4$.

 V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 0.64 kN $V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd}$: 320.57 kN**Resistencia a flexión y axil combinados** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.078} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.472} \quad \checkmark$$



$$\eta : \underline{0.824} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen en el nudo N45, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

Donde:

N_{c,Ed}: Valor de cálculo de la fuerza de compresión.

$$\underline{N_{c,Ed} : 57.13 \text{ kN}}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Valores de cálculo de los momentos solicitantes p^simos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{M_{y,Ed} : 0.54 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{M_{z,Ed} : 1.04 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\underline{\text{Clase} : 1}$$

M_{N,Rd,y}, M_{N,Rd,z}: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{M_{N,Rd,y} : 27.29 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{M_{N,Rd,z} : 13.47 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{\alpha : 2.000}$$

$$\underline{\beta : 1.000}$$

Siendo:

$$\underline{n : 0.084}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$\underline{N_{pl,Rd} : 680.95 \text{ kN}}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{M_{pl,Rd,y} : 27.29 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{M_{pl,Rd,z} : 13.47 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{a : 0.23}$$

A: Área de la sección bruta.

$$\underline{A : 26.00 \text{ cm}^2}$$

b: Ancho total de la sección.

$$\underline{b : 10.00 \text{ cm}}$$

t_f: Espesor del ala.

$$\underline{t_f : 10.00 \text{ mm}}$$

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta.

$$\underline{A : 26.00 \text{ cm}^2}$$

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{W_{pl,y} : 104.20 \text{ cm}^3}$$

$$\underline{W_{pl,z} : 51.42 \text{ cm}^3}$$

f_y: Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$\underline{f_y : 275.00 \text{ MPa}}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\underline{\gamma_{M1} : 1.05}$$

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

$$\underline{K_{yy} : 1.24}$$

$$\underline{K_{yz} : 2.29}$$



$$\mathbf{K}_{zy} : \underline{0.71}$$

$$\mathbf{K}_{zz} : \underline{1.62}$$

Términos auxiliares:

$$\mu_y : \underline{0.85}$$

$$\mu_z : \underline{0.49}$$

$$\mathbf{C}_{yy} : \underline{0.86}$$

$$\mathbf{C}_{yz} : \underline{0.56}$$

$$\mathbf{C}_{zy} : \underline{0.46}$$

$$\mathbf{C}_{zz} : \underline{0.66}$$

$$\mathbf{a}_{LT} : \underline{0.98}$$

$$\mathbf{b}_{LT} : \underline{0.00}$$

$$\mathbf{c}_{LT} : \underline{0.00}$$

$$\mathbf{d}_{LT} : \underline{0.00}$$

$$\mathbf{e}_{LT} : \underline{0.00}$$

$$\mathbf{w}_y : \underline{1.16}$$

$$\mathbf{w}_z : \underline{1.50}$$



$$n_{pl} : 0.08$$

Puesto que:

$$0.00 \leq 0.16$$

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$C_{m,LT} : 1.00$$

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente.

$$C_{m,y,0} : 1.00$$

$$C_{m,z,0} : 1.00$$

C_1 : Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.

$$C_1 : 1.00$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : 0.31$$

$$\chi_z : 0.12$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional.

$$\chi_{LT} : 1.00$$

$\bar{\lambda}_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$.

$$\bar{\lambda}_{m\acute{a}x} : 2.61$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 1.59$$

$$\bar{\lambda}_z : 2.61$$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral.

$$\bar{\lambda}_{LT} : 0.00$$

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme.

$$\bar{\lambda}_0 : 0.00$$

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{el,y} : 89.90 \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : 33.46 \text{ cm}^3$$

$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y.

$$N_{cr,y} : 281.78 \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z.

$$N_{cr,z} : 104.88 \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

I_y : Inercia a flexión alrededor del eje Y.

$$I_y : 449.50 \text{ cm}^4$$

I_t : Módulo de torsión uniforme

$$I_t : 9.33 \text{ cm}^4$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$0.30 \text{ kN} \leq 68.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed,z} : \quad 0.30 \quad \text{kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante.

$$V_{c,Rd,z} : \quad 136.09 \quad \text{kN}$$

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

8.4 Cálculo y comprobación elementos de arriostramiento

8.4.1 Vigas de atado en cumbrera

Se realizan las comprobaciones estructurales de la viga de atado más desfavorable mostrada en la Figura 29.

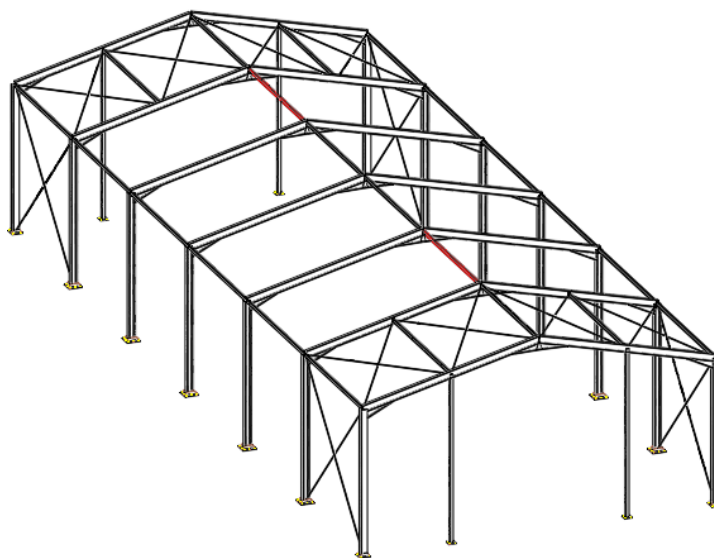


Figura 29 Viga de atado seleccionado para el cálculo y comprobación.



Barra N25/N30

Perfil: RHS 100x50x3.5**Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))**

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N25	N30	5.000	9.69	120.39	40.50	100.98

Notas:

⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado

⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L _K	5.000	5.000	0.000	0.000
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁	-		1.000	

Notación:

β: Coeficiente de pandeo

L_K: Longitud de pandeo (m)

C_m: Coeficiente de momentos

C₁: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N25/N30	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 9.1$	$\eta = 92.2$	$x: 5\text{ m}$ $\eta = 11.1$	$x: 5\text{ m}$ $\eta = 0.8$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0\text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 4.688\text{ m}$ $\eta = 95.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$x: 0\text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 95.7$
Notación: λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t : Resistencia a tracción N_c : Resistencia a compresión M_Y : Resistencia a flexión eje Y M_Z : Resistencia a flexión eje Z V_Z : Resistencia a corte Z V_Y : Resistencia a corte Y $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t : Resistencia a torsión $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x : Distancia al origen de la barra η : Coeficiente de aprovechamiento (%)															

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

$$26.57 \leq 441.85 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Canto del alma**t_w**: Espesor del alma.**A_w**: Área del alma.**A_{fc}**: Área eficaz del ala comprimida.**k**: Coeficiente que depende de la clase de la sección.**E**: Módulo de elasticidad longitudinal.**f_{yf}**: Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$h_w : \underline{93.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{3.50} \text{ mm}$$

$$A_w : \underline{6.51} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc} : \underline{1.75} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Resistencia a tracción** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.091} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH6.

 N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axial de tracción.

$$N_{Ed} : \underline{22.97} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{253.71} \text{ kN}$$

Donde:

 A : Área de la sección transversal.

$$A : \underline{9.69} \text{ cm}^2$$

 f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.098} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.922} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

 $N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión.

$$N_{c,Ed} : \underline{24.97} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{253.71} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{9.69} \text{ cm}^2$$

 f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

**Resistencia a pandeo:** (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{27.08} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{9.69} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.27}$$

$$\chi_z : \underline{0.11}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{2.19}$$

$$\phi_z : \underline{5.11}$$

α : Coeficiente de imperfección.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.63}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.82}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{33.57} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{99.81} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{33.57} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y : Inercia a flexión alrededor del eje Y.

$$I_y : \underline{120.39} \text{ cm}^4$$

I_z : Inercia a flexión alrededor del eje Z.

$$I_z : \underline{40.50} \text{ cm}^4$$

I_t : Módulo de torsión uniforme

$$I_t : \underline{100.98} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{0.00} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad longitudinal.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$



G: Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>5.000</u> m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>5.000</u> m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>4.08</u> cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>3.53</u> cm
y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	i_z : <u>2.04</u> cm
	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.111} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N30, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

M_{Ed}⁺: Valor de cálculo del momento flector.

$$\mathbf{M_{Ed}^{+} : } \underline{0.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N30, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH6.

M_{Ed}⁻: Valor de cálculo del momento flector.

$$\mathbf{M_{Ed}^{-} : } \underline{0.89} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd} : } \underline{7.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\mathbf{Clase : } \underline{1}$$

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico de la sección.

$$\mathbf{W_{pl,y} : } \underline{30.41} \text{ cm}^3$$

 f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) f_y : 275.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a pandeo lateral:** (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

 η : 0.008 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N30, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N(R)2$. M_{Ed}^+ : Valor de cálculo del momento flector. M_{Ed}^+ : 0.04 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N30, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH2 + 0.75 \cdot N(R)1$. M_{Ed}^- : Valor de cálculo del momento flector. M_{Ed}^- : 0.04 kN·mEl momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por: $M_{c,Rd}$: 4.90 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.**Clase** : 1 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección. $W_{pl,z}$: 18.71 cm³ f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1) f_y : 275.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a corte Z** (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

 η : 0.005 ✓El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N25, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$. V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 0.47 kNEl esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:



$$V_{C,Rd} : \underline{98.44} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{6.51} \text{ cm}^2$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : \underline{93.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{3.50} \text{ mm}$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$26.57 < 55.46 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{26.57}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{55.46}$$

η : Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material.

$$\eta : \underline{1.20}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

 V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd} : \underline{48.04} \text{ kN}$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$A_v : \underline{3.18} \text{ cm}^2$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta.

$A : \underline{9.69} \text{ cm}^2$

 d : Altura del alma.

$d : \underline{93.00} \text{ mm}$

 t_w : Espesor del alma.

$t_w : \underline{3.50} \text{ mm}$

 f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$14.29 < 55.46 \quad \checkmark$

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma.

$\lambda_w : \underline{14.29}$

 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{55.46}$

 η : Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material.

$\eta : \underline{1.20}$

 ϵ : Factor de reducción.

$\epsilon : \underline{0.92}$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$

 f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.



$$0.47 \text{ kN} \leq 49.22 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $V_{Ed} : 0.47 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd} : 98.44 \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.02 \text{ kN} \leq 24.02 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N25, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot VH2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $V_{Ed} : 0.02 \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{c,Rd} : 48.04 \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.075 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.459 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.957 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.688 m del nudo N25, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$N_{c,Ed} : 24.97 \text{ kN}$

$M_{y,Ed}^+ : 0.59 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^+ : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase : 1



Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$M_{N,Rd,y}$: Momento resistente plástico reducido debido al esfuerzo axil, alrededor del eje Y.

$M_{N,Rd,y}$: 7.97 kN·m

Siendo:

n : 0.098

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 253.71 kN

$M_{pl,Rd,y}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en régimen plástico, respecto al eje Y.

$M_{pl,Rd,y}$: 7.97 kN·m

a_w : 0.50

A : Área de la sección bruta.

A : 9.69 cm²

b : Ancho total de la sección.

b : 5.00 cm

t_f : Espesor del ala.

t_f : 3.50 mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A : Área de la sección bruta.

A : 9.69 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 30.41 cm³

$W_{pl,z}$: 18.71 cm³

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

K_{yy} , K_{yz} , K_{zy} , K_{zz} : Coeficientes de interacción.

K_{yy} : 1.36

K_{yz} : 3.63

K_{zy} : 0.47

K_{zz} : 1.25

Términos auxiliares:

μ_y : 0.81



$$\mu_z : \underline{0.28}$$

$$C_{yy} : \underline{0.79}$$

$$C_{yz} : \underline{0.50}$$

$$C_{zy} : \underline{0.50}$$

$$C_{zz} : \underline{0.87}$$

$$a_{LT} : \underline{0.16}$$

$$b_{LT} : \underline{0.00}$$

$$c_{LT} : \underline{0.00}$$

$$d_{LT} : \underline{0.00}$$

$$e_{LT} : \underline{0.00}$$

$$w_y : \underline{1.26}$$

$$w_z : \underline{1.15}$$

$$n_{pl} : \underline{0.10}$$

Puesto que:

$$0.00 \leq 0.13$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$



	$C_{m,LT} :$	<u>1.00</u>
$C_{m,y,0}, C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente.	$C_{m,y,0} :$	<u>1.00</u>
	$C_{m,z,0} :$	<u>1.00</u>
C_1 : Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	$C_1 :$	<u>1.00</u>
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$\chi_y :$	<u>0.27</u>
	$\chi_z :$	<u>0.11</u>
χ_{LT} : Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional.	$\chi_{LT} :$	<u>1.00</u>
$\bar{\lambda}_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$.	$\bar{\lambda}_{m\acute{a}x} :$	<u>2.82</u>
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y :$	<u>1.63</u>
	$\bar{\lambda}_z :$	<u>2.82</u>
$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral.	$\bar{\lambda}_{LT} :$	<u>0.00</u>
$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme.	$\bar{\lambda}_0 :$	<u>0.00</u>
$W_{el,y}, W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{el,y} :$	<u>24.08</u> cm ³
	$W_{el,z} :$	<u>16.20</u> cm ³
$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y.	$N_{cr,y} :$	<u>99.81</u> kN
$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z.	$N_{cr,z} :$	<u>33.57</u> kN
I_y : Inercia a flexión alrededor del eje Y.	$I_y :$	<u>120.39</u> cm ⁴
I_t : Módulo de torsión uniforme	$I_t :$	<u>100.98</u> cm ⁴

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH3+0.75·N(EI).

$$0.47 \text{ kN} \leq 49.22 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed,z} : \quad \underline{0.47} \quad \text{kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante.

$$V_{c,Rd,z} : \quad \underline{98.44} \quad \text{kN}$$

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \quad \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2.



T_{Ed} : Valor de cálculo de los momentos a torsión totales.

$$T_{Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo T_{Rd} viene dado por:

$$T_{Rd} : \underline{4.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{31.41} \text{ cm}^3$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N25, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·VH1+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : \underline{0.38} \text{ kN}$$

T_{Ed} : Valor de cálculo de los momentos a torsión totales.

$$T_{Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{98.20} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante.

$$V_{pl,Rd} : \underline{98.44} \text{ kN}$$

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{t,Ed} : \underline{0.36} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{31.41} \text{ cm}^3$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·VH2+0.75·N(R)1.



V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}$$

T_{Ed} : Valor de cálculo de los momentos a torsión totales.

$$T_{Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{47.93} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante.

$$V_{pl,Rd} : \underline{48.04} \text{ kN}$$

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{t,Ed} : \underline{0.36} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{31.41} \text{ cm}^3$$

f_y : Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : \underline{1.05}$$

8.4.2 Tirantes

Se realizan las comprobaciones estructurales de la viga de atado más desfavorable mostrada en la Figura 30

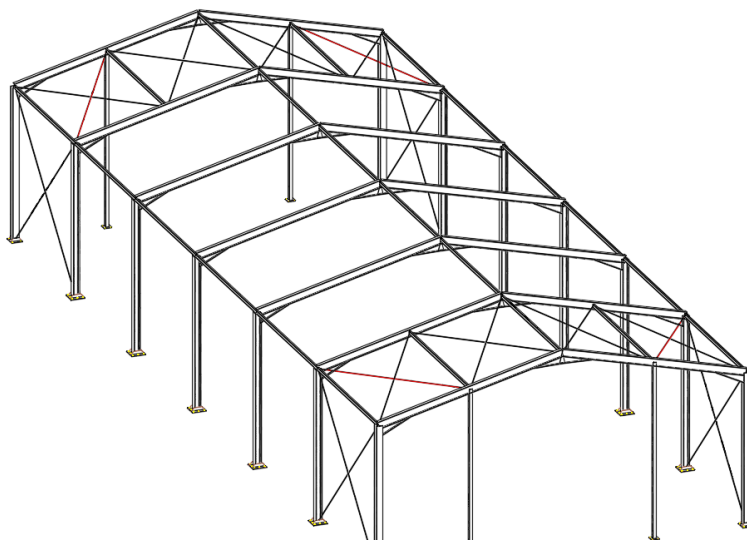


Figura 30 Viga de atado seleccionado para el cálculo y comprobación.



Donde:

A: Área de la sección transversal.

A : 0.79 cm²

f_y: Límite elástico. (Código Estructural, Tabla A22.3.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

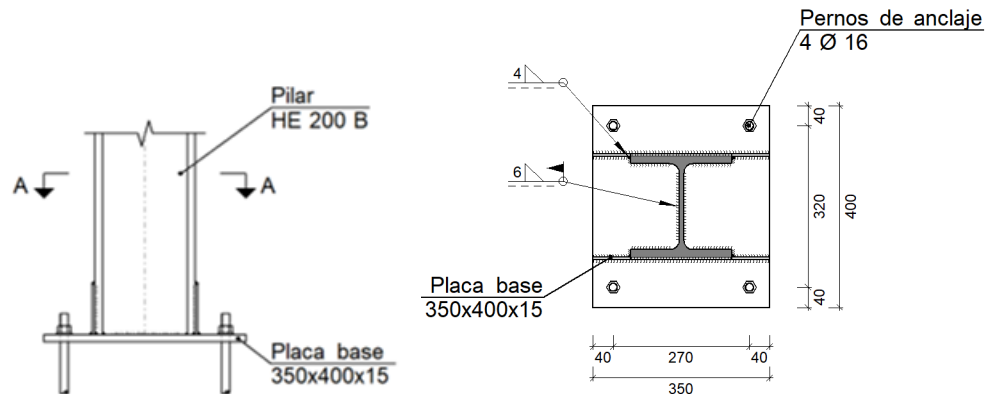
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

8.5 Cálculo y comprobación placas de anclaje

. Se realiza la comprobación de los tres tipos de placas de anclaje, el tipo 1 para los pilares de los extremos de los hastiales, el tipo 15 para los pilares centrales de los hastiales y el tipo 4 para los pilares de los pórticos 2-6.

8.5.1 Tipo 1



Comprobación

1) Pilar HE 200 B

Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	638	9.0	90.00				
<i>a: Espesor de garganta</i> <i>l: Longitud del cordón de soldadura</i> <i>t: Espesor de la pieza</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85	

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 270 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 55 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 32 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 43.3	Cumple



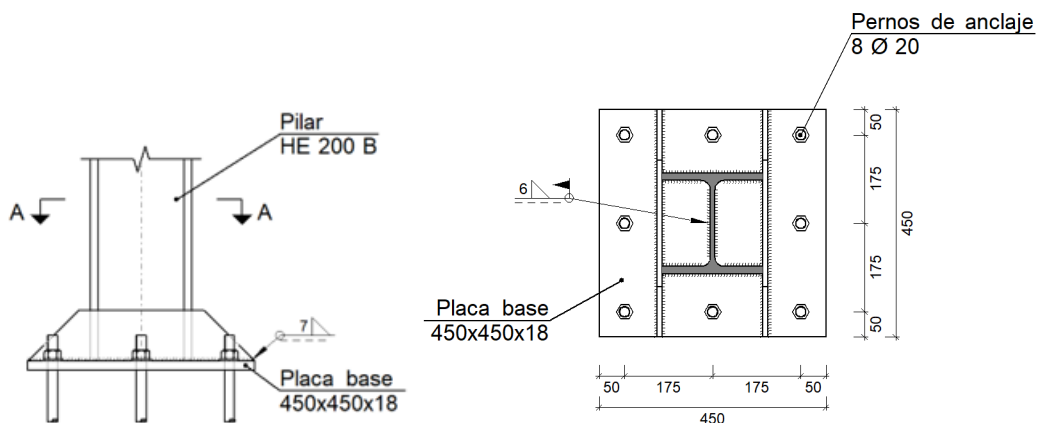
Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 51.09 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 43.56 kN Calculado: 4.73 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 57.85 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 51.14 kN Calculado: 48.04 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 242.763 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 132 kN Calculado: 4.44 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 121.557 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 121.557 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 144.691 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 144.691 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 9772.68	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 9772.68	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1969.58	Cumple
- Abajo:	Calculado: 1969.58	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.125		

Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	350	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	100	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura del borde superior a la pieza	En ángulo	4	200	5.0	90.00

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	350	5.0	90.00				
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	100	5.0	90.00				
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura del borde superior a la pieza	En ángulo	4	200	5.0	90.00				
<i>a: Espesor de garganta</i> <i>l: Longitud del cordón de soldadura</i> <i>t: Espesor de la pieza</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -103): Soldadura del borde superior a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 103): Soldadura del borde superior a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

8.5.2 Tipo 4



- Comprobación
1) Pilar HE 200 B

Uniones soldadas



Comprobaciones geométricas										
Ref.	Tipo		a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa		En ángulo		6	978	9.0	90.00			
a: Espesor de garganta l: Longitud del cordón de soldadura t: Espesor de la pieza										
Comprobación de resistencia										
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w	
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)			
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.								410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 175 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 65 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 40 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 27.7	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 77.78 kN Calculado: 68.67 kN Máximo: 54.45 kN Calculado: 5 kN Máximo: 77.78 kN Calculado: 75.81 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 79.89 kN Calculado: 63.13 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 202.825 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 198 kN Calculado: 4.78 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 158.402 MPa Calculado: 158.402 MPa Calculado: 268.882 MPa Calculado: 268.882 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	

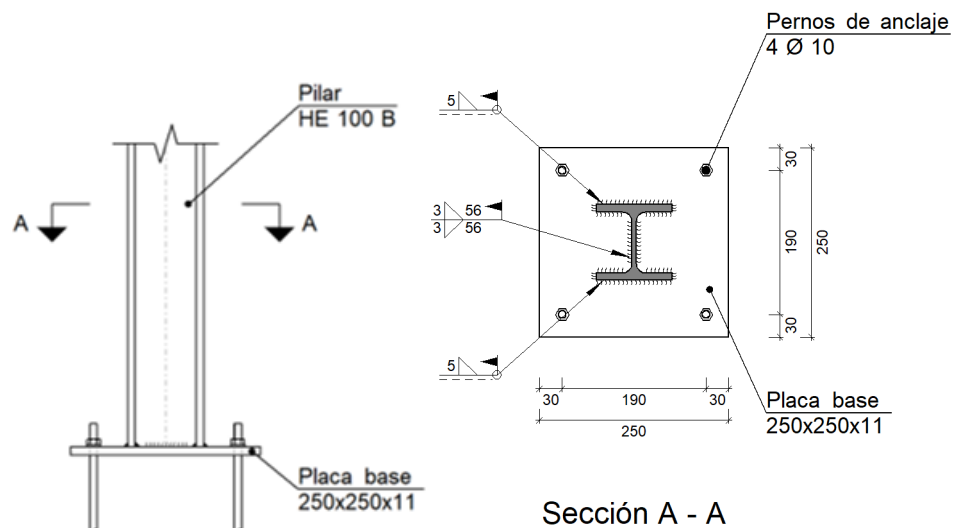


Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Derecha:	Calculado: 1579.43	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1579.43	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2585.71	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2585.71	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 148.194 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.174		
- Punto de tensión local máxima: (-0.1, -0.225)		

Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -105): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	450	10.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 105): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	450	10.0	90.00			
<i>a: Espesor de garganta</i> <i>l: Longitud del cordón de soldadura</i> <i>t: Espesor de la pieza</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)		
Rigidizador y-y (x = -105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85

8.5.3 Tipo 15





Comprobación
1) Pilar HE 100 B

Uniones soldadas

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	100	10.0	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	3	56	6.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	100	10.0	90.00				
a: Espesor de garganta l: Longitud del cordón de soldadura t: Espesor de la pieza									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	50.7	50.7	0.3	101.3	26.26	50.7	17.16	410.0	0.85
Soldadura del alma	22.8	22.8	4.3	46.3	11.99	22.8	7.74	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	50.7	50.7	0.3	101.3	26.26	50.7	17.16	410.0	0.85

2) Placa de anclaje

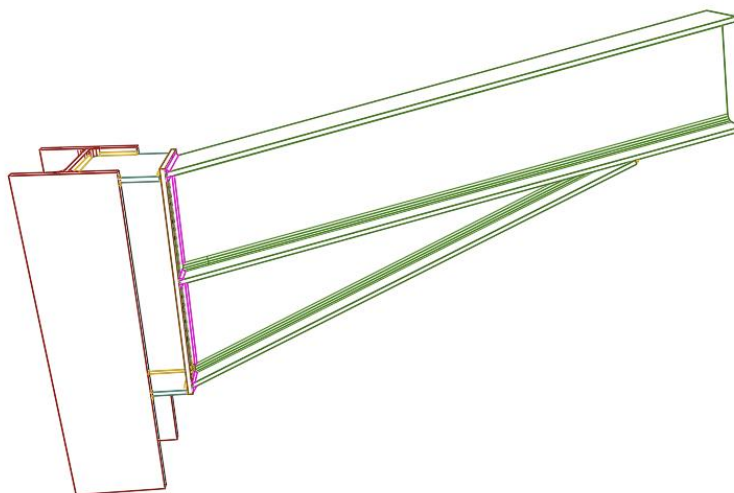
Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 190 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 64 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 20 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 33.34 kN Calculado: 16.57 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 23.34 kN Calculado: 0.17 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 33.34 kN Calculado: 16.81 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 19.97 kN Calculado: 15.84 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 201.75 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 60.5 kN Calculado: 0.16 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 270.732 MPa	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Izquierda:	Calculado: 270.732 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 213.229 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 213.229 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 251.138	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 251.138	Cumple
- Arriba:	Calculado: 332.502	Cumple
- Abajo:	Calculado: 332.502	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.102		

8.6 Uniones

8.6.1 Unión dintel-pilar

Tipo 10



1) Pilar HE 200 B

– Panel

Esbeltez del alma del pilar (Código Estructural, A26 6.2.6.1)

La esbeltez del alma del pilar debe satisfacer la condición:

$$18.89 \leq 63.78 \checkmark$$

donde:

d_{wc} : Canto exterior del alma

d_{wc} : 170 mm

 t_{wc} : Espesor del alma t_{wc} : 9.0 mm ε : 0.92 f_y : Límite elástico f_y : 275.00 N/mm²

Panel del alma de un pilar a cortante (Código Estructural, A26 6.2.6.1)

Debe cumplirse:

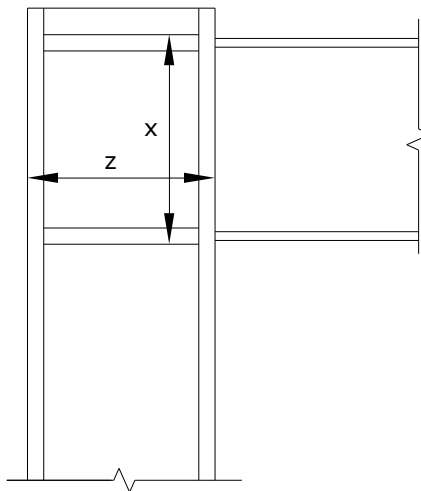
$$0.36 \text{ kN} \leq 618.13 \text{ kN} \quad \checkmark$$

donde:

donde:

 A_{vc} : Área de cortante $V_{wp,Ed}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $V_{wp,Ed}$: 0.36 kN $V_{wp,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $V_{wp,Rd}$: 618.13 kN

Dirección	A_{vc} (mm ²)	$V_{wp,Ed}$ (kN)	$V_{wp,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
z	1800	0.13	244.96	0.05
x	4542	0.36	618.13	0.06



– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (Código Estructural, A22 6.2.1)

Debe cumplirse:

$$36.57 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

donde:

 σ : Tensión normal σ : 0.00 N/mm² F_L : Esfuerzo de cálculo normal de la sección F_L : 0.00 kN



$L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales
 τ : Tensión tangencial

$$L_{\perp} : \underline{78} \text{ mm}$$
$$\tau : \underline{21.11} \text{ N/mm}^2$$

$F_{||}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección
 $L_{||}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales
 t : Espesor
 f_y : Límite elástico
 γ_{mo} : Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales

$$F_{||} : \underline{16.36} \text{ kN}$$
$$L_{||} : \underline{78} \text{ mm}$$
$$t : \underline{10.0} \text{ mm}$$
$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$
$$\gamma_{mo} : \underline{1.05}$$

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (Código Estructural, A22 6.2.1)

Debe cumplirse:

$$43.70 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \checkmark$$

donde:

σ : Tensión normal $\sigma : \underline{0.00} \text{ N/mm}^2$

$F_{\perp}$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección
 $L_{\perp}$: Anchura efectiva para esfuerzos normales
 τ : Tensión tangencial

$$F_{\perp} : \underline{0.00} \text{ kN}$$
$$L_{\perp} : \underline{78} \text{ mm}$$
$$\tau : \underline{-25.23} \text{ N/mm}^2$$

$F_{||}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección
 $L_{||}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales
 t : Espesor
 f_y : Límite elástico
 γ_{mo} : Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales

$$F_{||} : \underline{-19.56} \text{ kN}$$
$$L_{||} : \underline{78} \text{ mm}$$
$$t : \underline{10.0} \text{ mm}$$
$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$
$$\gamma_{mo} : \underline{1.05}$$

Chapa frontal [Viga IPE 240]

Momento flector (Código Estructural, A22 6.2.5)

La comprobación no procede.

Cortante (Código Estructural, A22 6.2.6)

La comprobación no procede.

Flexión y cortante (Código Estructural, A22 6.2.8)

La comprobación no procede.

Giro admisible de la chapa frontal (Criterio de CYPE)

La comprobación no procede.



– Chapa vertical [Viga IPE 240]

Cortante (Código Estructural, A22 6.2.6)

(1) El cortante de cálculo V_{Ed} debe cumplir en toda sección:

$$0.03 \leq 1 \quad \checkmark$$

donde $V_{c,Rd}$ es el cortante resistente de cálculo. Para el cálculo plástico de $V_{c,Rd}$ se tomará, el cortante resistente plástico de cálculo $V_{pl,Rd}$.

donde A_v es el área de cortante

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : \underline{3.79} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante.

$$V_{c,Rd} : \underline{133.37} \text{ kN}$$

– Ala

Desgarro del ala por tracción de los rigidizadores (Código Estructural, A22 6.2.1)

Debe cumplirse:

$$78.85 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{77.10} \text{ N/mm}^2$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{9.56} \text{ N/mm}^2$$

f_y : Límite elástico

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Cortante en el ala por los rigidizadores (Código Estructural, A22 6.2.1)

Debe cumplirse:

$$18.95 \text{ N/mm}^2 \leq 261.90 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

donde:

σ : Tensión normal

$$\sigma : \underline{1.05} \text{ N/mm}^2$$

τ : Tensión tangencial

$$\tau : \underline{10.92} \text{ N/mm}^2$$

f_y : Límite elástico

$$f_y : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))

Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Generalidades (Código Estructural, A26 4.3.2.1(1))



Las soldaduras en ángulo pueden emplearse para unir piezas cuyas caras forman un ángulo comprendido entre 60° e 120°.

Longitud de las soldaduras (Código Estructural, A26 4.5.1(2))

No se considerarán portantes las soldaduras en ángulo con longitud efectiva menor que el mayor de los dos siguientes valores: 30 mm o 6 veces el espesor de garganta.

Espesor eficaz de garganta de la soldadura (Código Estructural, A26 4.5.2(2))

El espesor eficaz de garganta de una soldadura en ángulo no deberá ser menor de 3 mm.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (Código Estructural, A26 4.5.3)

4.5.3.1 Generalidades

(1) La resistencia de cálculo de un cordón de una soldadura en ángulo deberá determinarse, bien empleando el método direccional descrito en el apartado 4.5.3.2, bien el método simplificado del apartado 4.5.3.3.

4.5.3.2 Método direccional

(6) La resistencia de cálculo del cordón de la soldadura en ángulo será suficiente siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

donde:

$\sigma_{\perp}$: Tensión normal perpendicular a la garganta de la soldadura

$\tau_{\perp}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje de la soldadura

$\tau_{\parallel}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje de la soldadura

f_u : Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión

β_w : Coeficiente de correlación para soldaduras en ángulo

γ_{M2} : Resistencia de soldaduras

γ_{M2} : 1.25

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	4	78	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	4	78	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	145	10.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	455	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	455	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	140	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	140	7.0	90.00
a: Espesor de garganta l: Longitud del cordón de soldadura t: Espesor de la pieza					



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	26.4	45.7	11.85	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.1	0.2	0.06	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	16.3	16.3	0.1	32.6	8.44	16.3	5.51	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	31.5	54.6	14.16	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.1	0.2	0.04	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	20.2	20.2	0.1	40.4	10.46	20.2	6.84	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	3.7	6.5	1.68	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	3.7	6.5	1.68	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	4.5	7.8	2.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	4.5	7.8	2.02	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 240

– Alma

Resistencia a cargas concentradas transversales (Código Estructural, A25 6)

Debe cumplirse:

$$0.08 \leq 1 \quad \checkmark$$

donde:

 F_{Ed} : Carga transversal de cálculo

$F_{Ed} : 14.50 \text{ kN}$

 F_{Rd} : Resistencia de cálculo frente a abolladura local con cargas concentradas transversales

$F_{Rd} : 181.91 \text{ kN}$

donde:

 t_w : Espesor del alma

$t_w : 6 \text{ mm}$

 f_{yw} : Límite elástico del alma;

$f_{yw} : 275.00 \text{ N/mm}^2$

 L_{eff} : Longitud efectiva para el cálculo frente a cargas concentradas transversales, que se determinan mediante la siguiente expresión:

$L_{eff} : 112.00 \text{ mm}$

donde:

 l_y : Longitud efectiva de carga

$l_y : 112 \text{ mm}$

 χ_F : Coeficiente de reducción de abolladura local frente a cargas concentradas

$\chi_F : 1.00$



El coeficiente de reducción χ_F se obtiene mediante la siguiente expresión:

donde:

$$\bar{\lambda}_F : 0.42$$

$$F_{cr} : 1231.21 \text{ kN}$$

Para almas sin rigidizadores longitudinales, el coeficiente k_f debe obtenerse a partir de las siguientes disposiciones:

$$k_f : 6.02$$

La longitud efectiva de carga l_y se debería calcular como se muestra a continuación;

$$m_1 : 19.35$$

donde:

b_f : Anchura del ala

$$b_f : 120.00 \text{ mm}$$

$$\text{si } \bar{\lambda}_F \leq 0,5$$

$$m_2 : 0.00$$

l_y se debería obtener como:

siendo $l_y \leq$ la distancia entre rigidizadores transversales adyacentes. (6.10)

$$l_y : 112 \text{ mm}$$

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))

Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Generalidades (Código Estructural, A26 4.3.2.1(1))

Las soldaduras en ángulo pueden emplearse para unir piezas cuyas caras forman un ángulo comprendido entre 60° e 120°.

Longitud de las soldaduras (Código Estructural, A26 4.5.1(2))

No se considerarán portantes las soldaduras en ángulo con longitud efectiva menor que el mayor de los dos siguientes valores: 30 mm o 6 veces el espesor de garganta.

Espesor eficaz de garganta de la soldadura (Código Estructural, A26 4.5.2(2))

El espesor eficaz de garganta de una soldadura en ángulo no deberá ser menor de 3 mm.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (Código Estructural, A26 4.5.3)

4.5.3.1 Generalidades



(1) La resistencia de cálculo de un cordón de una soldadura en ángulo deberá determinarse, bien empleando el método direccional descrito en el apartado 4.5.3.2, bien el método simplificado del apartado 4.5.3.3.

4.5.3.2 Método direccional

(6) La resistencia de cálculo del cordón de la soldadura en ángulo será suficiente siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

donde:

$\sigma_{\perp}$: Tensión normal perpendicular a la garganta de la soldadura

$\tau_{\perp}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje de la soldadura

$\tau_{\parallel}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje de la soldadura

f_u : Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión

β_w : Coeficiente de correlación para soldaduras en ángulo

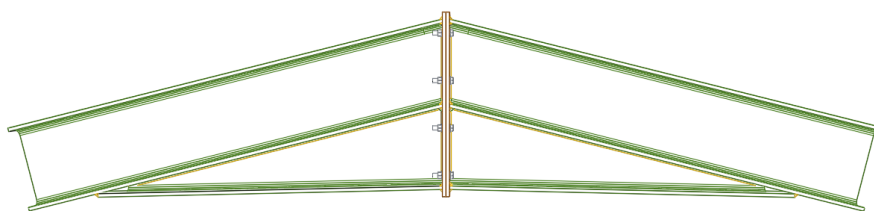
γ_{M2} : Resistencia de soldaduras

$\gamma_{M2} : 1.25$

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	75.96				
Soldadura del alma	En ángulo	3	196	6.2	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	75.96				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	3	230	6.2	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	5	120	9.8	63.23				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	4	1000	6.2	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	120	9.8	77.27				
a: Espesor de garganta l: Longitud del cordón de soldadura t: Espesor de la pieza									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	19.0	24.3	0.1	46.2	11.96	25.7	8.72	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	4.0	6.9	1.79	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.1	0.1	0.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	0.0	0.0	4.0	6.9	1.79	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	20.5	33.4	0.1	61.4	15.90	31.7	10.75	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	2.8	4.8	1.24	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

8.6.2 Unión dintel-dintel

Tipo 12



1) Viga (a) IPE 240

– Chapa frontal

Sección en T equivalente (Código Estructural, A26 6.2.6.5)

Debe cumplirse:

$$0.26 \leq 1 \quad \checkmark$$

donde:

$F_{T,Ed}$: Valor de cálculo de la sollicitación a tracción

$$F_{T,Ed} : 25.22 \text{ kN}$$

$F_{T,Rd}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente

$$F_{T,Rd} : 97.11 \text{ kN}$$

La resistencia a tracción de cálculo de un ala de la sección en T $F_{T,Rd}$, deberá tomarse como el menor valor de los tres modos de fallo posibles, 1, 2 y 3.

La menor resistencia se ha obtenido en la fila: 4.

$$F_{T,Rd} : 97.11 \text{ kN}$$

Resistencia de cálculo $F_{t,Rd}$ del ala de la sección en T. (Tabla A26.6.2)	
Con fuerzas de palanca:	
Modo 1	$F_{T,1,Rd} : 164.56 \text{ kN}$
Modo 2	$F_{T,2,Rd} : 97.47 \text{ kN}$
Modo 3	$F_{T,3,Rd} : 97.11 \text{ kN}$

donde:

Modo 1: Ala totalmente plastificada

Modo 2: Fallo del tornillo por plastificación del ala

Modo 3: Fallo de tornillo

$$M_{pl,1,Rd} : 0.97 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,2,Rd} : 1.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$\Sigma F_{t,Rd}$: Valor total de $F_{t,Rd}$ para todos los tornillos de la sección en T

$$\Sigma F_{t,Rd} : 97.11 \text{ kN}$$

t_f : Espesor del ala de la sección en T

$$t_f : 10.0 \text{ mm}$$

m : Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela

$$m : 23 \text{ mm}$$

n : Igual e_{min} pero $n \leq 1,25 \cdot m$

$$n : 29 \text{ mm}$$



$\Sigma l_{eff,1}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 1	$\Sigma l_{eff,1}$: <u>148</u> mm
$\Sigma l_{eff,2}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 2	$\Sigma l_{eff,2}$: <u>176</u> mm
f_y : Límite elástico	f_y : <u>275.00</u> N/mm ²
γ_{M0} : Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Ala

Compresión en perfil base (Criterio de CYPE, basado en Código Estructural, A22 6.2)

El valor de cálculo de la fuerza de compresión N_{Ed} deberá cumplir en toda sección:

$$0.15 \leq 1 \quad \checkmark$$

donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axial de compresión	N_{Ed} : <u>48.02</u> kN
$N_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a compresión	$N_{c,Rd}$: <u>317.48</u> kN

A : Área sometida a compresión	A : <u>1212</u> mm ²
f'_y : Límite elástico reducido	f'_y : <u>275.00</u> N/mm ²

f_y : Límite elástico	f_y : <u>275.00</u> N/mm ²
ρ : Coeficiente de reducción del valor de cálculo de la resistencia a flexión, considerando la existencia de cortantes.	ρ : <u>0.000</u>
γ_{M0} : Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Reducción de la resistencia de cálculo por acciones combinadas

Cuando el esfuerzo cortante sea menor que la mitad de la resistencia plástica de cálculo a cortante, su efecto sobre la resistencia a flexión puede despreciarse

Tracción (Código Estructural, A22 6.2.3)

(1) El valor de cálculo del esfuerzo axial de tracción N_{Ed} en toda sección debe cumplir:

donde:

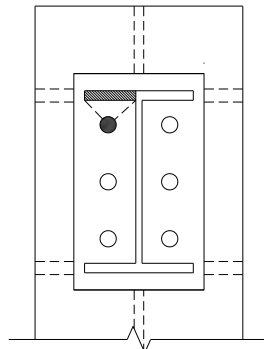
N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axial de tracción
$N_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción

f_y : Límite elástico	f_y : <u>275.00</u> N/mm ²
γ_{M0} : Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Fila	Área (mm ²)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
Filas exteriores	--	--	--	--



Fila	Área (mm ²)	N _{Ed} (kN)	N _{t,Rd} (kN)	Aprov. (%)
Filas interiores	588	6.61	154.00	4.29
Σ		6.61	154.00	4.29



– Alma

Resistencia a cargas concentradas transversales (Código Estructural, A25 6)

Debe cumplirse:

$$0.07 \leq 1 \quad \checkmark$$

donde:

F_{Ed}: Carga transversal de cálculo

$$\mathbf{F_{Ed}} : \underline{13.22} \text{ kN}$$

F_{Rd}: Resistencia de cálculo frente a abolladura local con cargas concentradas transversales

$$\mathbf{F_{Rd}} : \underline{181.91} \text{ kN}$$

donde:

t_w: Espesor del alma

$$\mathbf{t_w} : \underline{6} \text{ mm}$$

f_{yw}: Límite elástico del alma;

$$\mathbf{f_{yw}} : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

L_{eff}: Longitud efectiva para el cálculo frente a cargas concentradas transversales, que se determinan mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{L_{eff}} : \underline{112.00} \text{ mm}$$

donde:

l_y: Longitud efectiva de carga

$$\mathbf{l_y} : \underline{112} \text{ mm}$$

χ_F: Coeficiente de reducción de abolladura local frente a cargas concentradas

$$\mathbf{\chi_F} : \underline{1.00}$$

El coeficiente de reducción χ_F se obtiene mediante la siguiente expresión:

donde:

$$\bar{\lambda}_F : \underline{0.42}$$



$$F_{cr} : 1231.21 \text{ kN}$$

Para almas sin rigidizadores longitudinales, el coeficiente k_f debe obtenerse a partir de las siguientes disposiciones:

$$k_f : 6.02$$

La longitud efectiva de carga l_y se debería calcular como se muestra a continuación;

$$m_1 : 19.35$$

donde:

b_f : Anchura del ala

$$b_f : 120.00 \text{ mm}$$

$$\text{si } \bar{\lambda}_F \leq 0,5$$

$$m_2 : 0.00$$

l_y se debería obtener como:

siendo $l_y \leq$ la distancia entre rigidizadores transversales adyacentes. (6.10)

$$l_y : 112 \text{ mm}$$

Tracción (Código Estructural, A22 6.2.3)

(1) El valor de cálculo del esfuerzo axial de tracción N_{Ed} en toda sección debe cumplir:

$$0.13 \leq 1 \quad \checkmark$$

donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axial de tracción

$$N_{Ed} : 16.91 \text{ kN}$$

$N_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción

$$N_{t,Rd} : 132.15 \text{ kN}$$

A : Área

$$A : 505.00 \text{ mm}^2$$

f_y : Límite elástico

$$f_y : 275.00 \text{ N/mm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))

Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Generalidades (Código Estructural, A26 4.3.2.1(1))

Las soldaduras en ángulo pueden emplearse para unir piezas cuyas caras forman un ángulo comprendido entre 60° e 120°.

**Longitud de las soldaduras (Código Estructural, A26 4.5.1(2))**

No se considerarán portantes las soldaduras en ángulo con longitud efectiva menor que el mayor de los dos siguientes valores: 30 mm o 6 veces el espesor de garganta.

Espesor eficaz de garganta de la soldadura (Código Estructural, A26 4.5.2(2))

El espesor eficaz de garganta de una soldadura en ángulo no deberá ser menor de 3 mm.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (Código Estructural, A26 4.5.3)**4.5.3.1 Generalidades**

(1) La resistencia de cálculo de un cordón de una soldadura en ángulo deberá determinarse, bien empleando el método direccional descrito en el apartado 4.5.3.2, bien el método simplificado del apartado 4.5.3.3.

4.5.3.2 Método direccional

(6) La resistencia de cálculo del cordón de la soldadura en ángulo será suficiente siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

donde:

$\sigma_{\perp}$: Tensión normal perpendicular a la garganta de la soldadura

$\tau_{\perp}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje de la soldadura

$\tau_{||}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje de la soldadura

f_u : Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión

β_w : Coeficiente de correlación para soldaduras en ángulo

γ_{M2} : Resistencia de soldaduras

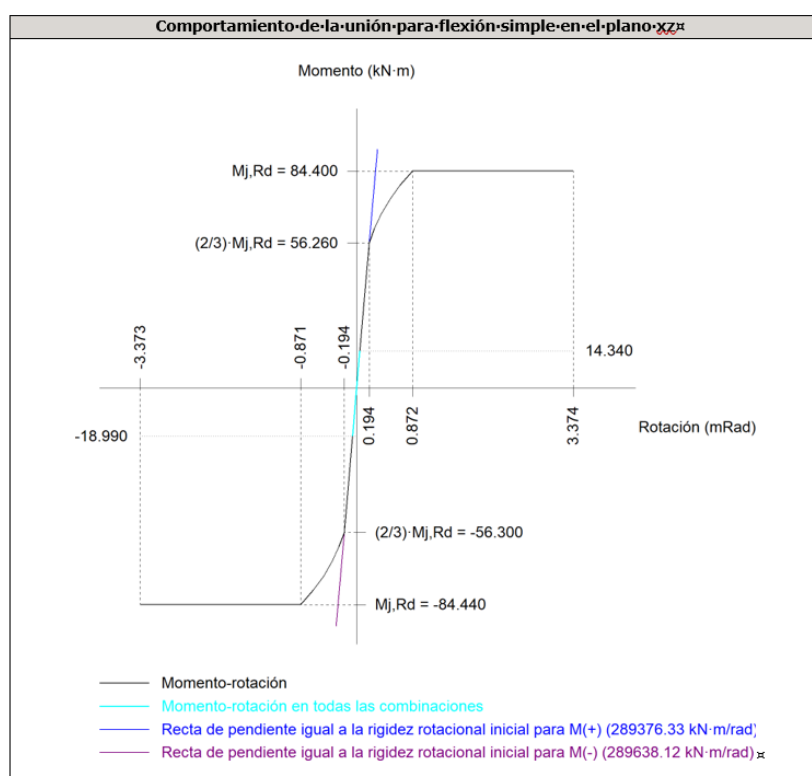
$\gamma_{M2} : 1.25$

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	75.96				
Soldadura del alma	En ángulo	3	196	6.2	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	75.96				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	3	205	6.2	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	5	120	9.8	88.70				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	4	1000	6.2	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	120	9.8	77.27				
<i>a: Espesor de garganta</i> <i>l: Longitud del cordón de soldadura</i> <i>t: Espesor de la pieza</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm²)	τ _⊥ (N/mm²)	τ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	20.4	26.1	0.2	49.6	12.86	28.5	9.64	410.0	0.85
Soldadura del alma	30.6	30.6	0.0	61.2	15.85	30.6	10.36	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	2.2	2.8	0.0	5.4	1.39	2.6	0.89	410.0	0.85



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{\perp}$ (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma de la cartela	28.5	28.5	0.1	57.0	14.76	28.5	9.65	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	23.7	24.2	0.0	48.2	12.49	23.7	8.03	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	1.8	3.2	0.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	28856.77	289376.33
Calculada para momentos negativos	28856.77	289638.12



Relación entre la resistencia del ala del casquillo en T en modo 1 y modo 3 (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

$$1.69 \leq 1.80 \quad \checkmark$$

$$\beta : 1.69$$

donde:

$F_{T,Rd1}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente en modo 1

$$F_{T,Rd1} : 164.56 \text{ kN}$$



$F_{T,Rd3}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente en modo 3

$F_{T,Rd3}$: 97.11 kN

Momento resistente de las uniones viga-pilar y empalmes (Código Estructural, A26 6.2.7)

El momento de cálculo aplicado $M_{j,Ed}$, deberá cumplir:

$$0.22 \leq 1.0 \quad \checkmark$$

El momento resistente $M_{j,Rd}$ de una unión atornillada viga-pilar con chapa frontal atornillada puede determinarse a partir de:

donde:

$F_{tr,Rd}$: Resistencia de cálculo a tracción eficaz de una fila de tornillos r

h_r : Distancia de la fila de tornillos r al centro de compresión

r : Número de la fila de tornillos

Capacidad de giro (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

$$0.02 \leq 0.67 \quad \checkmark$$

ϕ_{Ed} : Rotación correspondiente al momento solicitante

ϕ_{Ed} : 0.07 mRad

ϕ_{cd} : Capacidad de rotación de la unión

ϕ_{cd} : 3.37 mRad

donde:

h : Distancia de la fila al centro de compresiones

h : 436 mm

β : Relación entre la resistencia de la fila en modo 1 y en modo 3

β : 1.69

2) Viga (b) IPE 240
Chapa frontal

Sección en T equivalente (Código Estructural, A26 6.2.6.5)

Debe cumplirse:

$$0.26 \leq 1 \quad \checkmark$$

donde:

$F_{T,Ed}$: Valor de cálculo de la sollicitación a tracción

$F_{T,Ed}$: 25.22 kN

$F_{T,Rd}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente

$F_{T,Rd}$: 97.11 kN

La resistencia a tracción de cálculo de un ala de la sección en T $F_{T,Rd}$, deberá tomarse como el menor valor de los tres modos de fallo posibles, 1, 2 y 3.

La menor resistencia se ha obtenido en la fila: 4.

$F_{T,Rd}$: 97.11 kN

Resistencia de cálculo $F_{t,Rd}$ del ala de la sección en T. (Tabla A26.6.2)

Con fuerzas de palanca:



Modo 1	$F_{T,1,Rd}$: 164.56 kN
Modo 2	$F_{T,2,Rd}$: 97.47 kN
Modo 3	$F_{T,3,Rd}$: 97.11 kN

donde:

Modo 1: Ala totalmente plastificada

Modo 2: Fallo del tornillo por plastificación del ala

Modo 3: Fallo de tornillo

$$M_{pl,1,Rd} : 0.97 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,2,Rd} : 1.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$\Sigma F_{t,Rd}$: Valor total de $F_{t,Rd}$ para todos los tornillos de la sección en T

$$\Sigma F_{t,Rd} : 97.11 \text{ kN}$$

t_f : Espesor del ala de la sección en T

$$t_f : 10.0 \text{ mm}$$

m : Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela

$$m : 23 \text{ mm}$$

n : Igual e_{min} pero $n \leq 1,25 \cdot m$

$$n : 29 \text{ mm}$$

$\Sigma l_{eff,1}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 1

$$\Sigma l_{eff,1} : 148 \text{ mm}$$

$\Sigma l_{eff,2}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 2

$$\Sigma l_{eff,2} : 176 \text{ mm}$$

f_y : Límite elástico

$$f_y : 275.00 \text{ N/mm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Ala

Compresión en perfil base (Criterio de CYPE, basado en Código Estructural, A22 6.2)

El valor de cálculo de la fuerza de compresión N_{Ed} deberá cumplir en toda sección:

$$0.15 \leq 1 \quad \checkmark$$

donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axial de compresión

$$N_{Ed} : 48.02 \text{ kN}$$

$N_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a compresión

$$N_{c,Rd} : 317.48 \text{ kN}$$

A : Área sometida a compresión

$$A : 1212 \text{ mm}^2$$

f'_y : Límite elástico reducido

$$f'_y : 275.00 \text{ N/mm}^2$$

f_y : Límite elástico

$$f_y : 275.00 \text{ N/mm}^2$$

ρ : Coeficiente de reducción del valor de cálculo de la resistencia a flexión, considerando la existencia de cortantes.

$$\rho : 0.000$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Reducción de la resistencia de cálculo por acciones combinadas

Cuando el esfuerzo cortante sea menor que la mitad de la resistencia plástica de cálculo a cortante, su efecto sobre la resistencia a flexión puede despreciarse

Tracción (Código Estructural, A22 6.2.3)

(1) El valor de cálculo del esfuerzo axial de tracción N_{Ed} en toda sección debe cumplir:

donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axial de tracción

$N_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción

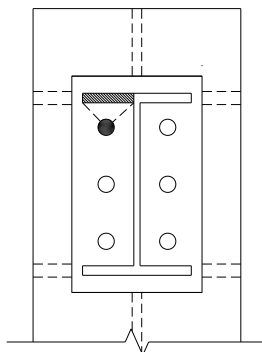
f_y : Límite elástico

f_y : 275.00 N/mm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales

γ_{M0} : 1.05

Fila	Área (mm ²)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
Filas exteriores	--	--	--	--
Filas interiores	588	6.61	154.00	4.29
Σ		6.61	154.00	4.29



– Alma

Resistencia a cargas concentradas transversales (Código Estructural, A25 6)

Debe cumplirse:

0.07 ≤ 1 ✓

donde:

F_{Ed} : Carga transversal de cálculo

F_{Ed} : 13.22 kN

F_{Rd} : Resistencia de cálculo frente a abolladura local con cargas concentradas transversales

F_{Rd} : 181.91 kN

donde:

t_w : Espesor del alma

t_w : 6 mm



f_{yw} : Límite elástico del alma;

$$f_{yw} : \underline{275.00} \text{ N/mm}^2$$

L_{eff} : Longitud efectiva para el cálculo frente a cargas concentradas transversales, que se determinan mediante la siguiente expresión:

$$L_{eff} : \underline{112.00} \text{ mm}$$

donde:

l_y : Longitud efectiva de carga

$$l_y : \underline{112} \text{ mm}$$

χ_F : Coeficiente de reducción de abolladura local frente a cargas concentradas

$$\chi_F : \underline{1.00}$$

El coeficiente de reducción χ_F se obtiene mediante la siguiente expresión:

donde:

$$\bar{\lambda}_F : \underline{0.42}$$

$$F_{cr} : \underline{1231.21} \text{ kN}$$

Para almas sin rigidizadores longitudinales, el coeficiente k_f debe obtenerse a partir de las siguientes disposiciones:

$$k_f : \underline{6.02}$$

La longitud efectiva de carga l_y se debería calcular como se muestra a continuación;

$$m_1 : \underline{19.35}$$

donde:

b_f : Anchura del ala

$$b_f : \underline{120.00} \text{ mm}$$

$$\text{si } \bar{\lambda}_F \leq 0,5$$

$$m_2 : \underline{0.00}$$

l_y se debería obtener como:

siendo $l_y \leq$ la distancia entre rigidizadores transversales adyacentes. (6.10)

$$l_y : \underline{112} \text{ mm}$$

Tracción (Código Estructural, A22 6.2.3)

(1) El valor de cálculo del esfuerzo axial de tracción N_{Ed} en toda sección debe cumplir:

$$0.13 \leq 1 \quad \checkmark$$

donde:

N_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo axial de tracción

$$N_{Ed} : \underline{16.91} \text{ kN}$$

$N_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción

$$N_{t,Rd} : \underline{132.15} \text{ kN}$$

**A:** Área**A :** 505.00 mm²**f_y:** Límite elástico**f_y :** 275.00 N/mm²**γ_{Mo}:** Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales**γ_{Mo} :** 1.05

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))

Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Generalidades (Código Estructural, A26 4.3.2.1(1))

Las soldaduras en ángulo pueden emplearse para unir piezas cuyas caras forman un ángulo comprendido entre 60° e 120°.

Longitud de las soldaduras (Código Estructural, A26 4.5.1(2))

No se considerarán portantes las soldaduras en ángulo con longitud efectiva menor que el mayor de los dos siguientes valores: 30 mm o 6 veces el espesor de garganta.

Espesor eficaz de garganta de la soldadura (Código Estructural, A26 4.5.2(2))

El espesor eficaz de garganta de una soldadura en ángulo no deberá ser menor de 3 mm.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (Código Estructural, A26 4.5.3)**4.5.3.1 Generalidades**

(1) La resistencia de cálculo de un cordón de una soldadura en ángulo deberá determinarse, bien empleando el método direccional descrito en el apartado 4.5.3.2, bien el método simplificado del apartado 4.5.3.3.

4.5.3.2 Método direccional

(6) La resistencia de cálculo del cordón de la soldadura en ángulo será suficiente siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

donde:

σ_⊥: Tensión normal perpendicular a la garganta de la soldadura**τ_⊥:** Tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje de la soldadura**τ_{||}:** Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje de la soldadura**f_u:** Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión**β_w:** Coeficiente de correlación para soldaduras en ángulo**γ_{M2}:** Resistencia de soldaduras**γ_{M2} :** 1.25

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	120	9.8	75.96



Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	196	6.2	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	120	9.8	75.96				
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	3	205	6.2	90.00				
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	5	120	9.8	88.70				
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	4	1000	6.2	90.00				
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	120	9.8	77.27				
<i>a: Espesor de garganta</i> <i>l: Longitud del cordón de soldadura</i> <i>t: Espesor de la pieza</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	20.4	26.1	0.2	49.6	12.86	28.5	9.64	410.0	0.85
Soldadura del alma	30.6	30.6	0.0	61.2	15.85	30.6	10.36	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	2.2	2.8	0.0	5.4	1.39	2.6	0.89	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	28.5	28.5	0.1	57.0	14.76	28.5	9.65	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	23.7	24.2	0.0	48.2	12.49	23.7	8.03	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	1.8	3.2	0.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos

Disposición de los taladros para los tornillos (Código Estructural, 3.5)

Separación mínima y máxima, distancias al borde frontal y al borde lateral.

Disposiciones constructivas							
Distancias	Al borde del elemento		Entre agujeros		Entre tornillos		
	$e_1^{(1)}$	$e_2^{(2)}$	$p_1^{(1)}$	$p_2^{(2)}$	Compresión	Tracción	
						Filas exteriores	Filas interiores
Mínimo	$1.2d_0$	$1.2d_0$	$2.2d_0$	$2.4d_0$	p_1 y p_2	$p_{1,e}$	$p_{1,i}$
Máximo ⁽³⁾	$4 \cdot t + 40 \text{ mm}$		$14 \cdot t$; 200 mm		$14 \cdot t$; 200 mm	$14 \cdot t$; 200 mm	$14 \cdot t$; 200 mm
Notas: ⁽¹⁾ En la dirección del esfuerzo a transmitir ⁽²⁾ En la dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir ⁽³⁾ Se considera el menor valor d_0 : Diámetro del agujero t : Menor espesor de las piezas a unir.							

Resistencia de cálculo de los elementos individuales de unión (Código Estructural, 3.6)**3.6.1 Tornillos**

(5) Los tornillos M12 y M14 pueden emplearse también en taladros con holguras de 2 mm siempre que la resistencia de cálculo del grupo de tornillos, funcionando como pasadores, sea menor o igual que la resistencia de cálculo del grupo de tornillos trabajando a corte.



Además, para las clases de tornillos 4.8, 5.8, 6.8, 8.8 y 10.9 la resistencia de cálculo al cortante $F_{v,Rd}$ deberá tomarse como 0,85 veces el valor dado en la tabla A26.3.3.

(9) La tolerancia del taladro empleado para tornillos calibrados deberá estar de acuerdo con el Capítulo 21 del Código Estructural.

(12) Cuando los tornillos que transmiten cortantes atraviesan un espesor total t_p de más de $1/3$ del diámetro nominal d , véase la figura A26.3.4, la resistencia de cálculo a cortante $F_{v,Rd}$, calculada como se especifica en la tabla A26.3.3, deberá multiplicarse por un coeficiente reductor β_p dado por:

$$\text{pero con } \beta_p \leq 1 \quad (3.3)$$

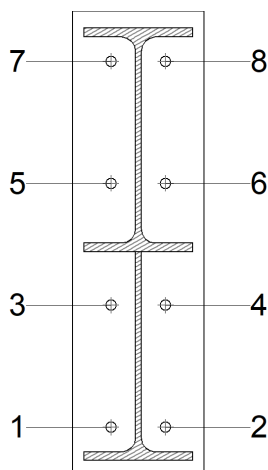
Tabla A26.3.3 Resistencia de cálculo para elementos de unión sujetos a cortante y/o tracción	
Modo de fallo	Tornillo
Resistencia a cortante	- cuando el plano de cortante atraviesa la parte no roscada del tornillo (A es la sección bruta del tornillo): $\alpha_v = 0,6$
Capacidad resistente (aplastamiento)	donde α_b es el menor de o 1,0; en la dirección de transmisión de la carga: - para tornillos exteriores: - para tornillos interiores: en la dirección perpendicular a la transmisión de la carga: - para tornillos exteriores: k_1 es el menor de o 2,5 - para tornillos interiores: k_1 es el menor de o 2,5
Resistencia a tracción	donde $k_2 = 0,63$ para tornillos de cabeza avellanada, en otros casos $k_2 = 0,9$.
Resistencia a punzonamiento	
Combinación de cortante y tracción	

Uniones largas (Código Estructural, A26 3.8)



(1) Cuando la distancia L_j entre los centros de los extremos de los elementos de unión en un empalme, medida en la dirección de la transmisión de la carga (véase la figura A26.3.7), sea mayor que $15 d$, la resistencia de cálculo a cortante $F_{v,Rd}$ de todos los elementos de unión calculada según la tabla A26.3.3 deberá afectarse con un coeficiente reductor β_{Lf} , dado por:

siendo $\beta_{Lf} \leq 1,0$ y $\beta_{Lf} \geq 0,75$.



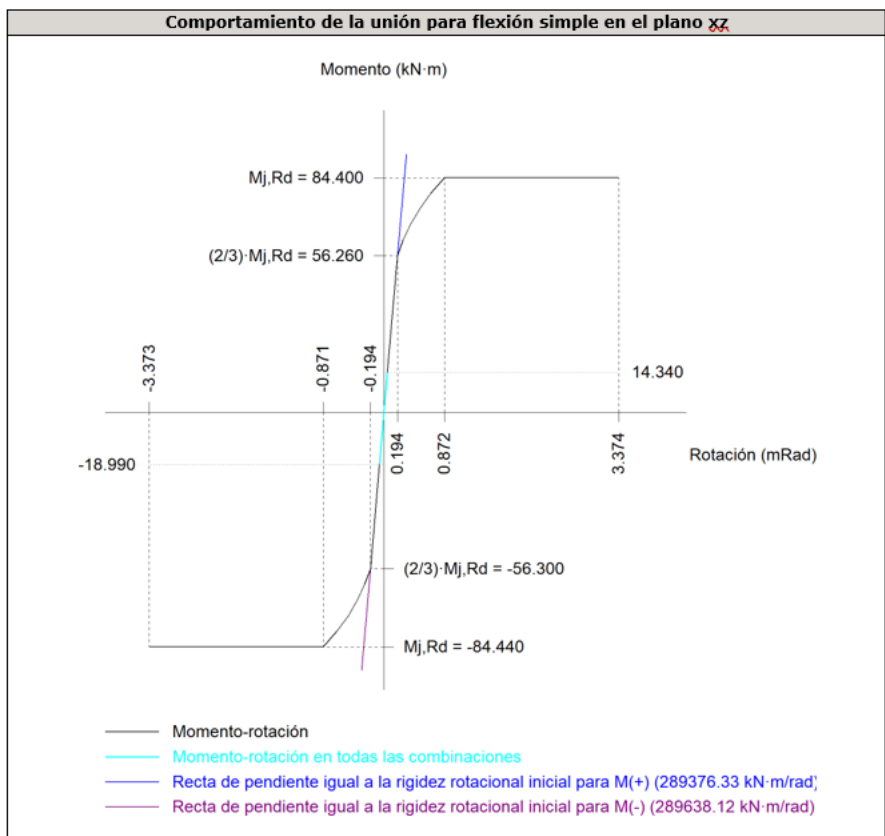
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	135	60	27.0
2	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	135	60	27.0
3	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	135	60	27.0
4	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	135	60	27.0
5	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	135	60	27.0
6	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	135	60	27.0
7	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	135	60	27.0
8	ISO 4014-M12x50-8.8	13.0	--	42	135	60	27.0
--: La comprobación no procede.							

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	0.653	43.429	1.50	Vástago	11.835	48.557	24.37	17.41	24.37
	Aplastamiento	0.653	98.400	0.66	Punzonamiento	11.835	117.563	10.07		
2	Sección transversal	0.653	43.429	1.50	Vástago	11.787	48.557	24.28	17.34	24.28
	Aplastamiento	0.653	98.400	0.66	Punzonamiento	11.787	117.563	10.03		



Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
3	Sección transversal	0.653	43.429	1.50	Vástago	8.656	48.557	17.83	12.73	17.83
	Aplastamiento	0.653	98.400	0.66	Punzonamiento	8.656	117.563	7.36		
4	Sección transversal	0.653	43.429	1.50	Vástago	8.604	48.557	17.72	12.66	17.72
	Aplastamiento	0.653	98.400	0.66	Punzonamiento	8.604	117.563	7.32		
5	Sección transversal	0.653	43.429	1.50	Vástago	9.357	48.557	19.27	13.78	19.27
	Aplastamiento	0.653	98.400	0.66	Punzonamiento	9.357	117.563	7.96		
6	Sección transversal	0.653	43.429	1.50	Vástago	9.404	48.557	19.37	13.85	19.37
	Aplastamiento	0.653	98.400	0.66	Punzonamiento	9.404	117.563	8.00		
7	Sección transversal	2.134	43.429	4.91	Vástago	12.569	48.557	25.88	18.51	25.88
	Aplastamiento	2.134	98.400	2.17	Punzonamiento	12.569	117.563	10.69		
8	Sección transversal	2.134	43.429	4.91	Vástago	12.611	48.557	25.97	18.57	25.97
	Aplastamiento	2.134	98.400	2.17	Punzonamiento	12.611	117.563	10.73		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	28856.77	289376.33
Calculada para momentos negativos	28856.77	289638.12



Relación entre la resistencia del ala del casquillo en T en modo 1 y modo 3 (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

$$1.69 \leq 1.80 \quad \checkmark$$

$$\beta : 1.69$$

donde:

$F_{T,Rd1}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente en modo 1

$$F_{T,Rd1} : 164.56 \text{ kN}$$

$F_{T,Rd3}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente en modo 3

$$F_{T,Rd3} : 97.11 \text{ kN}$$

Momento resistente de las uniones viga-pilar y empalmes (Código Estructural, A26 6.2.7)

El momento de cálculo aplicado $M_{j,Ed}$, deberá cumplir:

$$0.22 \leq 1.0 \quad \checkmark$$

El momento resistente $M_{j,Rd}$ de una unión atornillada viga-pilar con chapa frontal atornillada puede determinarse a partir de:

donde:

$F_{tr,Rd}$: Resistencia de cálculo a tracción eficaz de una fila de tornillos r

h_r : Distancia de la fila de tornillos r al centro de compresión

r : Número de la fila de tornillos

Capacidad de giro (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

$$0.02 \leq 0.67 \quad \checkmark$$

ϕ_{Ed} : Rotación correspondiente al momento solicitante

ϕ_{Ed} : 0.07 mRad

ϕ_{Cd} : Capacidad de rotación de la unión

ϕ_{Cd} : 3.37 mRad

donde:

h : Distancia de la fila al centro de compresiones

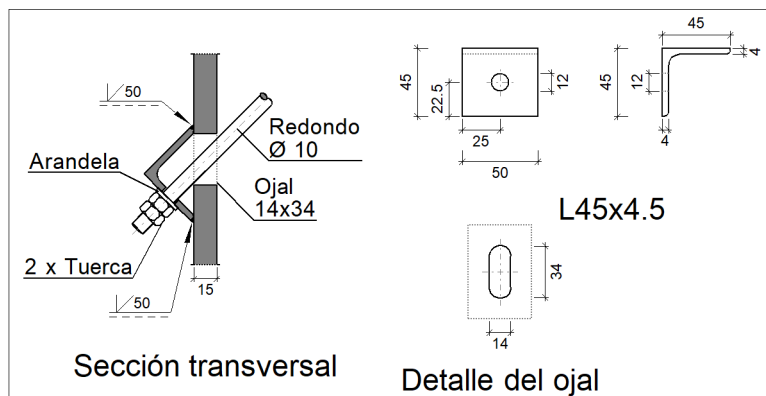
h : 436 mm

β : Relación entre la resistencia de la fila en modo 1 y en modo 3

β : 1.69

8.6.3 Unión cruces y vigas de atado

Tipo 2



Comprobación

1) L45x4.5 (S275 (UNE-EN 10025-2))

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	0.66	20.69	3.20
Flector	--	--	--	18.26

Uniones soldadas

L45x4.5 (S275 (UNE-EN 10025-2))

– Pieza

Cortante (Código Estructural, A22 6.2.6)

(1) El cortante de cálculo V_{Ed} debe cumplir en toda sección:

$$0.03 \leq 1 \quad \checkmark$$

donde $V_{c,Rd}$ es el cortante resistente de cálculo. Para el cálculo plástico de $V_{c,Rd}$ se tomará, el cortante resistente plástico de cálculo $V_{pl,Rd}$.



donde A_v es el área de cortante

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : 0.66 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante.

$$V_{c,Rd} : 20.69 \text{ kN}$$

Momento flector (Código Estructural, A22 6.2.5)

El valor de cálculo del momento flector M_{Ed} debe cumplir en cada sección:

$$0.28 \leq 1 \quad \checkmark$$

El momento flector resistente de cálculo alrededor de un eje principal de la sección se determinará como:

donde:

$M_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a flexión alrededor del eje principal de la sección.

$$M_{c,Rd} : 0.04 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{Ed} : Valor de cálculo del momento flector.

$$M_{Ed} : 0.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Cortante (Código Estructural, A22 6.2.6)

(1) El cortante de cálculo V_{Ed} debe cumplir en toda sección:

$$0.03 \leq 1 \quad \checkmark$$

donde $V_{c,Rd}$ es el cortante resistente de cálculo. Para el cálculo plástico de $V_{c,Rd}$ se tomará, el cortante resistente plástico de cálculo $V_{pl,Rd}$.

donde A_v es el área de cortante

V_{Ed} : Valor de cálculo del esfuerzo cortante.

$$V_{Ed} : 0.66 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante.

$$V_{c,Rd} : 22.98 \text{ kN}$$

Flexión y cortante (Código Estructural, A22 6.2.8)

En presencia de un esfuerzo cortante deberá considerarse su efecto en el momento resistente.

Cuando el cortante sea menor que la mitad de la resistencia a cortante plástica, su efecto en el momento resistente puede despreciarse excepto cuando la abolladura por cortante reduzca la resistencia de la sección, véase el Anejo 25 del Código Estructural.

De lo contrario, el momento resistente reducido deberá tomarse como la resistencia de cálculo de la sección, calculada a partir de la resistencia elástica reducida.

para el área a cortante, donde

y $V_{pl,Rd}$ se obtiene del apartado 6.2.6(2).

$$0.66 \text{ kN} \leq 11.49 \text{ kN}$$

No es necesario reducir el valor de la resistencia de cálculo de la sección a flexión.

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))

Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope (Código Estructural, A26 4.7)

4.7.1 Soldaduras a tope con penetración completa

(1) La resistencia de cálculo de una soldadura a tope con penetración completa deberá tomarse igual a la resistencia de la parte conectada más débil, siempre que la soldadura se ejecute con el material adecuado, de tal manera que todos los elementos tengan un mínimo límite elástico y una resistencia mínima a tracción, no inferiores a las especificadas para el metal base.

Comprobaciones geométricas										
Ref.			Tipo			Preparación de bordes (mm)		l (mm)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza			A tope en bisel simple			4		50		
l: Longitud del cordón de soldadura										
Comprobación de resistencia										
Ref.		Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
		σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza		La comprobación no procede.						410.0	0.85	

8.7 Cálculos de comprobación de las zapatas

A continuación, se presentan las comprobaciones de cálculo correspondientes a las zapatas incluidas en el proyecto. Se adjuntan los resultados obtenidos para los dos tipos de zapatas utilizados en la nave industrial que se muestran en Figura 25.

Antes de proceder con el análisis mediante el software CYPE 3D, es importante señalar que las zapatas han sido dimensionadas de manera que no requieren armadura en su cara superior. Debido a esto, el programa indicará que no se cumple la comprobación en dirección Y, ya que considera nula la resistencia a tracción del hormigón, lo cual puede generar resultados conservadores.

Para verificar la necesidad de disponer armadura en la cara superior, se recurre a la siguiente expresión que permite estimar la resistencia de cálculo del hormigón a tracción:

$$f_{c,td} = \frac{0,21}{\gamma_c} \cdot (f_{c,k})^{2/3}$$

$f_{c,td}$, la resistencia de cálculo del hormigón a tracción (N/mm²).



γ_c , el coeficiente parcial de seguridad del hormigón.

f_{ck} , la resistencia característica del hormigón (N/mm^2)

En este caso con un Hormigón HA-25 resulta:

$$f_{c,td} = \frac{0,21}{1,5} \cdot (25)^{2/3} = 1,20 \text{ N/mm}^2$$

Este valor representa la tensión máxima admisible a tracción en el hormigón. Si la tensión de tracción calculada supera este valor, será necesario disponer armadura en la cara superior de la zapata.

La tensión de tracción se determina a partir de los momentos flectores actuantes, según las siguientes expresiones:

$$\sigma_{ty} = \frac{M_y}{\frac{b \cdot d^2}{6}}$$

$$\sigma_{tx} = \frac{M_x}{\frac{L \cdot d^2}{6}}$$

Siendo:

σ_t , valor de la tensión de tracción (N/mm^2)

M, valor del momento de cálculo (Nmm)

b, anchura de la zapata (mm).

L, longitud de la zapata (mm).

d, canto de la zapata (mm).

Por tanto, si la tensión producida (σ_t) es inferior a $1,35 \text{ N/mm}^2$, no se considera necesario colocar armadura superior en la zapata.



8.7.1 Zapata tipo 1

Referencia: N3		
Dimensiones: 160 x 160 x 90		
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.11772 MPa Calculado: 0.0391419 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.14715 MPa Calculado: 0.0281547 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.14715 MPa Calculado: 0.0798534 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 2.3 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 2848.2 %	Cumple
Flexión en la zapata: <i>Para la primera combinación encontrada que no cumple.</i>		
-En dirección X:	Momento: -12.40 kN·m	No cumple
-En dirección Y:	Momento: -1.20 kN·m	No cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 15.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 35 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.0012	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: -Parrilla inferior: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple



Referencia: N3		
Dimensiones: 160 x 160 x 90		
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Avisos:		
- Puede ser conveniente colocar unos mínimos mecánicos de armadura superior, ya que existen momentos negativos en la zapata.		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección X): 0.140000		
- Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección Y): 0.150000		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN		

$$\sigma_{tx} = \frac{M_x}{\frac{L \cdot d^2}{6}} = \frac{12,4 \cdot 10^6}{\frac{1600 \cdot 900^2}{6}} = 0,057 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ty} = \frac{M_y}{\frac{b \cdot d^2}{6}} = \frac{1,2 \cdot 10^6}{\frac{1600 \cdot 900^2}{6}} = 0,0056 \text{ N/mm}^2$$

Puesto que σ_{tx} (0,057 N/mm²) y σ_{ty} (0,0056 N/mm²) son inferiores a $f_{ct,d}$ (1,20 N/mm²) no es necesario colocar armadura en la cara superior.



8.7.2 Zapata tipo 4 (segundo pórtico)

Referencia: N8		
Dimensiones: 230 x 280 x 90		
Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø16c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.11772 MPa Calculado: 0.0336483 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.14715 MPa Calculado: 0.0466956 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.14715 MPa Calculado: 0.0670023 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 21973.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 9.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
<i>Para la primera combinación encontrada que no cumple.</i>		
- En dirección X:	Momento: -14.19 kN·m	No cumple
- En dirección Y:	Momento: -52.08 kN·m	No cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 5.89 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 55.92 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 67.5 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N8:	Mínimo: 35 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.00123 Calculado: 0.00125	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>		
Separación máxima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
	Máximo: 30 cm	



Referencia: N8		
Dimensiones: 230 x 280 x 90		
Armados: Xi:Ø20c/28 Yi:Ø16c/17		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Avisos:		
- Puede ser conveniente colocar unos mínimos mecánicos de armadura superior, ya que existen momentos negativos en la zapata.		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido - Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección X): -0.160000 - Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección Y): 0.170000 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 747.82 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 614.30 kN		

$$\sigma_{tx} = \frac{M_x}{\frac{L \cdot d^2}{6}} = \frac{14,19 \cdot 10^6}{\frac{2800 \cdot 900^2}{6}} = 0,037 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ty} = \frac{M_y}{\frac{b \cdot d^2}{6}} = \frac{52,08 \cdot 10^6}{\frac{2300 \cdot 900^2}{6}} = 0,17 \text{ N/mm}^2$$

Puesto que σ_{tx} (0,037 N/mm²) y σ_{ty} (0,17 N/mm²) son inferiores a $f_{ct,d}$ (1,20 N/mm²) no es necesario colocar armadura en la cara superior.



8.7.3 Zapata tipo 15

Referencia: N45		
Dimensiones: 150 x 200 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.11772 MPa Calculado: 0.0384552 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.14715 MPa Calculado: 0.0301167 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.14715 MPa Calculado: 0.040221 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 598.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 4604.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
<i>Para la primera combinación encontrada que no cumple.</i>		
- En dirección X:	Momento: -7.66 kN·m	No cumple
- En dirección Y:	Momento: -9.82 kN·m	No cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.26 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 85.3 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N45:	Mínimo: 30 cm Calculado: 83 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>		
Separación máxima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 16 cm	Cumple



Referencia: N45		
Dimensiones: 150 x 200 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Avisos:		
- Puede ser conveniente colocar unos mínimos mecánicos de armadura superior, ya que existen momentos negativos en la zapata.		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección X): 0.090000		
- Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección Y): -0.080000		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 401.72 kN		

$$\sigma_{tx} = \frac{M_x}{\frac{L \cdot d^2}{6}} = \frac{7,66 \cdot 10^6}{\frac{2000 \cdot 900^2}{6}} = 0,028 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ty} = \frac{M_y}{\frac{b \cdot d^2}{6}} = \frac{9,82 \cdot 10^6}{\frac{1500 \cdot 900^2}{6}} = 0,048 \text{ N/mm}^2$$

Puesto que σ_{tx} (0,028 N/mm²) y σ_{ty} (0,048 N/mm²) son inferiores a $f_{ct,d}$ (1,20 N/mm²) no es necesario colocar armadura en la cara superior.



8.8 Vigas de atado o zunchos

Referencia: C.1.1 [N3-N8] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		



ANEJO VII: EVALUACIÓN ECONÓMICO- FINANCIERA



Índice

1	INTRODUCCIÓN	1
2	CONSIDERACIONES PREVIAS AL ANÁLISIS.....	1
3	INVERSIÓN	2
3.1	Renovación e inversión.....	3
4	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE PAGOS Y COBROS	4
4.1	Pagos ordinarios	4
4.1.1	Mano de obra.....	4
4.1.2	Materias primas	5
4.1.3	Materias primas auxiliares	5
4.1.4	Gasóleo C	7
4.1.5	Consumo energético.....	7
4.1.6	Consumo de agua.....	8
4.1.7	Distribución y logística	9
4.1.8	Resumen pagos ordinarios	9
4.2	Cobros ordinarios	10
4.3	Pagos y Cobros extraordinarios.....	11
4.3.1	Cobros extraordinarios.....	11
4.3.2	Pagos extraordinarios.....	12
5	EVALUACIÓN FINANCIERA.....	12
5.1	Hipótesis de la evaluación	13
5.1.1	Evaluación con financiación propia.....	14
5.1.2	Evaluación con financiación ajena	16
5.1.3	Conclusión.....	19
6	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	19
6.1	Hipótesis 1: Reducción de los cobros ordinarios hasta el 70%.....	19
6.2	Hipótesis 2: Incremento del 15% en el precio de la leche	21



6.3	Hipótesis 3: Disminución del 15% en el precio de venta del producto terminado	22
6.4	Conclusión	23

Índice de tablas

Tabla 1	Presupuesto de ejecución por contrata de las obras e instalaciones.	2
Tabla 2	Renovación industrial	4
Tabla 3	Pagos ordinarios de los trabajadores.	4
Tabla 4	Pagos ordinarios de las materias primas.	5
Tabla 5	Consumo eléctrico de la maquinaria.	7
Tabla 6	Resumen pago ordinario consumo eléctrico	7
Tabla 7	Resumen consumo de agua.	8
Tabla 8	Resumen de los pagos ordinarios.	9
Tabla 9	Flujo de caja con financiación propia.	14
Tabla 10	VAN Y TIR con financiación propia.....	15
Tabla 11	Payback financiación propia.	15
Tabla 12	Flujo de caja con financiación ajena.....	17
Tabla 13	VAN Y TIR con financiación ajena.	18
Tabla 14	Payback financiación ajena	18
Tabla 15	Flujos de caja Hipótesis 1.	20
Tabla 16	VAN y TIR Hipótesis 1.....	21
Tabla 17	Flujos de caja Hipótesis 2.	21
Tabla 18	VAN y TIR Hipótesis 2.....	22
Tabla 19	Flujos de caja Hipótesis 3	22
Tabla 20	VAN y TIR Hipótesis 3.....	23



1 INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se lleva a cabo una evaluación financiera de la inversión que realizará el promotor para la ejecución de la quesería artesanal, con el objetivo de analizar la viabilidad del proyecto.

Para ello, se debe demostrar que la suma de los flujos de caja generados durante la vida útil del proyecto es superior a la inversión inicial comprometida.

Asimismo, se evaluarán tanto los cobros y pagos ordinarios como los extraordinarios, considerando los flujos de caja, la inversión inicial y los principales indicadores financieros.

2 CONSIDERACIONES PREVIAS AL ANÁLISIS

Para la evaluación financiera del proyecto se han considerado los siguientes aspectos iniciales:

- La inversión se realiza en el año 0.
- La vida útil del proyecto se estima en 30 años.
- A partir del año 1, la explotación operará a plena capacidad.
- Los cobros incluyen todos los ingresos y efectos positivos, mientras que los pagos comprenden todos los egresos y recursos consumidos. Ambos se contabilizarán al cierre de cada año.
- El coste de oportunidad del promotor, entendido como la rentabilidad que podría obtener mediante inversiones alternativas, se establece mediante una tasa de actualización del 3% para este proyecto.
- No se considerará el efecto de la inflación, por lo que los cobros y pagos se mantendrán constantes a lo largo del tiempo y se expresarán en términos reales.
- Los indicadores económicos utilizados para evaluar la inversión serán el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y Pay-back.
- No se considerará la adquisición de la nave.



Cabe señalar que en el primer año la producción disponible para la venta será inferior a la del resto de los años, debido a los periodos de maduración requeridos para los quesos. Durante ese primer año, saldrán de maduración y estarán disponibles para su comercialización 86 lotes de quesos de 1,5 kg, 86 lotes de quesos de 5 kg y 25 lotes de quesos de 10 kg.

A partir del segundo año y durante el resto de la vida útil del proyecto, se alcanzará el ritmo de producción estimado, con una disponibilidad anual de 104 lotes de quesos de 1,5 kg, 104 lotes de quesos de 5 kg y 52 lotes de quesos de 10 kg.

Se recuerda que 1 lote equivale a 120 kg de queso.

3 INVERSIÓN

La inversión necesaria para la implementación de la industria estudiada se detalla en el Documento IV – Presupuesto. En dicho documento se analiza el presupuesto de ejecución por administración, el cual incluye la suma del presupuesto de ejecución por contrata (PEC) y el importe correspondiente al IVA.

No obstante, en el presente anejo, la inversión se evalúa sin considerar el importe del IVA.

Tabla 1 Presupuesto de ejecución por contrata de las obras e instalaciones.

Concepto	Importe (€)
PEC	402.615,82
Movimiento de tierras	2.201,71
Urbanización	37.659,00
Cimentación	15.915,62
Estructura	43.692,03
Solado, cerramientos, cubiertas, albañilería y carpintería	167.033,57
Instalación electricidad, abastecimiento agua y saneamiento	7.167,28
Instalación vapor saturado	24.528,28
Instalación de frío	16.234,96
Maquinaria	88.183,37
INVERSIÓN	402.615,82

-Honorarios del proyectista:

Se establece que los honorarios del proyectista corresponden al 3% del PEC sin IVA.

Resultando:



$$402.615,82 \cdot 0,03 = 12.078,4746\text{€}$$

-Gastos generales: 13% del PEC sin IVA:

$$402.615,82 \cdot 0,13 = 52.340 \text{ €}$$

-Beneficio industrial: 6% del PEC sin IVA:

$$402.615,82 \cdot 0,06 = 24.156,9492 \text{ €}$$

-Licencia de obras: Se estima que la licencia de obras corresponde al 2% del PEC sin IVA:

$$402.615,82 \cdot 0,02 = 8.052,3164 \text{ €}$$

-Coste del mobiliario: Se establece un 10% del PEC sin IVA:

$$402.615,82 \cdot 0,1 = 40.261,528 \text{ €}$$

Por tanto, la inversión inicial del proyecto asciende a 539.505,09 €.

3.1 Renovación e inversión

La vida útil del proyecto se define como el período durante el cual la inversión permanecerá operativa y generará rendimientos positivos, de acuerdo con las previsiones del inversor. En este caso, el promotor ha establecido una vida útil de 30 años, basada en sus estimaciones.

En cuanto a los activos, la vida útil de la maquinaria y los equipos es inferior a la del proyecto, estimándose en 15 años. Se contempla un valor residual del 10 % de su valor inicial, lo que implica la necesidad de su renovación durante el transcurso del proyecto.

Antes de justificar dicha renovación, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- En el análisis de renovación no se incluirán la nave industrial, las edificaciones, la instalación eléctrica ni el sistema de saneamiento.
- Sí se contemplarán la maquinaria y el mobiliario.

Para el cálculo de la renovación de estos elementos, se asumirá un valor residual del 10 % para la maquinaria y del 6 % para el mobiliario, debido a que este último presenta un mayor grado de desgaste, obsolescencia y una vida útil inferior, estimada en 15 años.



Tabla 2 Renovación industrial

Inmovilizado	Importe (€)	Vida útil	Valor desecho	Año reposición	Valor residual
Maquinaria	88.183,37	15 años	10 %	15	8.818,337
Mobiliario	40.261,58	15 años	6 %	15	2.415,69

4 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE PAGOS Y COBROS

4.1 Pagos ordinarios

Aquellos que deben realizarse para el correcto funcionamiento de la industria, los cuales empiezan a contabilizarse a partir del primer año. A continuación, se exponen los pagos ordinarios a realizar a lo largo de la vida útil del proyecto.

4.1.1 Mano de obra

El número de trabajadores se determina conforme al anexo de ingeniería del proceso. A continuación, la Tabla 3 presenta el importe total de la mano de obra en la industria. Las contribuciones a la Seguridad Social se calculan según la normativa general de España vigente en 2025, establecida por el Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones. En este sentido, se estima que la aportación del empleador asciende aproximadamente al 30% de la base de cotización, cubriendo contingencias comunes, desempleo y formación. Asimismo, la deducción aproximada para los empleados se sitúa en torno al 6.4% del salario bruto. Estos porcentajes son valores promedio que pueden variar según bonificaciones o topes legales, por lo que se recomienda verificar con un asesor laboral para mayor precisión.

Tabla 3 Pagos ordinarios de los trabajadores.

Puesto de trabajo	Salario mensual	Seguridad Social (30%)	Deducción (6,4%)	Total (€/año)
Maestro quesero	2.800 €	630 €	-134,4 €	39.547
Equipo 3 trabajadores	4.800 €	1440 €	-307,2 €	71.193
Encargado administración comercial	1200 €	360 €	-76,8 €	17798
Técnico laboratorio	600 €	180 €	-38,4 €	8899,2
TOTAL				137.437,2



4.1.2 Materias primas

A continuación, en la Tabla 4 se muestra los pagos ordinarios correspondientes a las materias primas. Donde las cantidades se justifican en el anejo de ingeniería del proceso.

Tabla 4 Pagos ordinarios de las materias primas.

	Anual	Precio	Importe anual
Leche	290.727 l	0,46 €/l	133.734,42 €
Cuajo	83,72 l	18 €/l	1.507 €
Lisozima	0,71 l	38 €/l	27 €
Cultivo	2,93 kg	0,35 €/g	1.025,5 €
CaCl ₂	58,76 kg	4,5 €/kg	264,42 €
Pimiento	468 kg	2,5 €/kg	1.170 €
Polvo de roble	23,92 kg	5 €/kg	120 €
Cera	936 kg	9 €/kg	8.424 €
Salmuera			
CaCl ₂	1,1 kg	4,5 €/kg	4,95 €
Acetato sódico	3,85 kg	12 €/kg	46,2 €
Sal	1.653,52 kg	0,12 €/kg	198 €
Ácido acético	644,64 g	1 €/kg	0,64 €
TOTAL			146.522,5 €

4.1.3 Materias primas auxiliares

A partir del dimensionamiento del almacén de expedición de producto final, se determina que se requieren 20 cajas de cartón semanales, con un costo unitario de 0,40 €. Por lo tanto, el costo anual correspondiente es:

-Cajas de cartón:

$$0,4 \cdot 20 \cdot 52 = 416 \text{ €/año}$$

Además, se consideran otros costos asociados a materias primas auxiliares:



-Productos de limpieza: estimados en 700 €/año.

-Etiquetas: Con un costo de 0,10 € por unidad. En plena capacidad de producción, se estima una fabricación anual de 11.440 quesos (104 lotes de quesos de 1,5 y 5 kg, y 52 lotes de quesos de 10 kg), lo que representa un gasto de:

$$0,1 \cdot 11.440 = 1.144 \text{ €/año.}$$

En consecuencia, el costo total anual de materias primas auxiliares a partir del segundo año (con producción plena) es:

$$416 \text{ (cajas)} + 700 \text{ (limpieza)} + 1.144 \text{ (etiquetas)} = 2.260 \text{ €/año}$$

Consideraciones para el Año 1

En el primer año, la producción de quesos es menor debido al tiempo requerido para su maduración (2 o 6 meses). Según lo detallado en el anejo del proceso productivo, la producción durante este año es:

86 lotes de quesos de 1,5 kg (80 quesos por lote)

86 lotes de quesos de 5 kg (25 quesos por lote)

25 lotes de quesos de 10 kg (12 quesos por lote)

Lo que equivale a una producción de 9.330 quesos.

-Entonces el coste de etiquetas es:

$$0,1 \cdot 9.330 = 933 \text{ €/año.}$$

Adicionalmente, en el primer año se incurre en gastos iniciales por la compra de moldes y paños queseros:

-100 moldes para Gouda:

$$100 \cdot 20 = 2.000 \text{ €/año.}$$

-100 paños queseros:

$$100 \cdot 12 = 1.200 \text{ €/año.}$$

-Total año 1:



$$1.200 (\text{paños}) + 2.000 (\text{moldes}) + 933 (\text{etiquetas}) + 416 (\text{cajas}) \\ + 700 (\text{limpieza}) = 5.249 \text{ €/año.}$$

4.1.4 Gasóleo C

El consumo de gasóleo-C es de 43,95 l/día. Con un funcionamiento de 5 días semanales, el consumo anual es:

$$43,95 \cdot 5 \cdot 52 = 11.427 \text{ l/año.}$$

Con un cote de 0,87 €/l el coste total por años es:

$$11427 \cdot 0,87 = 9.941,49 \text{ €}$$

4.1.5 Consumo energético

Estimándose de manera aproximada en función del consumo eléctrico de la maquinaria y las necesidades de alumbrado de la industria.

Tabla 5 Consumo eléctrico de la maquinaria.

Máquina	Uds	Potencia (kW)	Funcionamiento (h/año)	Consumo (kWh/año)
Tanque almacenamiento	1	3	4.368	13.104
I. calor (principal)	3	2,5	130	975
I. calor (salmuera)	1	0,3	364	109,2
B. Centrifuga higiénica	4	0,45	130	234
B. Centrifuga estampada	3	0,35	130	137
Cuba quesera	1	1,5	520	780
Baño maría encerado	1	2,6	200	520
TOTAL				15.859,2

En cuanto al consumo energético asociado a la instalación de alumbrado, se ha realizado una estimación basada en cálculos correspondientes a queserías de tamaño similar. Como resultado, se estima un consumo anual de 2.615 kWh.

Considerando una tarifa eléctrica de 0,20 €/kWh, el costo anual por consumo eléctrico se detalla a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 6 Resumen pago ordinario consumo eléctrico

	Potencia (kWh/año)	Tarifa (€/kWh)	Importe (€/año)
Maquinaria	15.859,2	0,2	3.171,84
Alumbrado	2.615	0,2	523
TOTAL			3.694,84



4.1.6 Consumo de agua

Además del consumo de agua en el proceso productivo ($75,2 \text{ m}^3$ en proceso principal y $0,83 \text{ m}^3$ anuales en salmuera), se debe de tener en cuenta el consumo de agua para la limpieza de salas y maquinaria a lo largo del funcionamiento de la quesería. También se debe de tener en cuenta el consumo de agua por el personal.

El consumo de agua para lavado se estima de 1200 litros por día considerando los pasos principales de limpieza. Para los moldes, se incluye un enjuague inicial, una limpieza con detergente alcalino, un enjuague adicional y un tratamiento con detergente ácido, lo que suma unos 250 litros diarios. Las mangueras requieren un pre-enjuague, una limpieza con detergente alcalino, un enjuague final y, opcionalmente, una desinfección, totalizando alrededor de 300 litros por día. Las máquinas, paredes y suelos implican un prelavado, un lavado manual y un enjuague, aportando unos 600 litros diarios. Por último, la prensa necesita un enjuague, una limpieza con detergente y un lavado periódico, contribuyendo con unos 82 litros diarios. Sumando estos valores se obtiene un total redondeado a 1200 litros por día.

Tabla 7 Resumen consumo de agua.

Uso	Consumo ($\text{m}^3/\text{año}$)
Agua de proceso	76,03
Agua de personal	98
Agua de limpieza	312
TOTAL	486,03

Conociendo el agua consumida total y por uso se procede a calcular su coste. En Calahorra, para su uso industrial la cuota fija industrial es de 22,07 €/trimestre y una tarifa variable según los tramos de consumo de:

-0–15 m^3 : 0,48 €/m³

-16–30 m^3 : 1,59 €/m³

-31–45 m^3 : 2,08 €/m³

-46–75 m^3 : 2,14 €/m³

-Más de 75 m^3 : 2,42 €/m³



Además, se aplica un canon de saneamiento de 0,2886 €/m³ para cubrir el tratamiento y vertido de aguas residuales.

Siendo el costo total:

$$22,07 \cdot 4 + (15 \cdot 0,48 + 15 \cdot 1,59 + 15 \cdot 2,08 + 30 \cdot 2,14 + 411,03 \cdot 2,42) \\ + 486,03 \cdot 0,2886 = 1.349,69 \text{ €/año.}$$

4.1.7 Distribución y logística

Se cuenta con una empresa logística externa para distribuir el producto a los diferentes puntos de venta. Donde se estima un coste de 0,03 €/kg.

En el año 1 donde se producen 23.640 kg el costo es:

$$23.640 \cdot 0,03 = 709,2 \text{ €}$$

A partir del año 2, con una producción de 31.200 kg el costo es:

$$31.200 \cdot 0,03 = 936 \text{ €}$$

4.1.8 Resumen pagos ordinarios

A continuación, se presenta un resumen de todos los pagos ordinarios asociados al funcionamiento de la industria. Este resumen incluye, además, los gastos estimados en marketing y seguros, los cuales han sido calculados de forma aproximada en función de la naturaleza y necesidades del proyecto.

También se incluye el Impuesto de bienes inmuebles, que su costo anual es el siguiente:

$$\text{IBI} = 58.000 \cdot 0,59\% = 342,2 \text{ €}$$

Cabe destacar que el gasto en marketing durante el primer año es mayor en comparación con los años posteriores, ya que esta inversión tiene como objetivo dar a conocer la nueva quesería, captar clientes y generar visibilidad comercial durante la etapa de lanzamiento.

Tabla 8 Resumen de los pagos ordinarios.

Pago ordinario	Importe anual (€/año)	% Pagos anuales
Mano de obra	137.437,2	42,58
Materias primas	146.522	45,39
Materias primas auxiliares	5.249 (año1) /2.260	1,63
Gasóleo-C	9.941,49	3,08
Consumo energético	15.859,2	4,91



Pago ordinario	Importe anual (€/año)	% Pagos anuales
Agua	1.349,69	0,42
Distribución y logística	709,2 (año1) / 936	0,22
IBI	342,2	0,11
Seguros	3.400	1,05
Marketing	2.000 (año1) / 1.000	0,62
TOTAL	Año 1	322.809,09 €/año
	Año 2-30	319.046,89 €/año

4.2 Cobros ordinarios

Los cobros ordinarios son aquellos generados por las ventas de los productos generados en la industria. Los precios de venta de los quesos Gouda ahumados con pimienta picante en formatos de 1,5 kg, 5 kg y 10 kg se han establecido considerando factores como el formato, maduración, características especiales y posicionamiento en el mercado.

-Formato y manipulación:

Los quesos enteros requieren menos procesamiento que lonchas o cuñas, lo que permite un precio por kilogramo más accesible. El formato pequeño (1,5 kg) se orienta a consumidores finales, mientras que los formatos mayores se destinan a hostelería, tiendas especializadas y supermercados.

-Maduración:

La maduración de 6 meses en el queso de 10 kg aporta mayor complejidad y justifica un precio más alto respecto a los quesos con 2 meses de maduración.

-Características especiales:

El ahumado y el pimienta picante añaden valor sensorial, posicionando el producto en un segmento premium, pero con precios competitivos frente a productos similares en supermercados.

-Precio más bajo en el queso de 5 kg:

Se aplica un precio por kilogramo menor en el formato de 5 kg para fomentar ventas en volumen, aprovechando economías de escala y adaptándose a clientes profesionales.

-Precios estimados:



Queso de 1,5 kg (2 meses maduración): 24 € por unidad (16 €/kg).

Queso de 5 kg (2 meses maduración): 65 € por unidad (13 €/kg).

Queso de 10 kg (6 meses maduración): 160 € por unidad (16 €/kg).

Además, se ha considerado una reducción del 15% sobre el volumen total de producción destinada a la venta, con el fin de contemplar las pérdidas inevitables de producto que pueden ocurrir durante el proceso productivo y de comercialización. Estas pérdidas incluyen mermas por deterioro, roturas, productos no vendidos o desechados, y otros factores inherentes a la manipulación y almacenamiento de quesos artesanales.

Por tanto, el importe de los cobros ordinarios se muestra a continuación:

-Año 1:

Se producen 6.880 quesos de 1,5 kg, 2064 quesos de 5 kg y 300 quesos de 10 kg. Por lo tanto, el importe es:

$$(6.880 \cdot 24 + 2.064 \cdot 65 + 300 \cdot 160) \cdot 0,85 = 295.188 \text{ €/año}$$

-Años 2-30:

Se producen 8.320 quesos de 1,5 kg, 2.496 quesos de 5 kg y 624 quesos de 10 kg. Por lo tanto, el importe es:

$$(8320 \cdot 24 + 2.496 \cdot 65 + 624 \cdot 160) \cdot 0,85 = 392.496 \text{ €/año}$$

4.3 Pagos y Cobros extraordinarios

Tal como se describe al inicio de este anejo, en el apartado de renovación e inversión, los pagos y cobros de carácter extraordinario se refieren a la sustitución de maquinaria y mobiliario a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Además, también se incluye en el año 30 el cobro extraordinario por el valor residual de las obras e instalaciones, que se estima en un 25%.

4.3.1 Cobros extraordinarios

-Maquinaria (10% valor inicial):

$$88.183,37 \cdot 0,1 = 8.818,337 \text{ €}$$

-Mobiliario (6% valor inicial):



$$40.261,5 \cdot 0,06 = 2.415,69 \text{ €}$$

$$\text{Cobro extraordinario total año 15} = 8.818,337 + 2.415,69 = 11.234,027 \text{ €}$$

-Obras e instalaciones (25% valor residual):

$$314.432,45 \cdot 0,25 = 78.608,11 \text{ €}$$

4.3.2 Pagos extraordinarios

Se realiza la reinversión completa en maquinaria y mobiliario, manteniendo los valores iniciales:

$$\text{Maquinaria} = 88.183,37 \text{ €}.$$

$$\text{Mobiliario} = 40.261,4 \text{ €}.$$

$$\text{Pago extraordinario total} = 88.183,37 + 40.261,4 = 128.444,67 \text{ €}$$

5 EVALUACIÓN FINANCIERA

Una vez identificados, cuantificados y valorados los cobros y pagos que se generan en el proyecto, se determinan los flujos de estos a lo largo de la vida útil del proyecto.

Estos son los indicadores económicos que se van a utilizar:

-El Valor Actual Neto (VAN), también conocido como Plusvalía o Valor Capital de la inversión, representa la diferencia entre el valor presente de los flujos de caja que genera una inversión y el desembolso inicial realizado por el inversor. En otras palabras, el VAN indica la ganancia neta que un proyecto aporta al inversor tras recuperar la inversión inicial. Matemáticamente, el VAN se calcula como:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+r)^j} - K$$

Donde:

-K: Desembolso inicial

-n: número de años

-R: flujo de caja anual originario por la inversión



-r: tipo de actualización (3%)

El VAN es una herramienta fundamental para evaluar la rentabilidad y viabilidad financiera de proyectos de inversión. Su interpretación es la siguiente:

Si el VAN es positivo, el proyecto genera una ganancia neta sobre la inversión y suele considerarse viable.

Si el VAN es cero, el proyecto recupera exactamente la inversión y el coste del capital.

Si el VAN es negativo, el proyecto no es rentable bajo las condiciones consideradas.

-La Tasa Interna de Retorno (TIR) indica la rentabilidad que ofrece la inversión, expresada como el porcentaje de beneficios o pérdidas que conllevará.

$$K = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1 + \lambda)^j}$$

Este valor “ λ ” se conoce como Tasa Interna de Rendimiento y tiene la propiedad de llevar el VAN igual a cero. Una inversión es viable si el TIR excede al tipo de interés al cual el inversor puede conseguir recursos financieros.

-Se entiende por Plazo de Recuperación de una inversión (también llamado Pay-Back), el número de años que transcurre desde el inicio del proyecto hasta que la suma de los cobros actualizados se hace exactamente igual a la de los pagos actualizados. Un proyecto es viable si su vida útil es mayor al Pay-Back.

5.1 Hipótesis de la evaluación

Para la evaluación de la rentabilidad del proyecto se tendrán en cuenta dos formas de financiación:

Financiación con fondos propios: Donde el promotor se hace cargo de todos los pagos de la inversión.

Financiación ajena: En fase de que el promotor solicite un préstamo bancario.



5.1.1 Evaluación con financiación propia

Como se aprecia a continuación en los flujos de caja, la financiación propia se abona en su totalidad en el primer año. No se añaden más pagos extraordinarios en los años sucesivos salvo en la renovación industrial.

Tabla 9 Flujo de caja con financiación propia.

Año	Cobros ordinarios (€)	Cobros extraordinarios (€)	Pagos ordinarios (€)	Pagos extraordinarios (€)	Inversión (€)	Flujo de caja (€)
0					511.322,09	-539.505,09
1	295.188		322.809,09			-27.621,09
2	392.496		319.046,89			73.449,11
3	392.496		319.046,89			73.449,11
4	392.496		319.046,89			73.449,11
5	392.496		319.046,89			73.449,11
6	392.496		319.046,89			73.449,11
7	392.496		319.046,89			73.449,11
8	392.496		319.046,89			73.449,11
9	392.496		319.046,89			73.449,11
10	392.496		319.046,89			73.449,11
11	392.496		319.046,89			73.449,11
12	392.496		319.046,89			73.449,11
13	392.496		319.046,89			73.449,11
14	392.496		319.046,89			73.449,11
15	392.496	11.234,03	319.046,89	128.444,67		-43.761,53
16	392.496		319.046,89			73.449,11
17	392.496		319.046,89			73.449,11
18	392.496		319.046,89			73.449,11
19	392.496		319.046,89			73.449,11
20	392.496		319.046,89			73.449,11
21	392.496		319.046,89			73.449,11
22	392.496		319.046,89			73.449,11
23	392.496		319.046,89			73.449,11
24	392.496		319.046,89			73.449,11
25	392.496		319.046,89			73.449,11
26	392.496		319.046,89			73.449,11
27	392.496		319.046,89			73.449,11
28	392.496		319.046,89			73.449,11



29	392.496		319.046,89			73.449,11
30	392.496	78.608,11	319.046,89			152.057,22

Ya definidos los flujos de caja, se puede determinar su rentabilidad mediante los indicadores definidos previamente:

Tabla 10 VAN Y TIR con financiación propia.

VAN	TIR
759.155,92 €	10,73 %

Para su cálculo, se ha utilizado el programa Excel mediante los datos de la Tabla 9 y conociendo como se ha dicho previamente para el VAN un tipo de actualización del 3%.

Con un VAN de 759.155,92 €, considerando una vida útil de 30 años y una tasa de descuento del 3%. Este valor positivo indica que el proyecto no solo recupera el capital invertido, sino que además genera un excedente económico, lo que lo convierte en una inversión rentable.

Asimismo, se ha calculado una TIR del 10,73 %, lo que refuerza la solidez del proyecto. Dado que la TIR supera ampliamente la tasa de descuento empleada (10,73% frente al 3%), se concluye que el rendimiento del proyecto es muy superior al coste de oportunidad del capital.

A continuación, se muestra en la Tabla 11 los flujos de caja acumulados. Viendo que deben pasar 9 años para recuperar la inversión.

Tabla 11 Pay-back financiación propia.

Año	Flujo de caja (€)	Flujo de caja acumulado (€)
0	-539.505,09	-539.505,09
1	-27.621,09	-567.126,18
2	73.449,11	-493.677,07
3	73.449,11	-420.227,96
4	73.449,11	-346.778,85
5	73.449,11	-273.329,74
6	73.449,11	-199.880,63



Año	Flujo de caja (€)	Flujo de caja acumulado (€)
7	73.449,11	-126.431,52
8	73.449,11	-52.982,41
9	73.449,11	20.466,70

Donde más concretamente:

$$9 + \frac{52.982,41}{73.449,11} = 9,72 \text{ años} = 9 \text{ años y 8 meses hasta recuperar la inversión.}$$

5.1.2 Evaluación con financiación ajena

En esta hipótesis, a diferencia de la anterior, el promotor no asume el 100 % del coste de la inversión inicial con fondos propios. En su lugar, se contempla la contratación de un crédito que financie el 60 % del total de la inversión, lo cual permite disponer del capital necesario en el año 0.

Como consecuencia, en el cálculo del flujo de caja del proyecto se incorporan pagos extraordinarios asociados al préstamo, concretamente las cuotas anuales anualidades) derivados de la financiación solicitada.

El préstamo que se obtiene es el siguiente: $0,6 \cdot 539.505,09 = 323.703,05 \text{ €}$

La anualidad se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Anualidad} = \frac{C \cdot (1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1}$$

Donde:

-C (Préstamo realizado) = 323.703,05 €

-i (Tasa de interés aplicado anualmente) = 4 %

-n (Periodo de amortización) = 10 años

Entonces, la anualidad correspondiente como pago extraordinario en el flujo de caja es:

$$\text{Anualidad} = \frac{323.703,05 \cdot (1,04)^{10} \cdot 0,04}{(1,04)^{10} - 1} = 39.923,38 \text{ €}$$

A continuación, se muestra el flujo de caja debido a la financiación externa. Donde los primeros 10 años se realiza el pago extraordinario correspondiente a la anualidad



Tabla 12 Flujo de caja con financiación ajena

Año	Cobros ordinarios (€)	Cobros extraordinarios (€)	Pagos ordinarios (€)	Pagos extraordinarios (€)	Inversión (€)	Flujo de caja (€)
0					511.322,09	-511.322,09
1	295.188		322.809,09	39.923,37		-67.544,46
2	392.496		319.046,89	39.923,37		33.525,74
3	392.496		319.046,89	39.923,37		33.525,74
4	392.496		319.046,89	39.923,37		33.525,74
5	392.496		319.046,89	39.923,37		33.525,74
6	392.496		319.046,89	39.923,37		33.525,74
7	392.496		319.046,89	39.923,37		33.525,74
8	392.496		319.046,89	39.923,37		33.525,74
9	392.496		319.046,89	39.923,37		33.525,74
10	392.496		319.046,89	39.923,37		33.525,74
11	392.496		319.046,89			73.449,11
12	392.496		319.046,89			73.449,11
13	392.496		319.046,89			73.449,11
14	392.496		319.046,89			73.449,11
15	392.496	11.234,03	319.046,89	128.444,67		-43.761,53
16	392.496		319.046,89			73.449,11
17	392.496		319.046,89			73.449,11
18	392.496		319.046,89			73.449,11
19	392.496		319.046,89			73.449,11
20	392.496		319.046,89			73.449,11
21	392.496		319.046,89			73.449,11
22	392.496		319.046,89			73.449,11
23	392.496		319.046,89			73.449,11
24	392.496		319.046,89			73.449,11
25	392.496		319.046,89			73.449,11
26	392.496		319.046,89			73.449,11
27	392.496		319.046,89			73.449,11
28	392.496		319.046,89			73.449,11
29	392.496		319.046,89			73.449,11
30	392.496	78.608,11	319.046,89			152.057,22



Ya definidos los flujos de caja, se puede determinar su rentabilidad mediante los indicadores definidos previamente:

Tabla 13 VAN Y TIR con financiación ajena.

VAN	TIR
446.784,48€	6,91 %

Para su cálculo, se ha utilizado el programa Excel mediante los datos de la Tabla 12 y conociendo como se ha dicho previamente para el VAN un tipo de actualización del 3%.

Con un VAN de 446.784,48 €, considerando una vida útil de 30 años y una tasa de descuento del 3%. Este valor positivo indica que el proyecto no solo recupera el capital invertido, sino que además genera un excedente económico, lo que lo convierte en una inversión rentable.

Asimismo, se ha calculado una TIR del 6,91%, lo que refuerza la solidez del proyecto. Dado que la TIR supera la tasa de descuento empleada (6,91% frente al 3%), se concluye que el rendimiento del proyecto es muy superior al coste de oportunidad del capital.

A continuación, se muestra en la Tabla 14 los flujos de caja acumulados. Viendo que deben pasar 7 años para recuperar la inversión.

Tabla 14 Pay-back financiación ajena

Año	Flujo de caja (€)	Flujo de caja acumulado (€)
0	-511.322,09	-511.322,09
1	-65.465,16	-249.820,76
2	35.605,04	-216.295,02
3	35.605,04	-182.769,28
4	35.605,04	-149.243,54
5	35.605,04	-115.717,80
6	35.605,04	-82.192,06
7	35.605,04	-48.666,32
8	35.605,04	-15.140,58
9	35.605,04	18.385,16

Donde más concretamente:



$$9 + \frac{15.140,58}{35.605,04} = 9,41 \text{ años} = 9 \text{ años, 5 meses y 30 días hasta recuperar la inversión.}$$

5.1.3 Conclusión

Debido a que la tasa de descuento es solo 3%, el proyecto es viable en ambos casos, pero en la hipótesis de sin financiación tiene un VAN mayor (759.155,92 €), lo que lo hace preferible desde el punto de vista del valor presente. Sin embargo, la financiación ajena puede ser atractivo ya que una financiación totalmente propia no es realista en la práctica debido a las limitaciones de liquidez o recursos propios, por lo que optar por financiación ajena resulta una estrategia más viable y alineada con las necesidades financieras reales, inclinando la decisión hacia el escenario con financiación.

6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

A continuación, se presenta un análisis estructurado de la inversión, incorporando las hipótesis actualizadas tras considerar previamente una reducción del 15% en los cobros ordinarios por quesos no vendidos. Las nuevas hipótesis consideradas para este análisis son las siguientes:

- Reducción de los cobros ordinarios hasta el 70% debido a pérdidas o productos no vendidos
- Incremento del 15% en el precio de la leche, manteniendo la reducción del 15% en los cobros ordinarios.
- Disminución del 15% en el precio de venta del producto terminado, manteniendo la reducción del 15% en los cobros ordinarios.

Además, se realizan los flujos de caja como si fuese inversión propia.

6.1 Hipótesis 1: Reducción de los cobros ordinarios hasta el 70%

El primer año pasaría a un cobro ordinario de $295.188 \text{ €} \cdot 0,7/0,85 = 243.096 \text{ €}$ y en el resto de los años a $392.496 \text{ €} \cdot 0,7/0,85 = 323.232 \text{ €}$.



Tabla 15 Flujos de caja Hipótesis 1.

Año	Cobros ordinarios (€)	Cobros extraordinarios (€)	Pagos ordinarios (€)	Pagos extraordinarios (€)	Inversión (€)	Flujo de caja (€)
0					539.505,09	-539.505,09
1	243.096,00		322.809,09			-79.713,09
2	323.232		319.046,89			4.185,11
3	323.232		319.046,89			4.185,11
4	323.232		319.046,89			4.185,11
5	323.232		319.046,89			4.185,11
6	323.232		319.046,89			4.185,11
7	323.232		319.046,89			4.185,11
8	323.232		319.046,89			4.185,11
9	323.232		319.046,89			4.185,11
10	323.232		319.046,89			4.185,11
11	323.232		319.046,89			4.185,11
12	323.232		319.046,89			4.185,11
13	323.232		319.046,89			4.185,11
14	323.232		319.046,89			4.185,11
15	323.232	11.234,03	319.046,89	128.444,67		-113.025,53
16	323.232		319.046,89			4.185,11
17	323.232		319.046,89			4.185,11
18	323.232		319.046,89			4.185,11
19	323.232		319.046,89			4.185,11
20	323.232		319.046,89			4.185,11
21	323.232		319.046,89			4.185,11
22	323.232		319.046,89			4.185,11
23	323.232		319.046,89			4.185,11
24	323.232		319.046,89			4.185,11
25	323.232		319.046,89			4.185,11
26	323.232		319.046,89			4.185,11
27	323.232		319.046,89			4.185,11
28	323.232		319.046,89			4.185,11
29	323.232		319.046,89			4.185,11
30	323.232	78.608,11	319.046,89			82.793,22



Tabla 16 VAN y TIR Hipótesis 1.

VAN	TIR
-581.777,22 €	-6,23 %

En este caso, con un VAN y TIR negativos el proyecto es inviable. Por lo que en el caso que se vendiese de media el 70% de los productos cada año el proyecto no se podrá dar a cabo.

6.2 Hipótesis 2: Incremento del 15% en el precio de la leche

Con un aumento del 15%, la leche pasaría a costar 153.794,58 €. Suponiendo 20.060,16 € más por cada año en los pagos ordinarios.

Tabla 17 Flujos de caja Hipótesis 2.

Año	Cobros ordinarios (€)	Cobros extraordinarios (€)	Pagos ordinarios (€)	Pagos extraordinarios (€)	Inversión (€)	Flujo de caja (€)
0					539.505,09	-539.505,09
1	295.188,00		342.869,25			- 47.681,25
2	392.496,00		339.107,05			53.388,95
3	392.496,00		339.107,05			53.388,95
4	392.496,00		339.107,05			53.388,95
5	392.496,00		339.107,05			53.388,95
6	392.496,00		339.107,05			53.388,95
7	392.496,00		339.107,05			53.388,95
8	392.496,00		339.107,05			53.388,95
9	392.496,00		339.107,05			53.388,95
10	392.496,00		339.107,05			53.388,95
11	392.496,00		339.107,05			53.388,95
12	392.496,00		339.107,05			53.388,95
13	392.496,00		339.107,05			53.388,95
14	392.496,00		339.107,05			53.388,95
15	392.496,00	11.234,03	339.107,05	128.444,67		- 63.821,69
16	392.496,00		339.107,05			53.388,95
17	392.496,00		339.107,05			53.388,95
18	392.496,00		339.107,05			53.388,95
19	392.496,00		339.107,05			53.388,95
20	392.496,00		339.107,05			53.388,95



21	392.496,00		339.107,05			53.388,95
22	392.496,00		339.107,05			53.388,95
23	392.496,00		339.107,05			53.388,95
24	392.496,00		339.107,05			53.388,95
25	392.496,00		339.107,05			53.388,95
26	392.496,00		339.107,05			53.388,95
27	392.496,00		339.107,05			53.388,95
28	392.496,00		339.107,05			53.388,95
29	392.496,00		339.107,05			53.388,95
30	392.496,00	78.608,11	339.107,05			131.997,06

Tabla 18 VAN y TIR Hipótesis 2.

VAN	TIR	Pay-back
365.967,94 €	6,94 %	12 años y 11 meses

La rentabilidad del proyecto es menor, pero sigue siendo una opción viable ante un riesgo probable como es la subida de una materia prima esencial como es la leche.

6.3 Hipótesis 3: Disminución del 15% en el precio de venta del producto terminado

Pasando de un cobro ordinario en el año 1 de 295.188 a 250.909,8 € y en el resto de los años de 392.496 a 333.621,6 €.

Tabla 19 Flujos de caja Hipótesis 3

Año	Cobros ordinarios (€)	Cobros extraordinarios (€)	Pagos ordinarios (€)	Pagos extraordinarios (€)	Inversión (€)	Flujo de caja (€)
0					539.505,09	-539.505,09
1	250.909,80		322.809,09			-71.899,29
2	333.622		319.046,89			14.574,71
3	333.622		319.046,89			14.574,71
4	333.622		319.046,89			14.574,71
5	333.622		319.046,89			14.574,71
6	333.622		319.046,89			14.574,71



7	333.622		319.046,89			14.574,71
8	333.622		319.046,89			14.574,71
9	333.622		319.046,89			14.574,71
10	333.622		319.046,89			14.574,71
11	333.622		319.046,89			14.574,71
12	333.622		319.046,89			14.574,71
13	333.622		319.046,89			14.574,71
14	333.622		319.046,89			14.574,71
15	333.622	11.234,03	319.046,89	128.444,67		-102.635,93
16	333.622		319.046,89			14.574,71
17	333.622		319.046,89			14.574,71
18	333.622		319.046,89			14.574,71
19	333.622		319.046,89			14.574,71
20	333.622		319.046,89			14.574,71
21	333.622		319.046,89			14.574,71
22	333.622		319.046,89			14.574,71
23	333.622		319.046,89			14.574,71
24	333.622		319.046,89			14.574,71
25	333.622		319.046,89			14.574,71
26	333.622		319.046,89			14.574,71
27	333.622		319.046,89			14.574,71
28	333.622		319.046,89			14.574,71
29	333.622		319.046,89			14.574,71
30	333.622	78.608,11	319.046,89			93.182,82

Tabla 20 VAN y TIR Hipótesis 3.

VAN	TIR
-380.629,78 €	-2,27 %

Es un caso similar a la primera hipótesis, es una inversión inviable

6.4 Conclusión

A partir del estudio económico realizado, se concluye que el proyecto de quesería es viable y conveniente para su ejecución. Sin embargo, es fundamental considerar los riesgos asociados a posibles variaciones en las hipótesis iniciales, especialmente en lo relativo a los precios de venta y el comportamiento de la demanda.



En términos generales, el proyecto presenta una rentabilidad sólida: tanto el Valor Actual Neto (VAN) como la Tasa Interna de Retorno (TIR) son positivos y superiores a la tasa de actualización del 3 % en todos los escenarios analizados.

El análisis de sensibilidad demuestra una buena capacidad de resistencia ante ciertos escenarios adversos. Por ejemplo, un incremento del 15 % en el precio de la leche, uno de los insumos clave, reduce la rentabilidad, pero aún se obtiene un VAN superior a 360.000 € y una TIR del 6,94 %, lo que indica que el proyecto puede soportar esta situación y continuar siendo rentable en el largo plazo.

No obstante, otros escenarios resultan más críticos. Una caída del 30 % en los ingresos (equivalente a una venta del 70 % de la producción prevista) generaría un VAN negativo de -580.000 € y una TIR del -6,23 %, haciendo inviable el proyecto. Si bien este escenario es extremo y poco probable, debido a la posibilidad de ajustar la producción en función de la demanda y a la larga vida útil del queso, sirve como prueba de estrés para evaluar la robustez del modelo.

El proyecto también es sensible a una disminución en los precios de venta. Una reducción del 15 % en el precio de los tres formatos de queso da lugar a un VAN de -380.000 € y una TIR de -2,27 %, lo que evidencia la inviabilidad del proyecto si se mantiene una estrategia de precios excesivamente bajos.

Medidas recomendadas para fortalecer la resiliencia económica del proyecto:

- Revisar al alza los precios de venta, siempre que el mercado lo permita.
- Fortalecer los canales de comercialización para estabilizar la demanda y reducir la exposición a caídas en ventas.
- Ajustar la producción a la demanda real, evitando excedentes y costes innecesarios.
- Establecer márgenes de seguridad en los ingresos y egresos, que permitan anticiparse a escenarios desfavorables.

El proyecto es económicamente viable bajo las condiciones actuales y presenta una rentabilidad adecuada. No obstante, su sostenibilidad a largo plazo dependerá de una gestión financiera rigurosa y de la capacidad para adaptarse a posibles cambios del entorno económico y del mercado.



ANEJO VIII: ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES



Índice

1	INTRODUCCIÓN	1
2	DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS RELEVANTES.....	1
3	Justificación	4
3.1.1	Impacto económico: Viabilidad y desarrollo regional	4
3.1.2	Impacto ambiental: Consumo energético y residuos	5
4	Conclusiones	6

Índice de tablas

Tabla 1	Impactos relevantes relacionados con el proyecto.	2
Tabla 2	Impactos por etapa del ciclo de vida	3



1 INTRODUCCIÓN

En este anejo se analiza el impacto social, económico, ambiental y ético del proyecto de producción y comercialización de queso Gouda madurado con pimiento picante y ahumado. El objetivo es identificar los efectos positivos y negativos a lo largo del ciclo de vida del producto desde la obtención de materias primas hasta la gestión de residuos y proponer medidas para mitigar los impactos adversos y potenciar los beneficios, con base en los principios éticos y normativos aplicables al sector agroalimentario.

2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS RELEVANTES

El proyecto se desarrolla en la industria láctea de Calahorra, La Rioja, aprovechando el crecimiento del sector quesero en España y el bajo consumo per cápita nacional significativamente inferior al promedio de la Unión Europea. La limitada oferta artesanal en La Rioja, dominada principalmente por la Denominación de Origen Protegida (DOP) Queso Camerano, con una producción anual de 30 a 40 toneladas, junto con la creciente demanda de quesos diferenciados, posiciona al queso Gouda en formatos de 1,5 kg, 5 kg y 10 kg (precio mayorista entre 13 y 16 €/kg, minorista entre 18 y 22 €/kg) como una atractiva oportunidad para el segmento gourmet.

Calahorra, con un área de influencia de aproximadamente 80000 habitantes que incluye San Adrián, Arnedo, Pradejón, Andosilla y Alfaro, se beneficia de su ubicación estratégica en la ribera del Ebro, facilitando el acceso a materias primas locales como leche de vaca y pimiento, y fortaleciendo la economía regional al apoyar a ganaderos y agricultores.

En la segunda fase del proyecto, mediante una lista de verificación, se identificaron cuatro impactos clave por su relevancia, oportunidad de valor compartido y potencial de incidencia, los cuales se detallan en las tablas siguientes.



Tabla 1 Impactos relevantes relacionados con el proyecto.

Impacto	Ciclo de vida	Categoría	Descripción	Grupos afectados	Normativas
Impacto social: Empleo y accesibilidad	Producción y comercialización	Social	La compra de leche y pimiento en Calahorra genera empleo (3-5 empleos) y apoya a ganaderos/agricultores, fortaleciendo la economía de 80000 habitantes en la ribera del Ebro. Los precios minoristas (18-22 €/kg) limitan la accesibilidad para consumidores de bajos ingresos.	Ganaderos, agricultores, trabajadores, consumidores, comunidades locales.	Ley 12/2013 (cadena alimentaria), Reglamento UE 852/2004 (higiene alimentaria).
Impacto económico: Viabilidad y desarrollo regional	Producción y distribución	Económico	-Los precios (13-16 €/kg mayorista, 14-20 €/kg minorista) competitivos frente a Gouda importado (15 €/kg minorista), con formatos adaptados a HORECA y tiendas especializadas. La producción local reduce costes de transporte (0.05 €/kg vs. importaciones). -Alianzas con empresas locales (Lácteos Martínez, cooperativas agrícolas) optimizan distribución y escalan producción, generando ~80,000 €/año (5% de la población consumiendo 1 kg/año a 20 €/kg).	Minoristas, productores, consumidores, economía local.	Ley 15/2007 (competencia desleal), Ley 12/2013, Reglamento UE 1308/2013 (organización de mercados agrícolas).



Impacto ambiental: Consumo energético y residuos	Producción (ahumado, pasteurización)	Ambiental	-El ahumado (0.75 kg CO₂/kg) La pasteurización en contracorriente optimiza el consumo, pero el uso de condensados (19.92 kg/h) fue inviable. -Un aerotermo industrial (COP 3.5) para calentar agua (300 kg a 35 °C para la cuba reduce el consumo eléctrico en 1130 kWh/año Con la posibilidad de usar en aseos, lavado de material. -El lactosuero (1000 L/día) se enfría y exporta a industrias en Logroño, minimizando residuos.	Medio ambiente, generaciones futuras, consumidores eco-conscientes.	Reglamento UE 2020/852 (sostenibilidad), ISO 14001 (gestión ambiental), Real Decreto 646/2020 (gestión de residuos).
Impacto ético: Protección de datos y propiedad intelectual	Comercialización	Ético/Legal	La venta directa online requiere cumplir el RGPD para datos de clientes. La receta debe respetar la propiedad intelectual de competidores.	Consumidores, competidores, autoridades.	RGPD (UE 2016/679), Ley 1/1996 (Propiedad Intelectual).

Tabla 2 Impactos por etapa del ciclo de vida

Etapas del ciclo de vida	Impacto	Descripción	Mitigación/Propuesta
Obtención de materias primas	Social: Empleo	Compra de leche (290.000 l/año a 0.46 €/L) y pimiento (470 kg/año a 2,5 €/kg) en Calahorra genera 2-3 empleos indirectos por 1000 kg queso/año.	Contratos a largo plazo con ganaderos (0.45 €/L)



Producción (ahumado, pasteurización)	Ambiental: Consumo energético	Ahumado (0.75 kg CO ₂ /kg) y el calentamiento de agua para el lavado de pasta (1580 kWh/año)	Implementar aerotermo industrial (282 kg CO ₂ /año menos, inversión 5000 €).
Distribución	Económico: Viabilidad	Alianzas con Lácteos Martínez reducen costes logísticos (500 €/año para cada 1000 kg).	Compartir rutas de distribución a Logroño y ferias locales.
Comercialización	Ético: Protección de datos	Venta online requiere cumplir RGPD.	Usar plataforma con cifrado SSL y auditorías anuales.
Gestión de residuos	Ambiental: Residuos	Exportación de lactosuero (6000 l/semana) a industrias cosméticas en Logroño (30 km).	Optimizar rutas y usar envases biodegradables (reducción de 50 kg de residuos/año).

3 Justificación

Se priorizan estos impactos debido a su relevancia en el contexto local de Calahorra en términos de empleo y economía de proximidad, su magnitud ambiental (consumo energético y generación de residuos), la viabilidad económica del proyecto y el cumplimiento de la normativa aplicable.

3.1.1 Impacto económico: Viabilidad y desarrollo regional

Los precios estimados (13–16 €/kg al por mayor y 14–20 €/kg al por menor) resultan competitivos frente al Gouda importado (15 €/kg minorista), lo que refuerza el posicionamiento del producto en el mercado regional. El área de influencia (Calahorra y municipios cercanos) representa un mercado potencial relevante.

El uso de materias primas locales (5.000 litros de leche semanales a 0,45 €/L y 9 kg de pimiento a 2,5 €/kg) permite reducir costes y fortalecer el tejido productivo local. Además, la colaboración con empresas como Lácteos Martínez, Quesos Celia y diversas cooperativas agrícolas favorece la optimización logística y garantiza el suministro necesario para escalar progresivamente la producción hasta 40.000 kg anuales en un horizonte de tres años. Esta expansión permitiría la creación de entre dos y tres empleos adicionales.



Por otro lado, la exportación de suero de leche (cerca de 1.000 L diarios) a la industria cosmética de Logroño puede generar ingresos adicionales estimados en 10.000 € anuales.

Se reconoce, no obstante, el riesgo de tensiones con pequeñas queserías de la región. Para mitigarlo, se proponen acuerdos de colaboración, promoción conjunta y una política de precios justos que evite prácticas de competencia desleal.

-Grupos afectados: Minoristas, productores, consumidores y economía local (impacto positivo); pequeñas queserías artesanales (potencial impacto negativo).

-Normativa aplicable: Ley 15/2007 (defensa de la competencia), Ley 12/2013 (cadena alimentaria), Reglamento UE 1308/2013 (organización común de mercados agrícolas).

-Medidas de integración: Establecimiento de alianzas logísticas, contratos a largo plazo con proveedores locales, estrategia de promoción con precios preferenciales, y compromiso de alcanzar un 50 % de ventas locales y una producción de 5.000 kg anuales para 2028, con al menos un 80 % de materias primas de origen local.

3.1.2 Impacto ambiental: Consumo energético y residuos

El proceso de ahumado genera 0,75 kg de CO₂ por kg de queso producido. La tecnología de pasteurización en contracorriente mejora la eficiencia energética, aunque el uso de condensados fue descartado por inviabilidad técnica.

- Aerotermo industrial: definición y posibilidad de uso

Un aerotermo es un sistema de calefacción que utiliza una bomba de calor para extraer energía térmica del aire ambiente y transferirla a un fluido, como el agua, con un alto coeficiente de rendimiento (COP). Esta tecnología es eficiente porque aprovecha el calor del aire exterior, incluso a bajas temperaturas, para generar energía térmica útil, reduciendo el consumo eléctrico respecto a sistemas convencionales.

Se propone la instalación de un aerotermo industrial con un COP de 3,5 destinado al calentamiento de agua para el lavado de pasta en la cuba quesera. Esto permitiría un ahorro energético estimado de 450 kWh anuales y una reducción significativa de emisiones de CO₂ respecto a sistemas eléctricos tradicionales.

Para calentar 300 kg agua de 18°C a 35°C el cálculo del calor sensible requerido fue calculado en el anejo de instalación de calor obteniéndose un valor de 2,98 kW.

Por lo que, la potencia eléctrica a alimentar al aerotermo es de (COP = 3,5):



$$P = \frac{2,98}{3,5} = 0,85 \text{ kW}$$

Considerando un funcionamiento diario de 2 horas durante 265 días al año, su consumo es:

$$0,85 \cdot 2 \cdot 265 = 450,5 \text{ kWh/año.}$$

Sin un aerotermo y considerando que no se pueda utilizar el agua de la pasteurización:

$$2,98 \cdot 2 \cdot 265 = 1579 \text{ kWh/año.}$$

Además, la reducción de emisiones considerando un factor de emisión promedio de 0,23 kg CO₂/kWh la reducción anual es:

$$(1579 - 450,5) \cdot 0,23 = 282 \text{ kg CO}_2/\text{año.}$$

Además, el lactosuero generado (1000 l/semana) se destina a la industria cosmética local, lo que minimiza la generación de residuos y reduce las emisiones asociadas al transporte (0,02 kg CO₂/kg en un trayecto de 30 km).

Grupos afectados: medio ambiente, generaciones futuras, consumidores ambientalmente conscientes, y ganaderos (por la reducción de transporte).

Normativa aplicable: Reglamento UE 2020/852 (sostenibilidad), ISO 14001 (gestión ambiental), Real Decreto 646/2020 (gestión de residuos).

Medidas de integración: instalación del aerotermo (inversión estimada de 5.000 €), uso de envases biodegradables, optimización de las rutas de transporte del lactosuero y objetivo de reducción del consumo energético en un 15 % para 2026, en línea con la estrategia de sostenibilidad y las ayudas del programa NextGenerationEU.

4 Conclusiones

El proyecto presenta un enfoque integral que combina sostenibilidad ambiental con desarrollo económico local. Desde el punto de vista ambiental, la incorporación de tecnologías eficientes como la pasteurización en contracorriente y, especialmente, la instalación de un aerotermo industrial con un COP de 3,5, permite reducir considerablemente el consumo energético (de 1.579 a 450,5 kWh anuales) y evitar hasta



282 kg de emisiones de CO₂ al año. Asimismo, la valorización del lactosuero en la industria cosmética local y otras medidas complementarias —como el uso de envases biodegradables y la optimización de rutas logísticas— fortalecen la estrategia de sostenibilidad, en consonancia con la normativa vigente y las directrices del programa NextGenerationEU.

Desde una perspectiva económica, el proyecto contribuye al desarrollo de Calahorra mediante la generación de empleo, el impulso al consumo de leche local (con una inversión anual estimada de 130.000 €), y la reducción de importaciones. Alineado con el crecimiento proyectado del sector quesero (+5 % en 2024), establece alianzas estratégicas que permiten escalar la producción de forma sostenible. Si bien se reconocen desafíos como el consumo energético y la accesibilidad del producto, se han definido soluciones viables que mitigan los impactos negativos y refuerzan los positivos.

Se recomienda continuar con el seguimiento de emisiones, consolidar alianzas para alcanzar al menos un 50 % de ventas en el mercado local y evaluar progresivamente la escalabilidad productiva hasta alcanzar las 40.000 kg/año en un plazo de tres años, garantizando así una expansión sostenible tanto en lo ambiental como en lo económico.



DOCUMENTO N°2: PLANOS

La Rioja



Escala: 1/500000

Polígono industrial "El Recuenco"



Escala: 1/15000

Calahorra



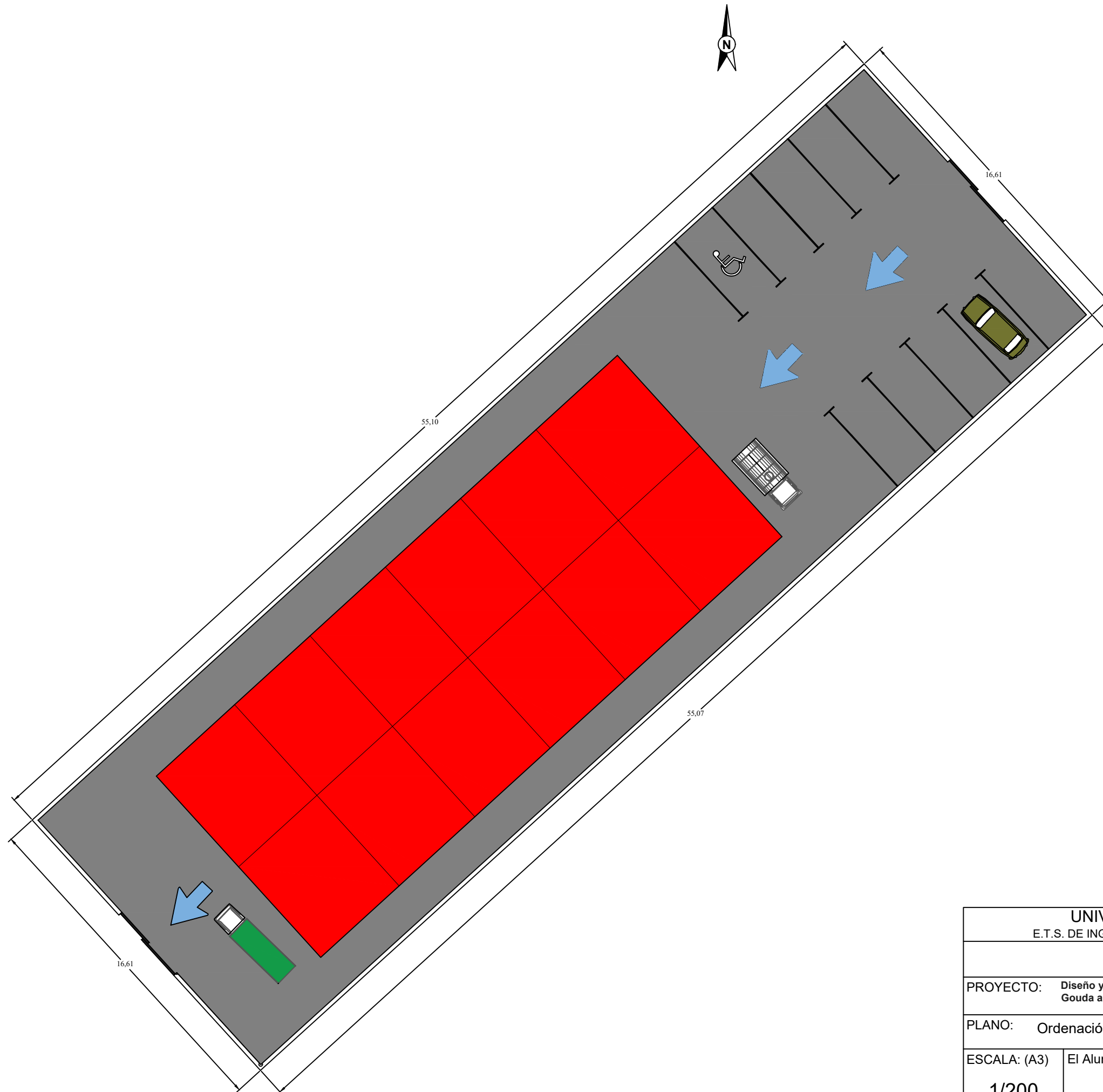
Escala: 1/30000



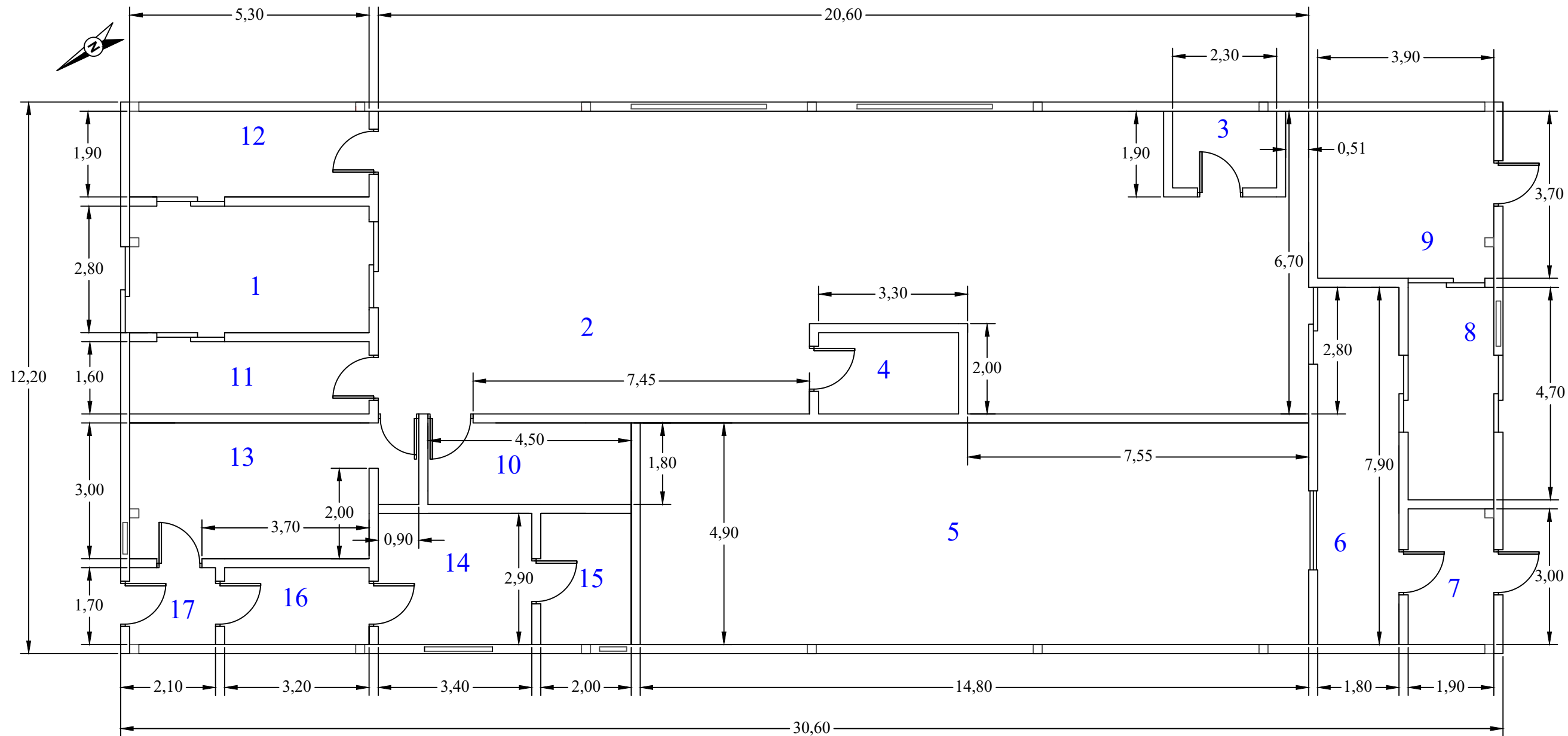
Escala: 1/2500

Datos descriptivos del inmueble	
Referencia catastral	8413502WM8881S
Localización	PG Recuenco H-1.2 Calahorra (La Rioja)
Clase	Urbano
Uso principal	Suelo sin edificar
Superficie gráfica	915 m ²

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID			
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS			
TRABAJO FIN DE GRADO			
Grado en Ingeniería Alimentaria			
PROYECTO:		Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimiento picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).	
PLANO:		Emplazamiento de la industria	
ESCALA: (A2)		El Alumno:	
Indicadas		FIRMADO: Antonio Monreal Siulik	
			Nº: 01
			FECHA: 07/07/25



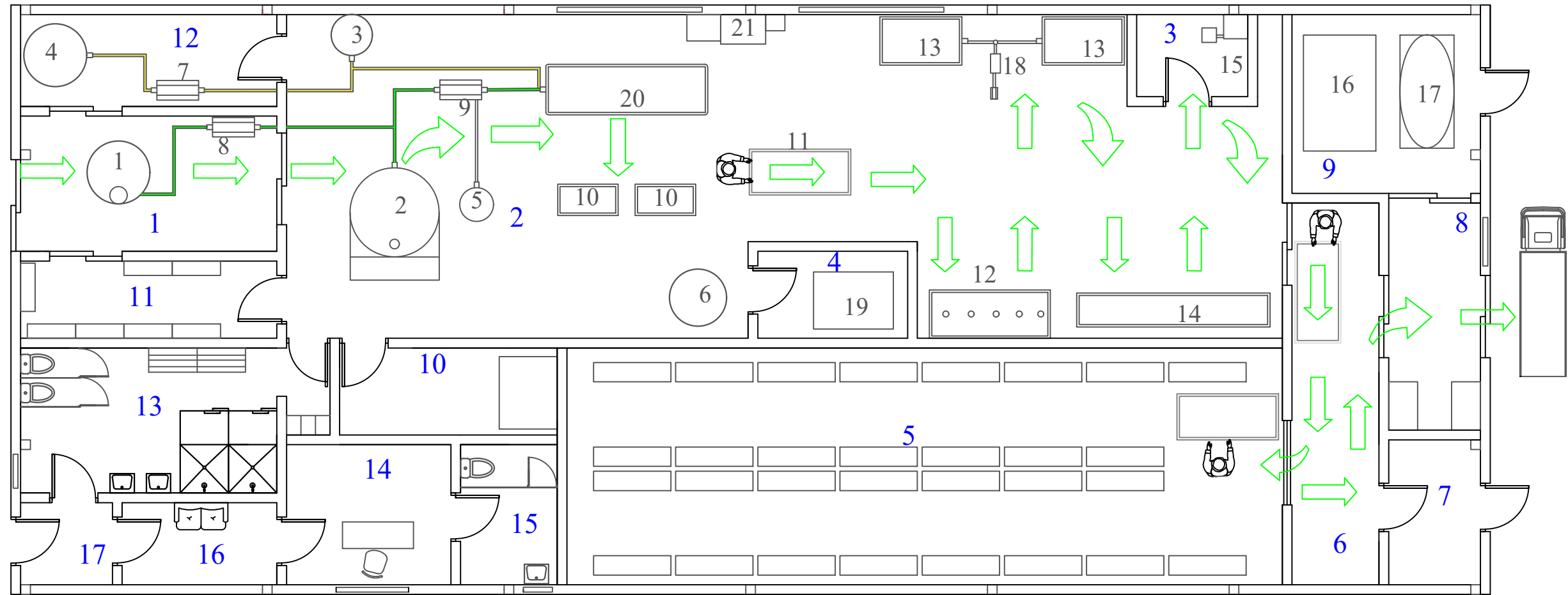
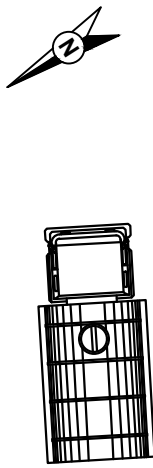
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS		
TRABAJO FIN DE GRADO		
Grado en Ingeniería Alimentaria		
PROYECTO:	Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimiento picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).	
PLANO:	Ordenación de la edificación	Nº: 02
ESCALA: (A3)	El Alumno: 	
1/200	FIRMADO: Antonio Monreal Siulik	FECHA: 07/07/25



Sala	Superficie (m2)
1-Recepción leche	14,84
2-Procesado	126,65
3-Ahumado	4,37
4-Abastecimiento agua glicolada	7
5-Cámara maduración	72,52
6-Pasillo	14,22
7-Equipo de frio	5,7
8-Almacén expedición	8,93
9-Calderas	14,43

Sala	Superficie (m2)
10-Laboratorio	8,1
11-Almacén materias primas	8,48
12-Expedición lactosuero	10,07
13-Baños y vestuarios personal	15,9
14-Oficina	9,86
15-Baño visitas	5,8
16-Recepción visitas	5,44
17-Entrada principal	3,23

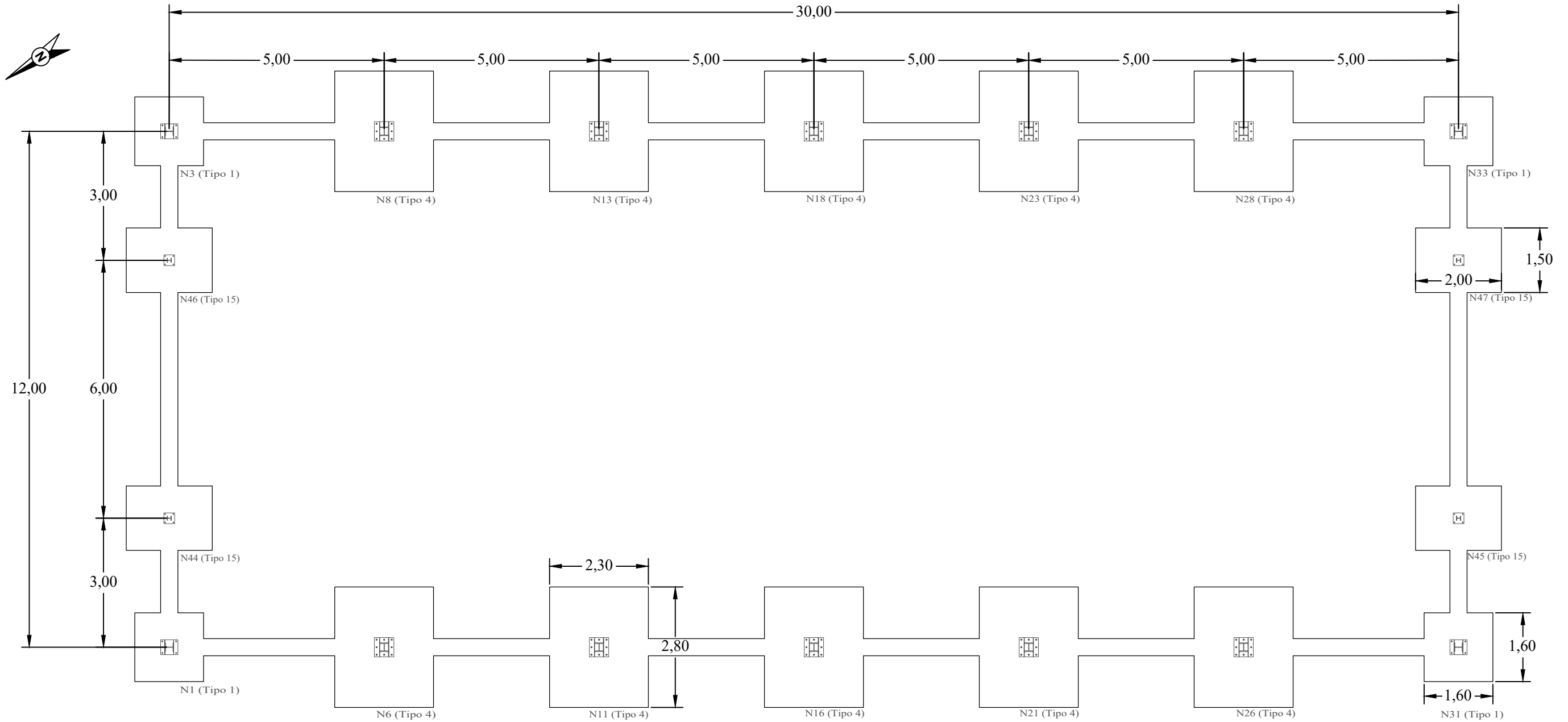
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS	
TRABAJO FIN DE GRADO	
Grado en Ingeniería Alimentaria	
PROYECTO: Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimiento picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).	
PLANO: Distribución en planta: Superficies y cotas	
ESCALA: (A3)	El Alumno:
1/100	FIRMADO: Antonio Monreal Siulik
Nº: 03	
FECHA: 07/07/25	



Flujos de proceso	Simbolo
Proceso principal	 
Lactosuero	

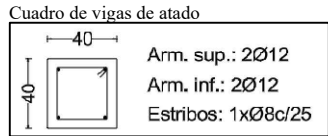
Equipo
1-Tanque pulmón leche
2-Tanque almacenamiento leche
3-Tanque pulmón lactosuero
4-Tanque almacenamiento lactosuero
5-Tanque almacenamiento agua
6-Tanque pulmón agua glicolada
7-Intercambiador calor enfriamiento lactosuero
8-Intercambiador calor termización
9-Intercambiador calor pasteurización
10-Mesa desuerado
11-Mesa para transporte de queso
12-Prensa neumática vertical
13-Tanque de salmuera
14-Material para encerado
15- Ahumador y cabina de ahumado
16-Caldera
17-Tanque de combustible
18-Sistema recirculación salmuera
19-Compresor semihermético agua glicolada
20-Cuba quesera
21-Material de limpieza

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS	
TRABAJO FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Alimentaria	
PROYECTO: Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimiento picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).	
PLANO: Distribución en planta: Mobiliario y flujo de proceso	Nº: 04
ESCALA: (A3) 1/100	
El Alumno: 	FECHA: 07/07/2025
FIRMADO: Antonio Monreal Siulik	

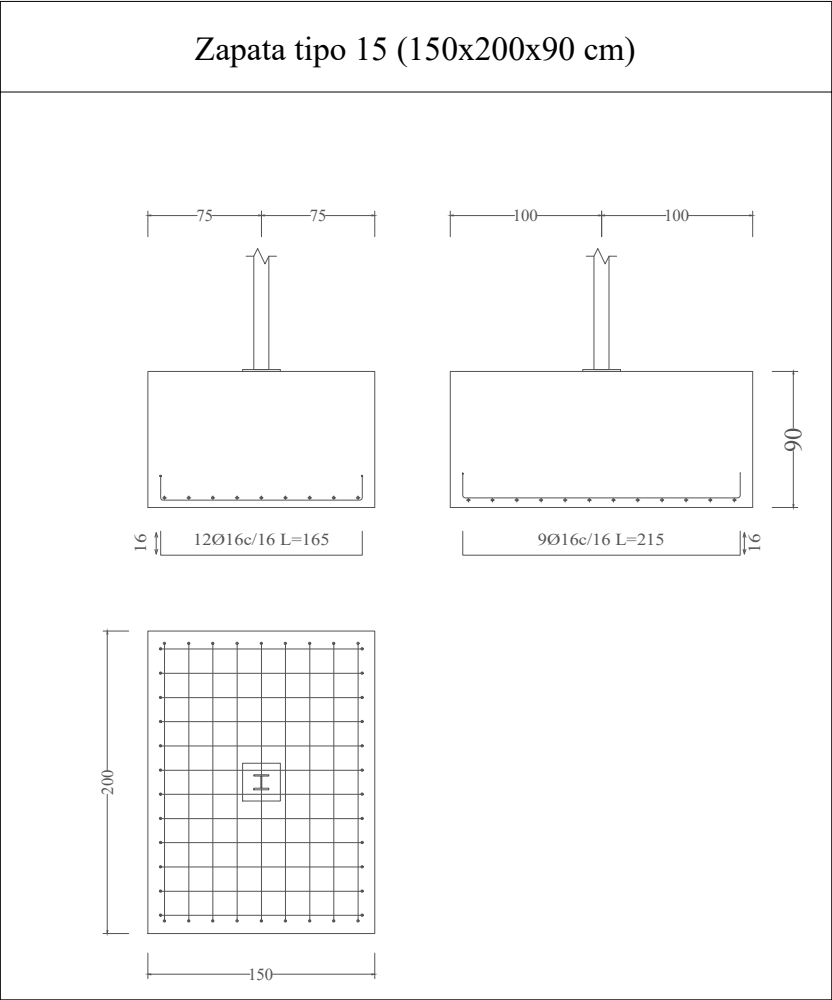
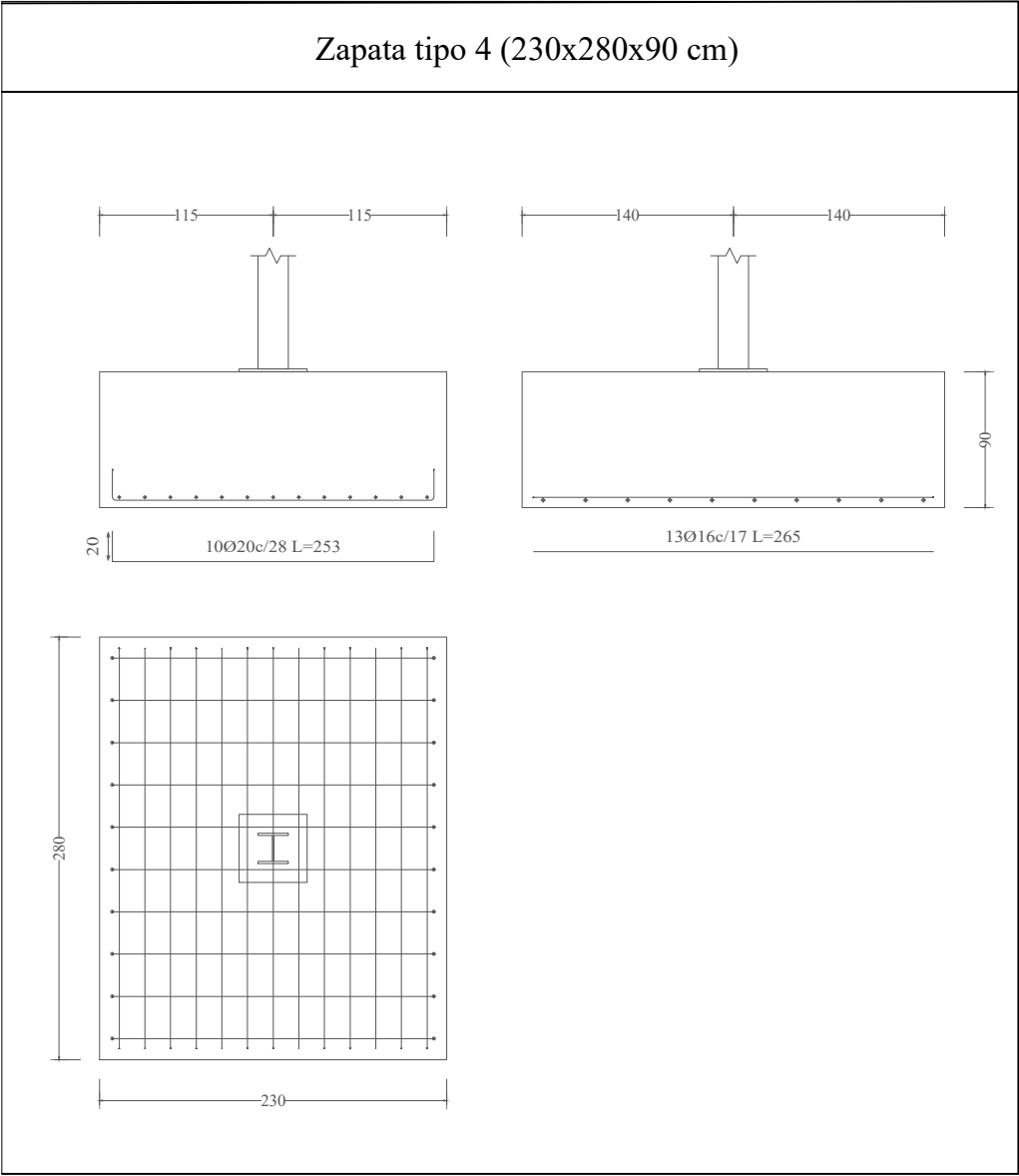
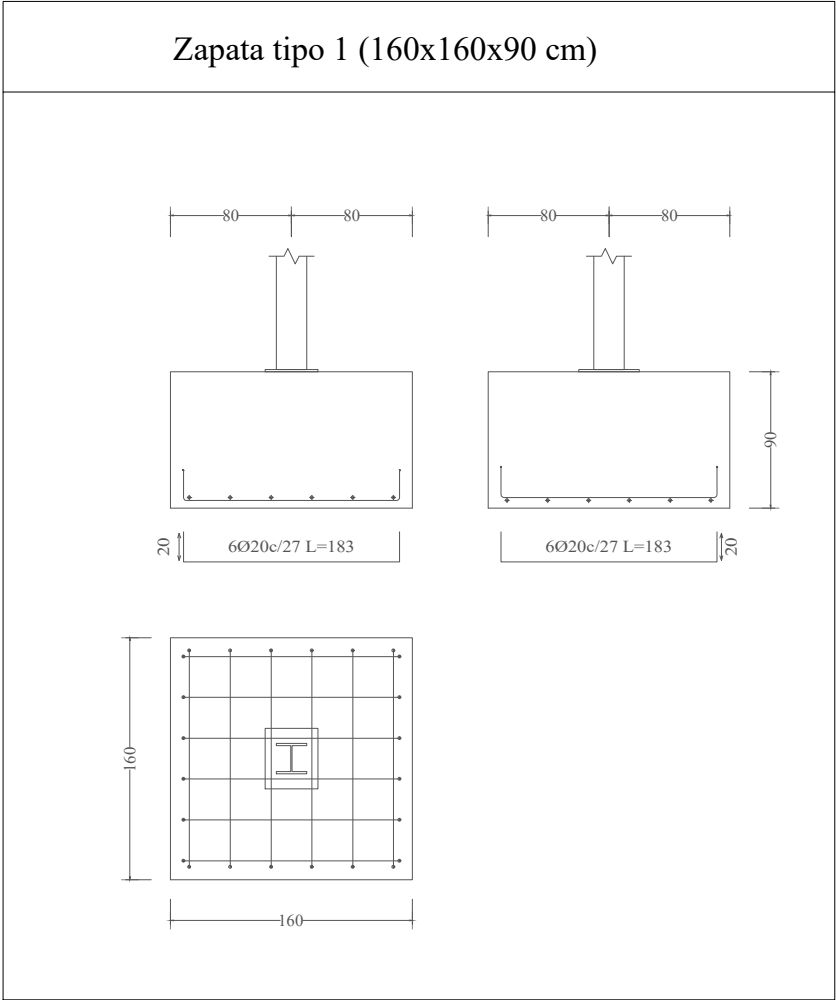


Zapatas aisladas	B 500 S, Ys=1,15 (kg)			Hormigón (m³)	
Referencias:	Ø16	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Tipo 1		4x59,58	238,32	4x2,30	4x0,26
Tipo 4	10x59,81	10x68,63	1284,4	10x5,80	10x0,64
Tipo 15	4x67,97		271,88	4x2,70	4x0,30
Totales	869,98	924,62	1794,6	77,98	8,66

Vigas de atado	B 500 S, Ys=1,15 (kg)			Hormigón (m³)	
Referencias:	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1,5	Limpieza
Tipo1-Tipo4; Tipo4-Tipo4	12x8,09	12x20,70	345,48	12x0,49	12x0,12
Tipo1-Tipo15	4x4,04	4x12,89	67,72	4x0,23	4x0,06
Tipo15-Tipo15	2x10,97	2x24,62	71,18	2x0,72	2x0,18
Totales	135,18	349,2	484,38	8,22	2,06



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS		
TRABAJO FIN DE GRADO		
Grado en Ingeniería Alimentaria		
PROYECTO: Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimiento picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).		
PLANO: Planta de cimentación		Nº: 05
ESCALA: (A3)	El Alumno:	
1/100	FIRMADO: Antonio Monreal Siulik	FECHA: 07/07/25



Referencias: Tipo 1		B 500 S, Ys=1,15		Total	
Nombre de armado		Ø20			
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1,83	10,98		
	Peso (kg)	6x4,51	27,08		
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1,83	10,98		
	Peso (kg)	6x4,51	27,08		
Totales	Longitud (m)	21,96			
	Peso (kg)	54,16	54,16		
Total con mermas 10%	Longitud (m)	24,16			
	Peso (kg)	59,58	59,58		
Referencias: Tipo 4		B 500 S, Ys=1,15		Total	
Nombre de armado		Ø16			
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		10x2,53	25,3	
	Peso (kg)		10x6,24	62,39	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x2,65		34,45	
	Peso (kg)	13x4,18		54,37	
Totales	Longitud (m)	34,45	25,3		
	Peso (kg)	54,37	62,39	116,76	
Total con mermas 10%	Longitud (m)	37,89	27,83		
	Peso (kg)	59,81	68,63	128,44	
Referencias: Tipo 15		B 500 S, Ys=1,15		Total	
Nombre de armado		Ø16			
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x1,65	19,8		
	Peso (kg)	12x2,60	31,25		
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x2,15	19,35		
	Peso (kg)	9x3,39	30,54		
Totales	Longitud (m)	39,15			
	Peso (kg)	61,79	61,79		
Total con mermas 10%	Longitud (m)	43,07			
	Peso (kg)	67,97	67,97		

Zapata	Posición	Diámetro	N.º	Longitud (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1,15 (kg)
Tipo1	1	Φ20	6	183	915	27,1
	2	Φ20	6	183	915	27,1
					TOTAL+10%	59,6
					TOTALx4	238,4
Tipo4	1	Φ20	10	253	2530	62,39
	2	Φ16	13	265	3445	54,37
					TOTAL+10%	128,44
					TOTALx10	1284,4
Tipo15	1	Φ16	12	165	1980	31,28
	2	Φ16	9	215	1935	30,57
					TOTAL+10%	68
					TOTALx4	272

Referencias	Geometría	Armado
Tipo 1	Zapata cuadrada	X: 6Ø20c/27
	Anchura: 160 cm	Y: 6Ø20c/27
	Canto: 90 cm	
Tipo 4	Zapata rectangular centrada	X: 10Ø20c/28
	Ancho zapata X: 230 cm	Y: 13Ø16c/17
	Ancho zapata Y: 280 cm	
Tipo 15	Zapata rectangular centrada	X: 12Ø16c/16
	Ancho zapata X: 150 cm	Y: 9Ø16c/16
	Ancho zapata Y: 200 cm	
	Canto: 90 cm	

Zapatas aisladas	B 500 S, Ys=1,15 (kg)			Hormigón (m³)	
Referencias:	Ø16	Ø20	Total	HA-25, Yc=1,5	Limpieza
Tipo 1		4x59,58	238,32	4x2,30	4x0,26
Tipo 4	10x59,81	10x68,63	1284,4	10x5,80	10x0,64
Tipo 15	4x67,97		271,88	4x2,70	4x0,30
Totales	869,98	924,62	1794,6	77,98	8,66

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

TRABAJO FIN DE GRADO
Grado en Ingeniería Alimentaria

PROYECTO: Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimiento picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).

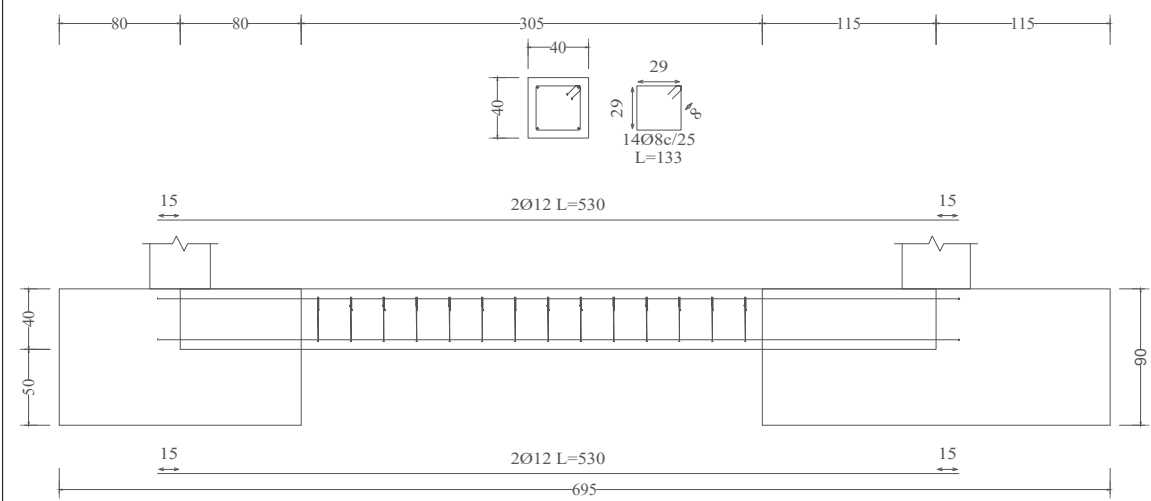
PLANO: Cimentación: Zapatas aisladas

ESCALA: (A3)
1/50

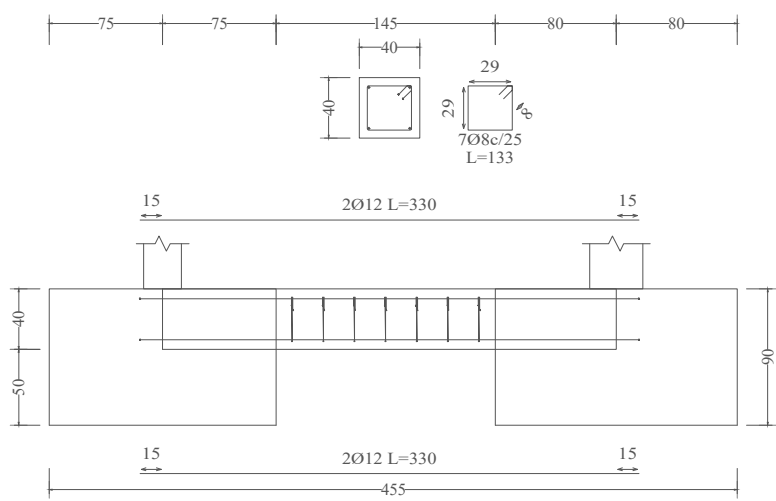
El Alumno:
FIRMADO: Antonio Monreal Siulik

Nº: 06
FECHA:
07/07/25

Viga atado zapata tipo 1- tipo 4 y tipo 4- tipo 4

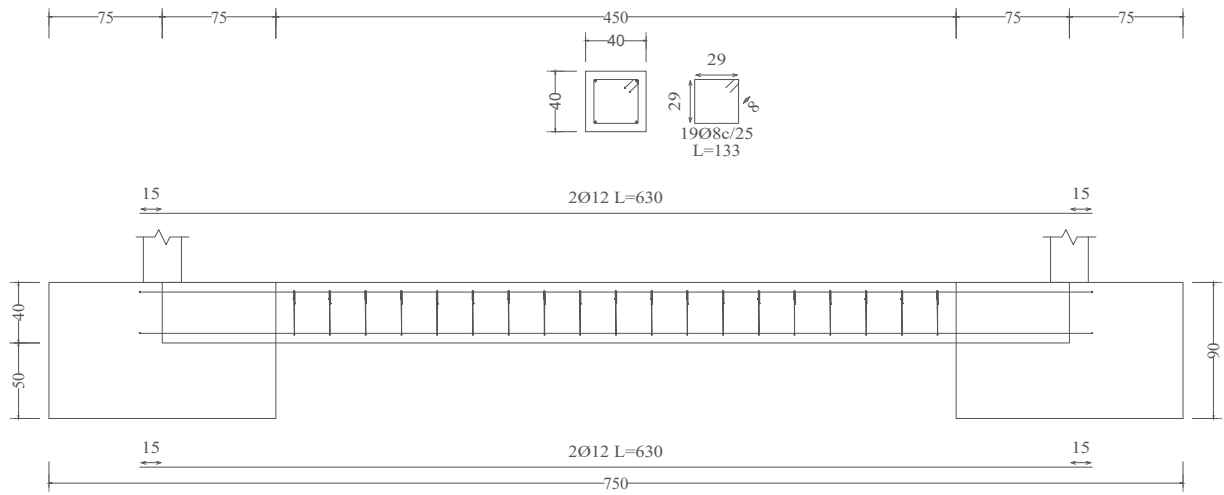


Viga atado zapata tipo 1- tipo 15



Referencias: Tipo1-Tipo4, Tipo4-Tipo4						B 500 S, Ys=1,15		Total
Nombre de armado				Ø8		Ø12		
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)				2x5,30			10,6
	Peso (kg)				2x4,71			9,41
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)				2x5,30			10,6
	Peso (kg)				2x4,71			9,41
Armado viga - Estribo	Longitud (m)				14x1,33			18,62
	Peso (kg)				14x0,52			7,35
TOTALES	Longitud (m)				18,62		21,2	
	Peso (kg)				7,35		18,82	26,17
TOTAL con mermas (10%)	Longitud (m)				20,48		23,32	
	Peso (kg)				8,09		20,7	28,79
TOTALx12	Longitud (m)				245,76		279,84	
	Peso (kg)				97,08		248,4	345,5
Referencias: Tipo1-Tipo15						B 500 S, Ys=1,15		Total
Nombre de armado				Ø8		Ø12		
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)				2x3,30			6,6
	Peso (kg)				2x2,93			5,86
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)				2x3,30			6,6
	Peso (kg)				2x2,93			5,86
Armado viga - Estribo	Longitud (m)				7x1,33			9,31
	Peso (kg)				7x0,52			3,67
TOTALES	Longitud (m)				9,31		13,2	
	Peso (kg)				3,67		11,72	15,39
TOTAL con mermas 10%	Longitud (m)				10,24		14,52	
	Peso (kg)				4,04		12,89	16,93
TOTALx4	Longitud (m)				40,96		58,1	
	Peso (kg)				16,16		51,6	67,76
Referencias: Tipo15-Tipo15						B 500 S, Ys=1,15		Total
Nombre de armado				Ø8		Ø12		
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)				2x6,30			12,6
	Peso (kg)				2x5,59			11,19
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)				2x6,30			12,6
	Peso (kg)				2x5,59			11,19
Armado viga - Estribo	Longitud (m)				19x1,33			25,27
	Peso (kg)				19x0,52			9,97
TOTALES	Longitud (m)				25,27		25,2	
	Peso (kg)				9,97		22,38	32,35
TOTAL con mermas 10%	Longitud (m)				27,8		27,72	
	Peso (kg)				10,97		24,62	35,59
TOTALx2	Longitud (m)				55,56		55,4	
	Peso (kg)				21,94		49,2	71,14

Viga atado zapata tipo 15- tipo 15



Vigas de atado	B 500 S, Ys=1,15 (kg)			Hormigón (m³)	
Referencias:	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1,5	Limpieza
Tipo1-Tipo4; Tipo4-Tipo4	12x8,09	12x20,70	345,48	12x0,49	12x0,12
Tipo1-Tipo15	4x4,04	4x12,89	67,72	4x0,23	4x0,06
Tipo15-Tipo15	2x10,97	2x24,62	71,18	2x0,72	2x0,18
Totales	135,18	349,2	484,38	8,22	2,06

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

TRABAJO FIN DE GRADO
Grado en Ingeniería Alimentaria

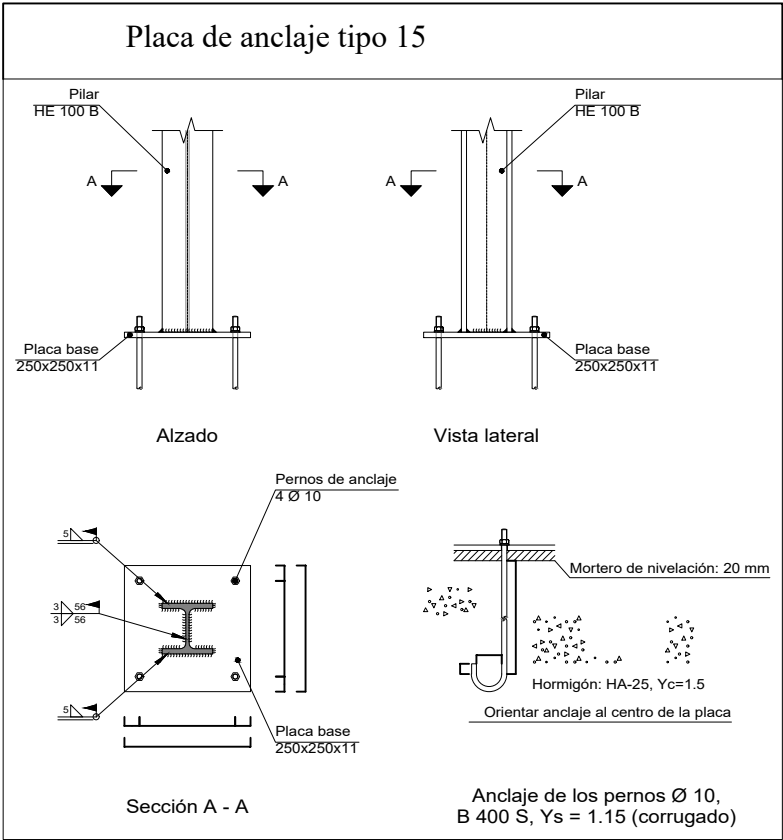
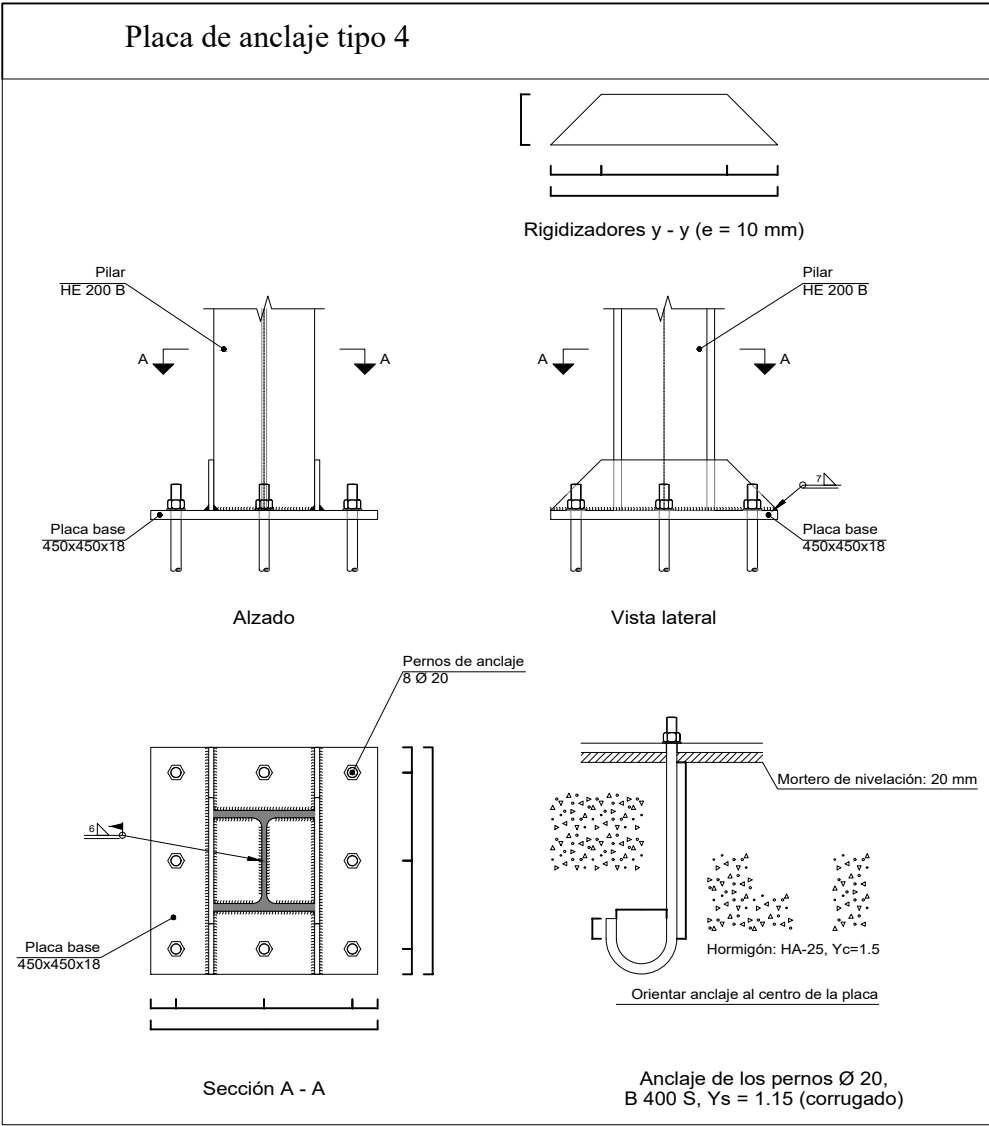
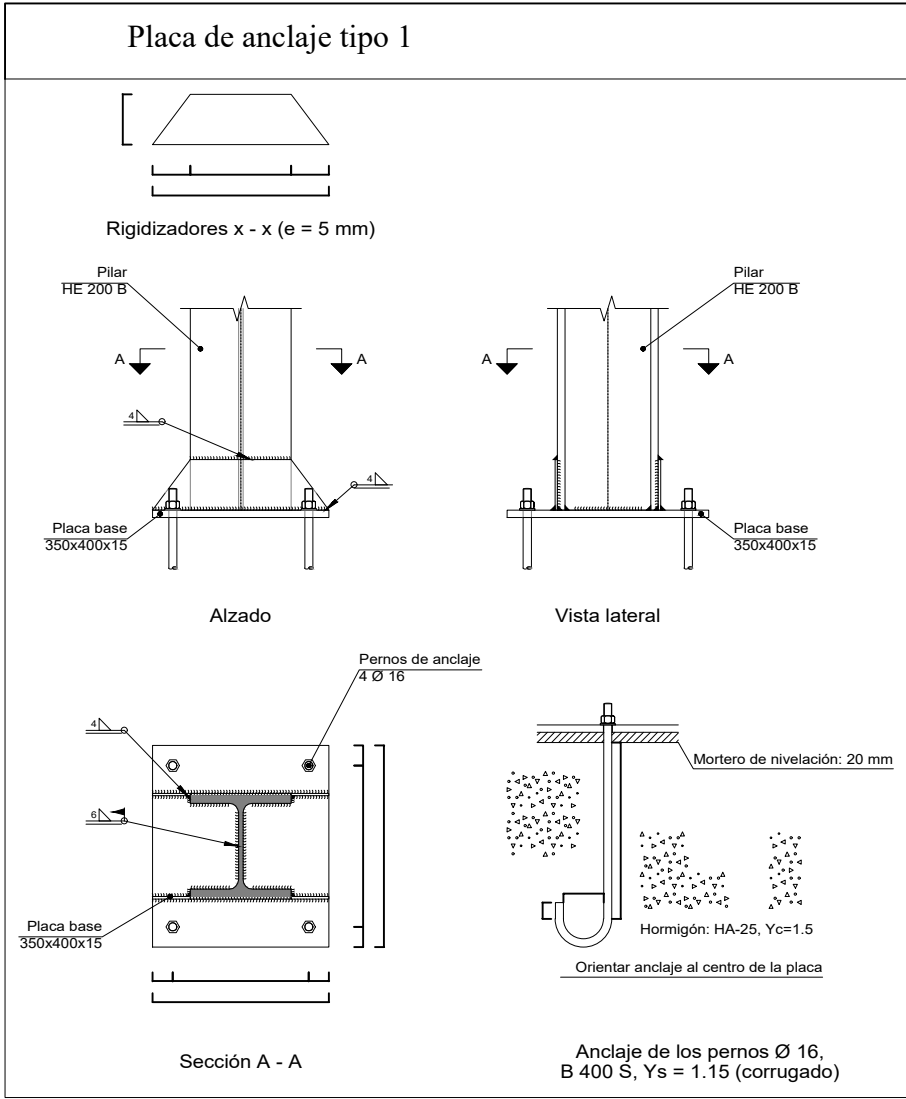
PROYECTO: Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimiento picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).

PLANO: Cimentación: Vigas de atado

ESCALA: (A3)
1/50

El Alumno:
FIRMADO: Antonio Monreal Siulik

Nº: 07
FECHA:
07/07/25

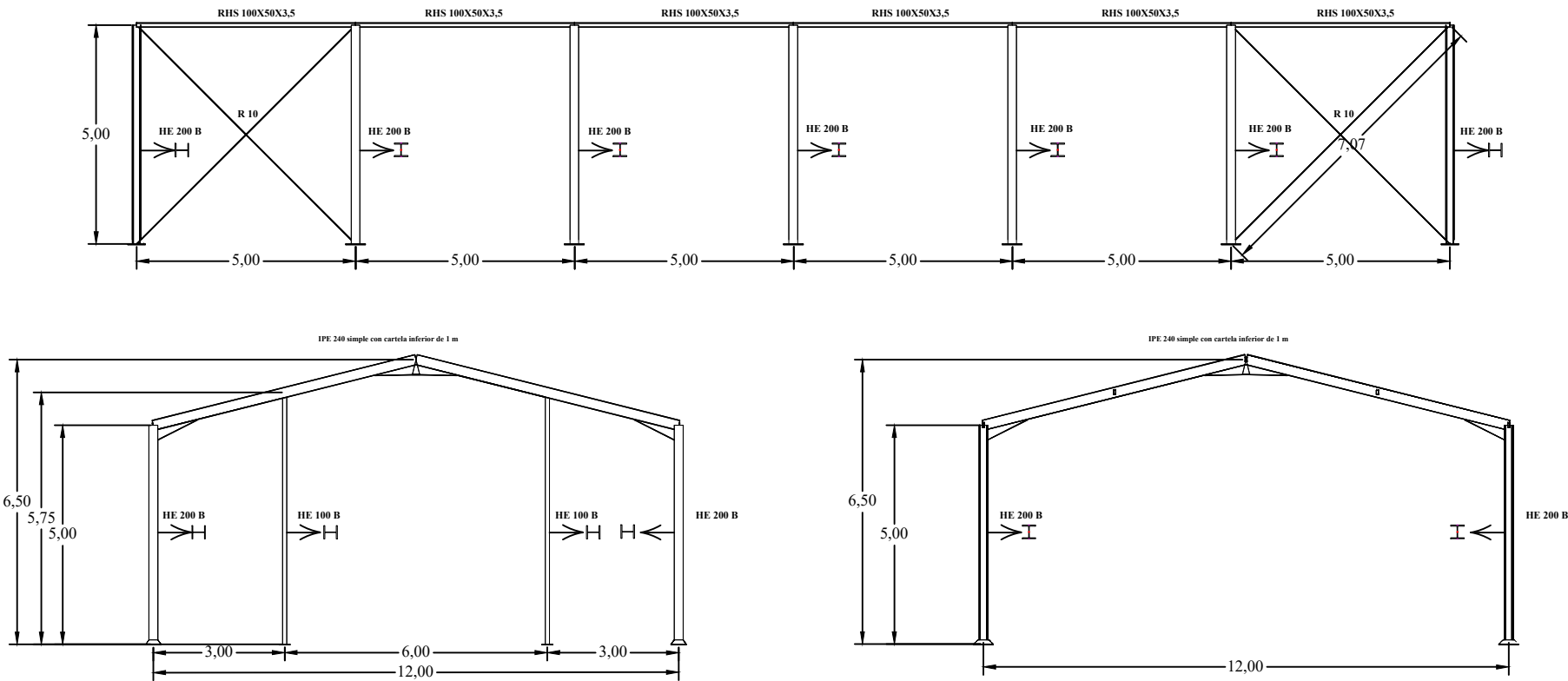


Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones	Peso
			(mm)	(kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	4	250x250x11	21,59
		4	350x400x15	65,94
		10	450x450x18	286,13
	Rigidizadores pasantes	8	350/200x100/0x5	8,63
		20	450/250x100/0x10	54,95
	Total			437,24
B 400 S, Ys = 1,15 (corrugado)	Pernos de anclaje	16	Ø 10 - L = 341 + 114	4,49
		16	Ø 16 - L = 401 + 183	14,74
		80	Ø 20 - L = 408 + 228	125,58
	Total			144,81

Placa base	Tipo 1	Tipo 15	Tipo 4
Dimensiones	350x400x15 mm	250x250x11 mm	450x450x18 mm
Rigidizadores			
-Paralelos X:	2(100x0x5)		
-Paralelos Y:			2(100x0x10)
Pernos (gancho 180°)	4Ø16 mm. L = 35 cm	4Ø10 mm. L = 30 cm	8Ø20 mm. L = 35 cm

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS		
TRABAJO FIN DE GRADO		
Grado en Ingeniería Alimentaria		
PROYECTO: Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimiento picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).		
PLANO: Cimentación: Placas de anclaje		Nº: 08
ESCALA: (A3)	El Alumno: 	
1/150	FIRMADO: Antonio Monreal Siulik	FECHA: 07/07/25

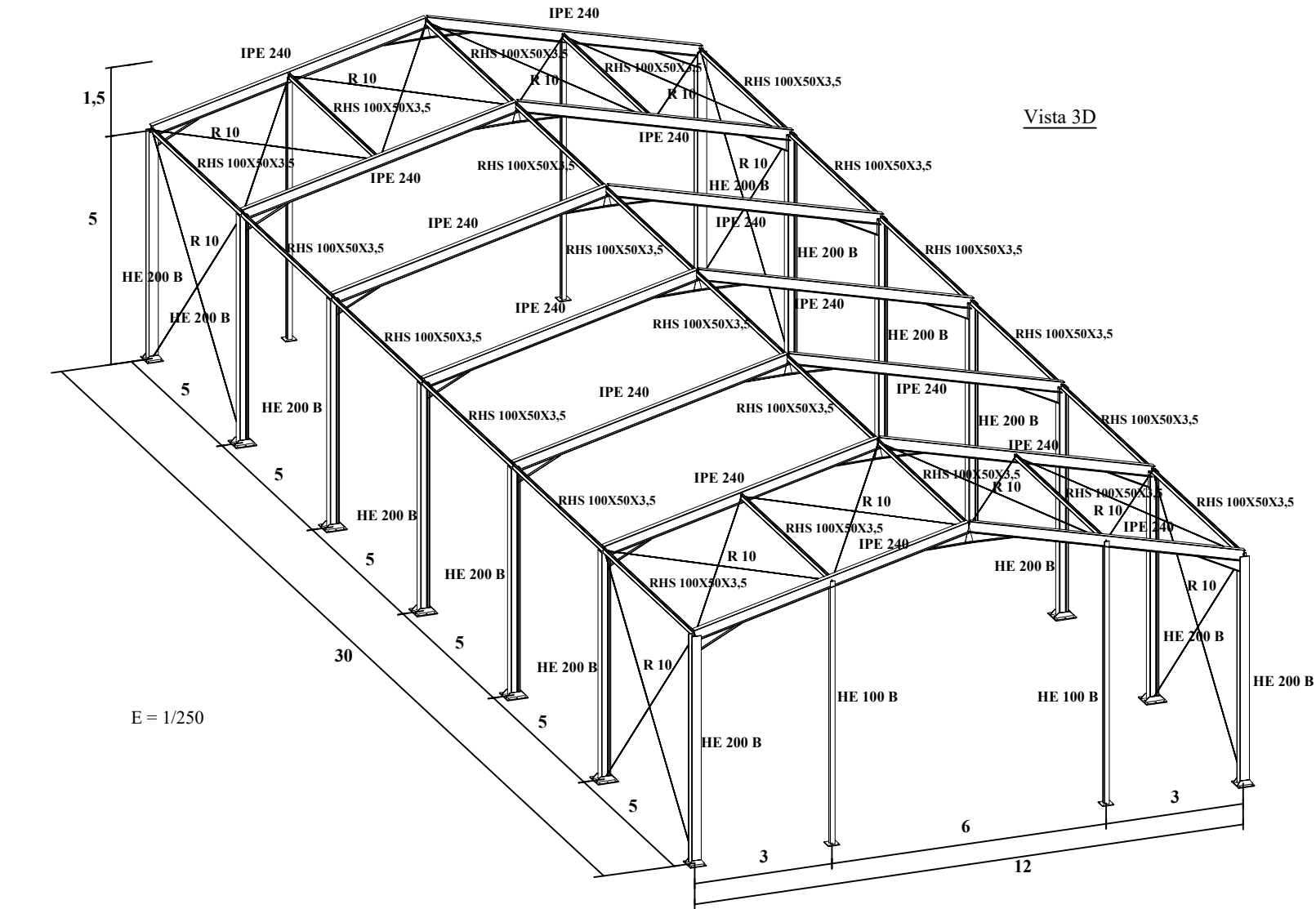
Pórtico longitudinal



Pórtico hastial

E = 1/150

Pórtico central



Vista 3D

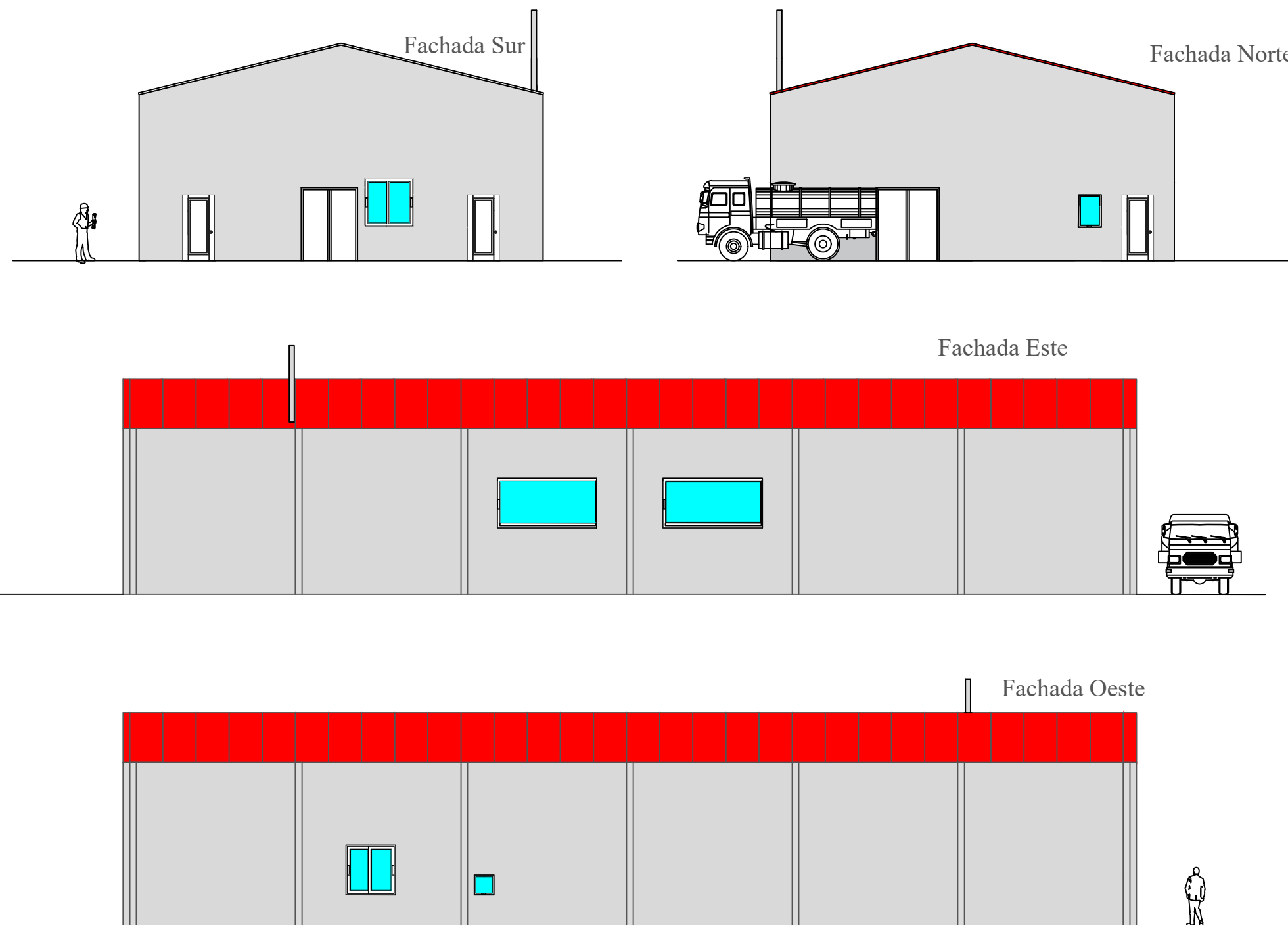
Medición superficies a pintar-acero laminado

Perfil	Superficie unitaria (m2/m)	Longitud (m)	Superficie (m2)
HE 200 B	1,182	70	82,74
HE 100 B	0,588	23	13,524
IPE 240, simple con cartelas	1,101	86,585	95,315
RHS 100x50x3.5	0,288	110	31,648
R 10	0,031	150,632	4,732
TOTAL			227,959

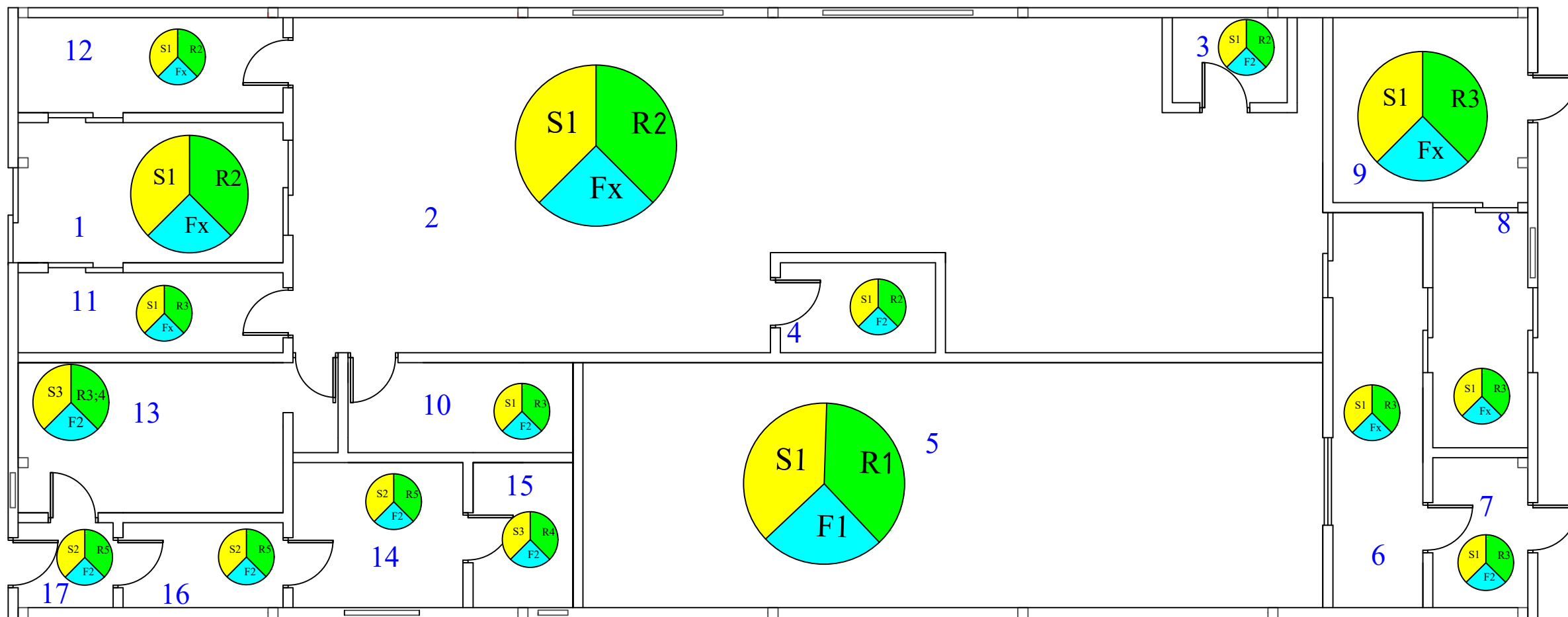
Resumen medición estructura metálica

Material	Perfil	Longitud (m)	Volumen (m3)	Peso (kg)
	HE 200 B	70	0,547	4291,6
	HE 100 B	23	0,06	469,43
Acero Laminado	IPE 240, simple con cartelas	86,585	0,559	3066,07
S275 (UNE-EN 10025-2)	RHS 100x50x3.5	110	0,107	836,48
	R 10	150,632	0,012	92,87
	TOTAL	440,218	1,284	8756,45

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS	
TRABAJO FIN DE GRADO	
Grado en Ingeniería Alimentaria	
PROYECTO: Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimienta picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).	
PLANO: Estructura metálica: Vista 3D y secciones estructurales	
ESCALA: (A3)	El Alumno:
Indicadas	FIRMADO: Antonio Monreal Siulik
Nº: 09	
FECHA: 07/07/25	



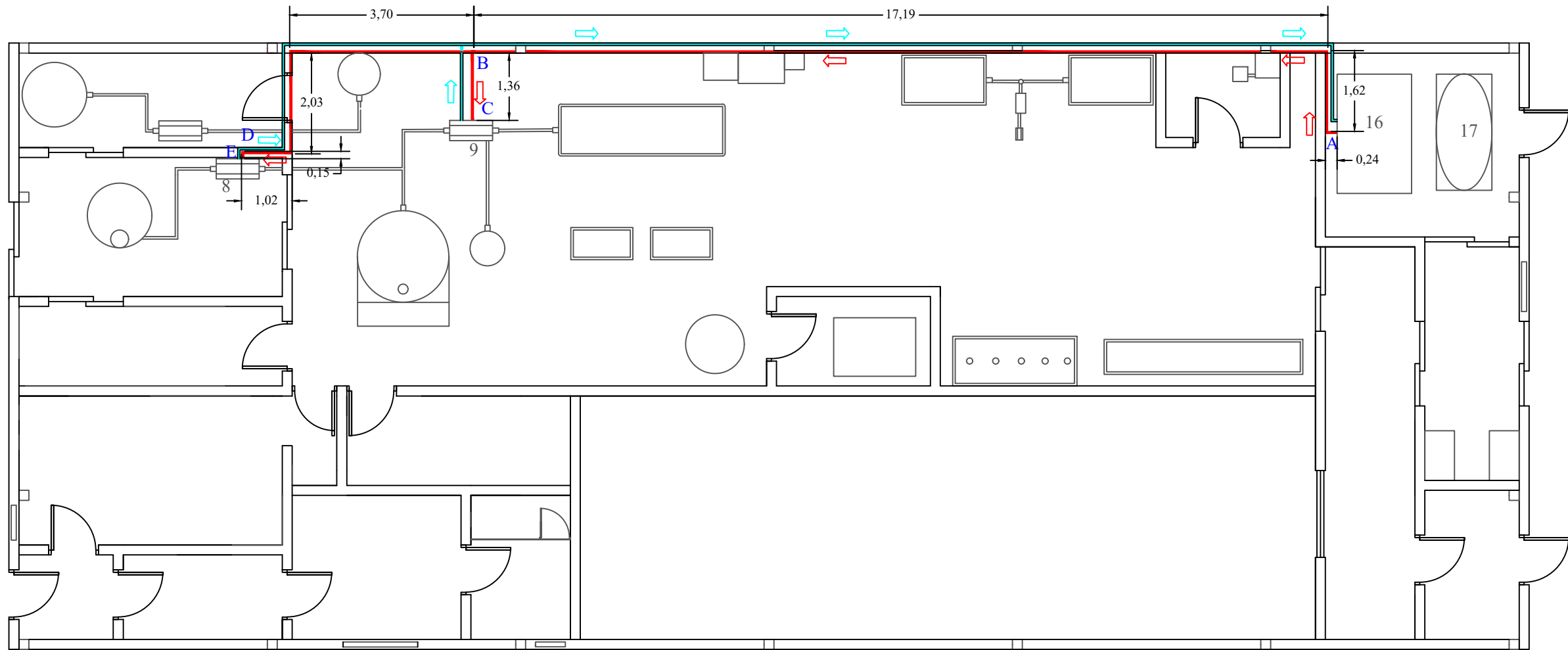
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID		
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS		
TRABAJO FIN DE GRADO		
Grado en Ingeniería Alimentaria		
PROYECTO: Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimiento picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).		
PLANO: Alzados		Nº: 10
ESCALA: (A3)	El Alumno:	
1/150	FIRMADO: Antonio monreal Siulik	FECHA: 07/07/25



Sala
1-Recepción leche
2-Procesado
3-Ahumado
4-Abastecimiento agua glicolada
5-Cámara maduración
6-Pasillo
7-Equipo de frío
8-Almacén expedición
9-Calderas
10-Laboratorio
11-Almacén materias primas
12-Expedición lactosuero
13-Baños y vestuarios personal
14-Oficina
15-Baño visitas
16-Recepción visitas
17-Entrada principal

Pared (R)	
R1	Panel Sándwich acero galvanizado con núcleo de poliuretano de 80 mm de espesor
R2	Plancha de polipropileno extruido de grado alimentario de 3 mm de espesor y color blanco.
R3	Revestimiento interior de pintura epoxi bicomponente gris, brillante y lisa
R4	Azulejo pasta blanca 30x60 cm de color blanco.
R5	Mural interior de láminas autoadhesivas multicapa de PVC, color blanco, de 1230×0,24 mm
Techo (F)	
F1	Panel Sándwich acero galvanizado con núcleo de poliuretano de 50 mm de espesor.
F2	Placas de yeso laminado revestidas con vinilo blanco (595×595 mm)
Fx	Sin falso techo
Suelo (S)	
S1	Pavimento continuo de poliuretano-cemento en color gris claro, resistente, antideslizante, impermeable y de fácil limpieza.
S2	Pavimento laminado de lamas 1200×190 mm, con tablero HDF y acabado decorativo en pino, protegido con capa plástica
S3	Pavimento de mosaico cerámico de vidrio (teselas 25×25×5 mm) montado sobre malla, con soporte y rejuntado de mortero cementoso mejorado.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID	
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS	
TRABAJO FIN DE GRADO	
Grado en Ingeniería Alimentaria	
PROYECTO: Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimiento picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).	
PLANO: Acabados de suelo, paredes y techo	Nº: 11
ESCALA: (A3) 1/100	
El Alumno: 	FECHA: 07/07/25
FIRMADO: Antonio Monreal Siulik	



TRAMO A-B: Tramo de instalación principal desde el generador hasta la derivación para el intercambiador de calor correspondiente a la pasteurización.

Accesorios: 2 codos 90°, 4 codos 45°, válvula de compuerta abierta, té confluencia de ramal (paso recto), válvula de retención de batiente, válvula de paso recto y asiento inclinado.

TRAMO B-C: Tramo de instalación secundaria desde la primera derivación hasta el intercambiador de calor correspondiente a la pasteurización

Accesorios: 2 codos 90°, válvula de compuerta abierta, válvula de retención paso escuadra

TRAMO B-D: Tramo de instalación principal desde la primera derivación hasta la segunda derivación para el intercambiador de calor correspondiente a la termización

Accesorios: codo 90°, codo 45°, té confluencia de ramal (paso recto), válvula de compuerta abierta, válvula de retención de batiente, válvula de paso recto y asiento inclinado.

TRAMO D-E: Tramo de instalación secundaria desde la segunda derivación hasta el intercambiador de calor correspondiente a la termización

Accesorios: 2 codos 90°, válvula retención paso escuadra

Flujos

Vapor de agua saturado: █

Retorno condensados: █

Equipos

9-Intercambiador encargado pasteurización

8-Intercambiador encargado termización

16-Caldera

17-Tanque de combustible

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Alimentaria

PROYECTO: Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimiento picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).

PLANO: Distribución vapor saturado y retorno condensados

ESCALA: (A3)

1/100

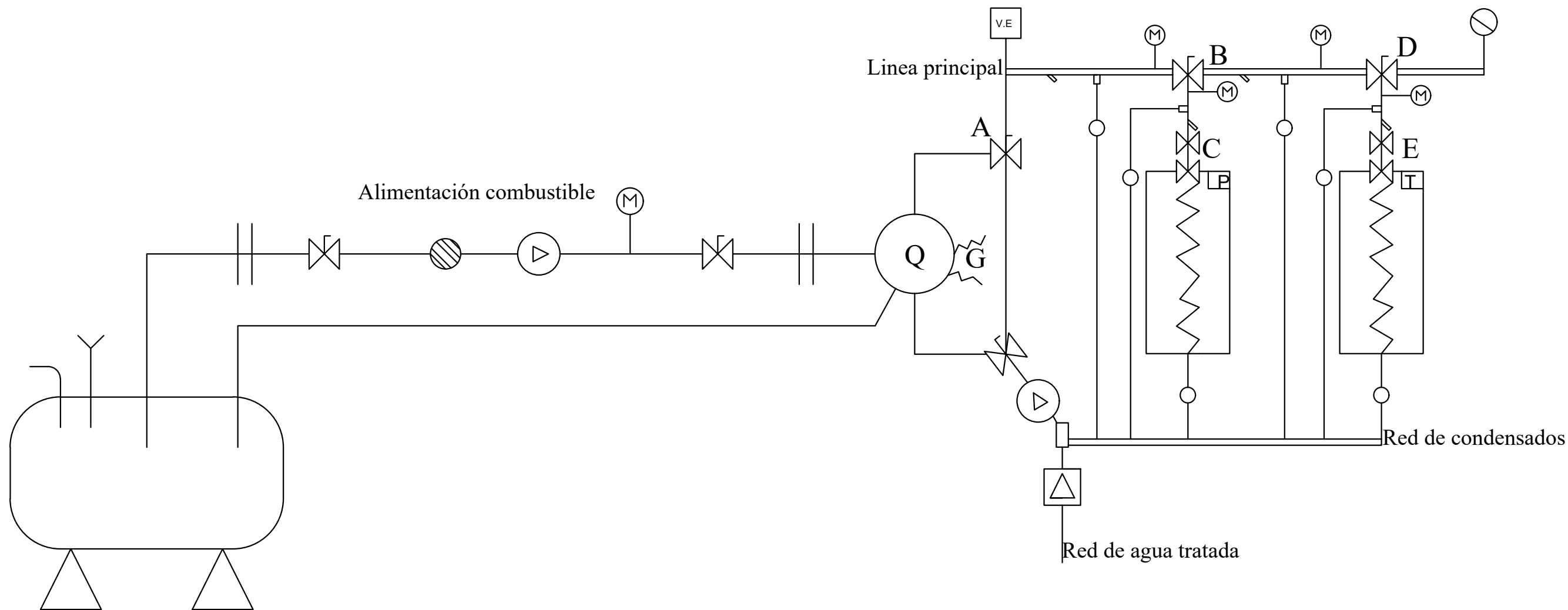
El Alumno:

FIRMADO: Antonio Monreal Siulik

Nº: 12

FECHA:

07/07/25



Leyenda componentes de la instalación					
	Depósito de combustible		Valvulería		Disipador carga electrostática
	Quemador		Bombeo		Venteo
	Generador		Manómetro		Vaso de expansión
	Purgadores equipos		Purgador de aire		Filtros
			Tamiz		Purgadores en línea

Tramos identificados
Línea principal: Tramo A-B, Tramo B-D
Línea secundaria: Tramo B-C, Tramo D-E

Equipos
P: Intercambiador encargado pasteurización
T: Intercambiador encargado termización

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS		
TRABAJO FIN DE GRADO Grado en Ingeniería Alimentaria		
PROYECTO: Diseño y dimensionamiento de una quesería para la producción de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimiento picante en el municipio de Calahorra (La Rioja).		
PLANO: Esquema diseño instalación de vapor		Nº: 13
ESCALA: (A3)	El Alumno:	
S/N	FIRMADO: Antonio Monreal Siulik	FECHA: 07/07/25



DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES



Índice

1	INTRODUCCIÓN	1
2	DISPOSICIONES GENERALES.....	1
2.1	Obras de objeto del presente proyecto.....	1
2.2	Obras accesorias	1
2.3	Documentos que definen las obras	2
2.4	Compatibilidad y relación entre los documentos	2
2.5	Director de la obra	3
2.6	Disposiciones a tener en cuenta	3
3	PLIEGO CONDICIONES ÍNDOLE TÉCNICA	5
3.1	Condiciones generales	5
3.1.1	Calidad de los materiales	5
3.1.2	Pruebas y ensayos de materiales.....	5
3.1.3	Materiales no consignados en proyecto.	5
3.1.4	Condiciones generales de ejecución.	5
3.1.5	Replanteo.....	5
3.2	Condiciones que han de cumplir los materiales	6
3.2.1	Materiales para hormigones y morteros.....	6
3.2.2	Hormigones para cimentación y solera.....	8
3.2.3	Acero de alta adherencia en redondos para armaduras	9
3.2.4	Acero para estructuras metálicas	9
3.3	Movimiento de Tierras: Desbroce y Limpieza del Terreno	10
3.4	Zanjas y Pozos.....	11
3.5	Solera	12
3.6	Aislamiento térmico	13
3.7	Cerramientos	14
3.8	Paneles	14



3.9	Revestimientos, guarnecidos, enlucidos y enfoscados	15
3.10	Falsos techos	16
3.11	Carpintería.....	17
3.11.1	Puertas de perfiles de aluminio.....	17
3.11.2	Ventanas	17
3.12	Maquinaria	19
3.13	Obras o Instalaciones no Especificadas.	20
4	PLIEGO CONDICIONES ÍNDOLE FACULTATIVA.....	21
4.1	Delimitación general de funciones técnicas.....	21
4.1.1	Ingeniero director.....	21
4.1.2	Coordinador de seguridad y salud	21
4.1.3	Constructor	22
4.1.4	Promotor-Coordinador de gremios	23
4.2	Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista.....	23
4.2.1	Verificación de los documentos del proyecto.....	23
4.2.2	Oficina en la obra.....	23
4.2.3	Representación del contratista	23
4.2.4	Presencia del constructor en la obra	24
4.2.5	Trabajos no estipulados expresamente.....	24
4.2.6	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto	24
4.2.7	Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa	25
4.2.8	Recusación por el contratista del personal nombrado por el ingeniero ..	25
4.2.9	Faltas del personal	25
4.3	Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares.....	25
4.3.1	Camino y accesos	25
4.3.2	Replanteo.....	26



4.3.3	Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos	26
4.3.4	Orden de los trabajos	26
4.3.5	Facilidades para otros contratistas	26
4.3.6	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor	27
4.3.7	Prorroga por causa de fuerza mayor	27
4.3.8	Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	27
4.3.9	Condiciones generales de ejecución de los trabajos	27
4.3.10	Obras ocultas	27
4.3.11	Trabajos defectuosos.....	28
4.3.12	Vicios ocultos	28
4.3.13	De los materiales y de los aparatos. Su procedencia	28
4.3.14	Presentación de muestras	29
4.3.15	Materiales no utilizables	29
4.3.16	Materiales y aparatos defectuosos	29
4.3.17	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	29
4.3.18	Limpieza de las obras.....	30
4.3.19	Obras sin prescripciones	30
4.4	RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS	30
4.4.1	Recepciones provisionales	30
4.4.2	Documentación final de la obra.....	30
4.4.3	Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra.....	31
4.4.4	Plazo de garantía.....	31
4.4.5	Conservación de las obras recibidas provisionalmente	31
4.4.6	Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida	31
5	PLIEGO CONDICIONES INDOLE ECONÓMICA	32
5.1	Principio general.....	32
5.2	Fianzas y garantías	32



5.2.1	Fianza provisional.....	32
5.2.2	Ejecución de trabajos con cargo a la fianza	32
5.2.3	De su devolución en general	32
5.2.4	Devolución de la fianza o garantía en el caso de efectuarse recepciones parciales 33	
5.3	Los precios	33
5.3.1	Composición de los precios unitarios	33
5.3.2	Beneficio industrial.....	34
5.3.3	Precio de ejecución material.....	34
5.3.4	Precio de contrata	34
5.3.5	Precios de contrata. Importe de contrata	34
5.3.6	Precios contradictorios	34
5.3.7	Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios	34
5.3.8	Revisión de los precios contratados.....	34
5.3.9	Acopio de materiales.....	35
5.4	Obras por administración.....	35
5.4.1	Obra por administración directa	35
5.4.2	Obras por administración delegada o indirecta	35
5.4.3	Liquidación de obras por administración.....	36
5.4.4	Abono al constructor de las cuentas de administración delegada	37
5.4.5	Normas para la adquisición de los materiales y aparatos.....	37
5.4.6	Responsabilidad del constructor por bajo rendimiento de los obreros ...	37
5.4.7	Responsabilidades del constructor.....	38
5.5	Valoración y abono de los trabajos.....	38
5.5.1	Formas varias de abono de las obras	38
5.5.2	Relaciones valoradas y certificaciones	39
5.5.3	Mejoras de obras libremente ejecutadas	39



5.5.4	Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	40
5.5.5	Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados 40	
5.5.6	Pagos	40
5.5.7	Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía	41
5.6	Indemnizaciones mutuas.....	41
5.6.1	Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras	41
5.6.2	Demora de los pagos.....	41
5.7	Varios	42
5.7.1	Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios	42
5.7.2	Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	42
5.7.3	Seguro de las obras	42
5.7.4	Conservación de la obra.....	43
5.7.5	Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor	43
6	PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE LEGAL	44
6.1	Jurisdicción	44
6.2	Accidentes de trabajo y daños a terceros	44
6.3	Pagos de arbitrios	45
6.4	Causas de rescisión del contrato.....	45
6.5	Adquisición de la maquinaria.....	46
6.6	Comprobación de la maquinaria	46
6.7	Comprobaciones.....	46
6.8	Modificaciones	46
6.9	Disposición final.....	46



1 INTRODUCCIÓN

El presente pliego tiene por objeto establecer las condiciones generales, técnicas y económicas que regirán la ejecución de las obras correspondientes al proyecto de construcción de la nave industrial destinada a una quesería, así como las instrucciones que emita la Dirección Facultativa durante el desarrollo de estas.

2 DISPOSICIONES GENERALES

2.1 Obras de objeto del presente proyecto

Se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente proyecto, así como todas las obras para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documento adjuntos.

2.2 Obras accesorias

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos. Las obras accesorias, se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán sobre la base de los proyectos que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule la Dirección Facultativa de la Obra. Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obra o instalaciones que no se encuentren descritas en este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Director de Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo. La Dirección Facultativa de la Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello dé derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.



2.3 Documentos que definen las obras

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- 1º.- Las condiciones fijadas en el propio documento de Contrato.
- 2º.- El Pliego de Condiciones Particulares.
- 3º.- El presente Pliego General de Condiciones.
- 4º.- El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuestos).

El presente proyecto se refiere a una obra de nueva construcción, siendo por tanto susceptible de ser entregada al uso a que se destina una vez finalizada la misma. Las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

2.4 Compatibilidad y relación entre los documentos

En caso de existir omisiones, contradicciones o incompatibilidades entre los distintos documentos que conforman el presente Proyecto, se seguirá el siguiente criterio de prelación:

-Documento N.º 2-Planos:

Tendrá prioridad sobre el resto de los documentos en lo relativo a dimensiones. En caso de discrepancia, prevalecerán las cotas indicadas sobre las medidas obtenidas por escala.

-Documento N.º 3-Pliego de Condiciones:

Prevalecerá en todo lo relativo a materiales a emplear, procedimientos de ejecución, medición y valoración de las obras.

-Omisiones entre documentos:



Cualquier elemento indicado en uno de los documentos (planos o pliego) y omitido en el otro, se considerará incluido implícitamente en ambos, y deberá ejecutarse como si estuviera expresamente indicado en todos ellos.

-Valoraciones de obra:

En lo que respecta a precios unitarios, las valoraciones de obra prevalecerán sobre cualquier otro documento del Proyecto.

2.5 Director de la obra

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Agrónomo o, en su defecto, a un Graduado en Ingeniería Alimentaria o Graduado en Ingeniería Agrícola, cuyas competencias estén alineadas con la naturaleza del proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Director de obra, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia. Los colaboradores del Director de obra poseerán la titulación de Arquitecto, Arquitecto Técnico, Ingeniero, Grado o Ingeniero Técnico. No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Director de Obra, quién una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de comenzar la obra. El contratista proporcionará al director de las obras y a sus subalternos y delegados, toda clase de facilidades para realizar los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas que estimen convenientes con el objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones Técnicas.

2.6 Disposiciones a tener en cuenta

Con el objetivo de garantizar la seguridad de la industria, del proceso productivo y su correcto funcionamiento, se aplicarán a continuación las normativas que se detallan.

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.
- Orden HFP/1298/2017, de 26 de diciembre, sobre límites de contratos del sector público.
- Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para Contratación de Obras del Estado. (Vigente como norma supletoria, mientras no contradiga la Ley 9/2017).
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.



- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código estructural.
- Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (RSIF).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.



3 PLIEGO CONDICIONES ÍNDOLE TÉCNICA

3.1 Condiciones generales

3.1.1 Calidad de los materiales

Todos los materiales por emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción. Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con Reglamento (UE) nº 305/2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, así como cualquier otra disposición europea o nacional que resulte de aplicación.

3.1.2 Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

3.1.3 Materiales no consignados en proyecto.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

3.1.4 Condiciones generales de ejecución.

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7 Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre.

3.1.5 Replanteo

Antes de dar comienzo las obras, el Director de Obra, auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Contratista o de su representante, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo. Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y



órdenes del Director de Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias

en presencia del Contratista o de su representante. El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

3.2 Condiciones que han de cumplir los materiales

3.2.1 Materiales para hormigones y morteros

-Cemento

El cemento empleado deberá cumplir con lo establecido en el Código Estructural (Real Decreto 470/2021), y con las normas UNE-EN 197-1 y demás normas UNE aplicables. Se utilizarán cementos con una clase resistente de 32,5 MPa o superior, seleccionando el tipo adecuado según el uso previsto, conforme a los requisitos definidos en el citado código. No se permitirá el uso de cementos de albañilería en la fabricación de hormigón estructural.

Los cementos comunes deberán estar acompañados de un certificado de conformidad con el marcado CE emitido por organismo notificado y la correspondiente declaración del fabricante. En otros casos, se requerirá certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios aplicables. El suministro deberá incluir albarán con los datos exigidos en la RC-08.

Cuando el cemento se entregue en sacos, deberá llegar en envases cerrados, sin sobrecalentamiento y almacenarse en lugares ventilados, protegidos de la humedad y la intemperie. El almacenamiento máximo será de 3 meses para cementos clase 32,5, de 2 meses para clase 42,5, y de 1 mes para clase 52,5. Superados estos plazos, deberán realizarse ensayos para verificar su idoneidad conforme a la RC-08.

Para hormigones en contacto con suelos o aguas con alto contenido en sulfatos (>3.000 mg/kg o >600 mg/l, respectivamente), así como en obras expuestas al agua del mar, se utilizarán cementos resistentes a sulfatos o específicos para ambientes marinos. En todos los casos, se optará por el cemento de menor clase resistente compatible con las exigencias estructurales del hormigón.

-Agua

El agua empleada para el amasado y curado del hormigón cumplirá con los requisitos establecidos en el Código Estructural (Real Decreto 470/2021). Esta no contendrá



sustancias que puedan afectar negativamente a las propiedades del hormigón o comprometer la protección de las armaduras frente a la corrosión. En caso de utilizar aguas no potables, sin antecedentes de uso o cuando existan dudas sobre su idoneidad, deberá realizarse un análisis que asegure el cumplimiento de los límites especificados en el Código Estructural respecto al pH, contenido en sulfatos, iones cloruro, materia orgánica y otras sustancias disueltas. Se prohíbe expresamente el uso de agua de mar o de características salinas similares para el amasado o curado de hormigón armado.

-Áridos

Los áridos utilizados en la fabricación de hormigón cumplirán las condiciones establecidas en el Código Estructural (Real Decreto 470/2021), así como en la norma armonizada UNE-EN 12620. Se podrán emplear áridos naturales (gravas rodadas o machacadas, arenas) y áridos artificiales, como escorias siderúrgicas, siempre que dispongan del marcado CE y cumplan los requisitos físico-mecánicos, químicos, granulométricos y de forma exigidos. En caso de duda sobre la calidad del árido, el fabricante deberá realizar ensayos de identificación (mineralógicos, físicos o químicos). Las escorias deberán demostrar estabilidad previa y no se admitirán áridos con contenido en sulfuros oxidables. Todo suministro deberá ir acompañado de su hoja de suministro, disponible para la Dirección Facultativa, incluyendo el marcado CE y la declaración de conformidad del producto. Los áridos deberán almacenarse adecuadamente, evitando segregación, contaminación o alteración de su granulometría.

La utilización de áridos reciclados requerirá la autorización expresa de la Dirección Facultativa y se limitará a un máximo del 20 % en peso del total de árido, procedente exclusivamente de hormigón reciclado, cumpliendo los requisitos del Capítulo 63 del Código Estructural. El uso de áridos ligeros quedará condicionado a lo previsto en dicho Código y en las correspondientes normas UNE de aplicación.

-Aditivos

Los aditivos que se incorporen al hormigón deberán cumplir con lo establecido en el Código Estructural (Real Decreto 470/2021), así como con la norma armonizada UNE-EN 934-2. Entre los tipos de aditivos más habituales se incluyen los reductores de agua, modificadores del fraguado, inclusores de aire y aditivos multifuncionales.



El fabricante deberá garantizar que el aditivo cumple su función en las dosis y condiciones recomendadas, sin afectar negativamente las propiedades del hormigón ni comprometer la protección de las armaduras. Cada producto deberá estar etiquetado correctamente, disponer del marcado CE y contar con la declaración de prestaciones conforme al Reglamento (UE) Nº 305/2011 de productos de construcción.

Los aditivos se almacenarán y transportarán en condiciones que eviten su contaminación o degradación por factores físicos, químicos o ambientales. Su uso requerirá, en todo caso, la autorización previa de la Dirección Facultativa, y su incorporación a la mezcla deberá realizarse siguiendo estrictamente las especificaciones del fabricante. Cuando esté previsto añadir aditivos directamente en obra, el suministrador del hormigón deberá ser informado previamente y dicha operación deberá estar controlada y documentada.

3.2.2 Hormigones para cimentación y solera

Divididos en hormigón de limpieza y hormigones armados y encofrados. Todos ellos son mezcla de cemento, arena, grava y agua en diferentes proporciones dependiendo del requerimiento. El de limpieza se vierte para la cimentación, aplicando una capa de unos 10 cm., y 30 cm. para la solera, y sobre él apoyarán además todas las armaduras de cimentación. Antes de verter el hormigón, deberá refinarse y limpiarse el fondo de la excavación, haciendo regular su superficie y compactándola lo máximo posible. Por otra parte, el hormigón armado y encofrado se utiliza para las zapatas y los muros, aunque en nuestro caso no se van a colocar muros de hormigón, ya que todos serán de panel sándwich o de chapa si se introdujese esa modificación. Para las zapatas, elementos que se asentará sobre el terreno, se deberá hacer un estudio geotécnico previo, calcular la armadura que se le debe colocar para tener las características resistentes que se desean para la nave. No obstante, toda la información necesaria para los trabajos de hormigonado de la obra, vendrán regidos por la siguiente normativa de obligado cumplimiento:

Código Estructural (Real Decreto 470/2021). Sustituye a EHE-08 y a la instrucción EFHE.

CTE DB-SE-C (Seguridad estructural – Cimientos).

CTE DB-HS 1 (Salubridad – Protección frente a la humedad).

CTE DB-SI si hay exigencias de resistencia al fuego en muros.

REBT (RD 842/2002), para puesta a tierra.



UNE-EN 10080:2006, para acero corrugado.

UNE-EN 13707:2013+A2:2017, para láminas bituminosas (si aplica).

3.2.3 Acero de alta adherencia en redondos para armaduras

Se aceptarán aceros de alta adherencia para armaduras de hormigón armado que cumplan con la norma UNE-EN 10080 y lleven el marcado CE, conforme al Reglamento (UE) 305/2011. Estos aceros deberán estar identificados con marcas indelebles para evitar confusiones en su uso y no presentarán defectos como ovalaciones, grietas o mermas de sección superiores a las tolerancias establecidas en las normas aplicables. El módulo de elasticidad será igual o superior a 200 GPa (2,000,000 kg/cm²), con un límite elástico mínimo de 400 MPa (4,080 kg/cm²) para aceros tipo B400S o de 500 MPa (5,100 kg/cm²) para aceros tipo B500S, y una resistencia a tracción no inferior a 1.08 veces el límite elástico, según el Código Estructural (Real Decreto 470/2021). Los productos deberán acompañarse de una declaración de prestaciones que certifique su conformidad con los requisitos técnicos y de durabilidad establecidos.

3.2.4 Acero para estructuras metálicas

Los aceros deberán transportarse de manera segura, evitando deformaciones permanentes y reduciendo al mínimo los posibles daños superficiales. Los elementos deben protegerse adecuadamente en los puntos de eslingado para prevenir deterioros durante el izado. Aquellos componentes prefabricados que deban almacenarse antes de su transporte o montaje deberán apoyarse por encima del terreno, sin contacto directo con el mismo y evitando acumulaciones de agua. Asimismo, deberán mantenerse limpios y dispuestos de forma que se impidan deformaciones permanentes.

En el caso de piezas que lleguen a obra con imprimación antioxidante, se verificará que la preparación superficial sea grado SA2½ conforme a la norma UNE-EN ISO 8501-1. Estas deberán haber recibido en taller dos capas de imprimación anticorrosiva, libre de plomo y cromatos, con un espesor mínimo de película seca de 35 micras por capa. Quedarán excluidas de este tratamiento las zonas destinadas a soldadura en obra, en una franja de 100 mm desde el borde de la unión. Para las piezas con acabado galvanizado, se comprobará que el recubrimiento de zinc sea homogéneo y continuo, sin presentar grietas, exfoliaciones ni desprendimientos.



En el momento de la recepción, el suministro de perfiles laminados deberá ir acompañado de una hoja en la que consten, al menos, los siguientes datos: identificación del proveedor, número de la declaración de prestaciones (cuando aplique el marcado CE), número de serie de la hoja de suministro, nombre de la fábrica, identificación del peticionario, fecha de entrega, cantidad y dimensiones del acero suministrado según su tipo y geometría, designación del tipo de acero, y, en su caso, la posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido. También deberá indicarse el lugar de suministro. En productos planos, salvo pacto en contra, el estado de suministro de perfiles de los tipos S235, S275 y S355 (grado JR) quedará a elección del fabricante.

Las características exigidas al acero deberán comprobarse conforme a la normativa vigente mediante los ensayos pertinentes. Si los materiales han permanecido almacenados durante periodos prolongados o en condiciones poco favorables, deberán ser revisados antes de su utilización para asegurar que conservan las propiedades necesarias. En caso de aceros resistentes a la corrosión atmosférica, podría ser necesario realizar un chorreado previo que garantice una base uniforme para su exposición ambiental.

El almacenamiento de los productos deberá realizarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, cuando estas existan. No se permitirá la utilización de materiales que hayan superado la vida útil especificada por el fabricante para su conservación en almacén. Durante la ejecución en obra se cumplirán todas las medidas de seguridad pertinentes, especialmente en el manejo y montaje de estructuras metálicas, debiendo estar el personal cualificado y autorizado para tales tareas.

3.3 Movimiento de Tierras: Desbroce y Limpieza del Terreno

El desbroce y limpieza de terreno consiste en eliminar árboles, plantas, tocones, maleza, escombros y basura en áreas destinadas a edificación, usando maquinaria adecuada y excavando la capa superficial del terreno. Se realizará un replanteo previo para marcar niveles y espesores. Los trabajos protegerán construcciones cercanas, preservarán vegetación indicada y eliminarán tocones y raíces mayores de 10 cm hasta 50 cm bajo la rasante o 15 cm bajo la superficie natural, rellenando y compactando huecos. La madera no requiere troceado menor a tres metros, y se minimizarán molestias en áreas habitadas. Se inspeccionará visualmente el cumplimiento del proyecto, verificando la profundidad de excavación ($\pm 0,00$) y la nivelación. Se cumplirán el Código Técnico de la Edificación (CTE), Normativa Técnica Complementaria (NTE) y normas de seguridad. Las



maniobras de maquinaria serán supervisadas, prohibiendo personal cerca, señalizando salidas de camiones, manteniendo maquinaria, cubriendo cargas y respetando distancias de seguridad con líneas eléctricas y entre máquinas (30 m). La medición será en metros cuadrados según planos del proyecto.

3.4 Zanjas y Pozos

Quedan incluidas dentro de este apartado las tareas necesarias para ejecutar las zanjas y pozos destinados a la cimentación, drenaje, saneamiento, abastecimiento, etc. Realizados con medios manuales o mecánicos con anchos de excavación máximos de 2 m y 7 m de profundidad.

Previo a los trabajos de excavación, la dirección facultativa deberá tener aprobado el replanteo, para lo cual este ha de estar definido en obra mediante camillas y cordeles.

El contratista deberá conocer la situación de las instalaciones existentes tanto en el subsuelo como aéreas con el fin de mantener la distancia de seguridad requerida para evitar accidentes. En esta misma línea se valorarán las cimentaciones Próximas para evitar descalces o desprendimientos. Se protegerán los elementos de servicio público que pudieran ser afectados por la excavación.

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista (instalaciones, rocas...) o construcciones que traspasen los límites del vaciado se comunicará a la Dirección Facultativa antes de continuar con las excavaciones.

Se tomarán las medidas necesarias para que no caigan materiales de excavados y otros a la zanja o pozo.

Se inspeccionarán las zanjas cada 20 m o fracción y los pozos cada unidad.

Durante la excavación se controlarán los terrenos atravesados, compacidad, cota de fondo, excavación colindante o medianerías, nivel freático y entibación.

Una vez terminada la excavación se comprobarán las formas, dimensiones, escuadrías, cotas y pendientes exigidas rechazando las irregularidades superiores a las tolerancias admitidas que se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la Dirección Facultativa.

Las tolerancias máximas admisibles serán:

-Replanteo: 2,5% en errores y ± 10 cm en variaciones.



-Formas y dimensiones: ± 10 cm

-Refino de taludes: 15 cm

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición se calculará según los perfiles teóricos de excavación según el tipo de terreno excavado, considerando la profundidad necesaria de excavación realizada.

Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo, así como las condiciones relativas a los materiales, control de ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas.

3.5 Solera

La capa resistente estará constituida por hormigón en masa o armado, colocada sobre el terreno natural o sobre un enchado de material de relleno. Su superficie podrá quedar vista o recibir un revestimiento de acabado.

El constructor deberá implementar un sistema de gestión de materiales, productos y elementos que garantice la trazabilidad, conforme a lo establecido en los artículos 97 a 103 del Código Estructural (Real Decreto 470/2021).

El vertido del hormigón se realizará con el espesor especificado en el proyecto, sobre el terreno previamente limpiado y compactado, sobre la capa de enchado o, en caso de existir, sobre la lámina impermeabilizante.

Antes del vertido, se colocarán separadores alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, con una altura igual al espesor de la capa de hormigón.

Si la capa lleva mallazo, este se situará en el tercio superior del espesor del hormigón. En caso de utilizar fibras de acero como refuerzo, se llevará a cabo un vibrado adecuado para evitar que las fibras queden en la superficie.

Se realizarán juntas de retracción con un ancho entre 0,5 y 1 cm, separadas a una distancia máxima de 6 metros y con una profundidad equivalente a un tercio del espesor de la capa.

El curado del hormigón se efectuará con especial cuidado, siguiendo las indicaciones del artículo 74 del Código Estructural (Real Decreto 470/2021)



Como control de calidad, cada 100 m² (o fracción) se inspeccionará la compactación del terreno, el espesor de la solera y la planeidad media mediante regla de 3 metros.

Asimismo, se verificará la separación entre juntas y, cada 10 metros de junta, se comprobarán su espesor y altura. Las tolerancias máximas admisibles serán las establecidas en el Anejo 13 del Código Estructural (Real Decreto 470/2021).

3.6 Aislamiento térmico

Estos materiales se utilizan para reducir las pérdidas térmicas, minimizar la diferencia de temperatura superficial interior entre paredes y ambiente, evitar la condensación y limitar la propagación del ruido a través de cerramientos, conductos, forjados, cubiertas, entre otros.

El aislamiento puede estar compuesto por fibras minerales, poliuretano, poliestireno expandido o extruido, y presentarse en forma rígida, semirrígida, flexible, granular, pastosa o pulverulenta.

La instalación del aislamiento se realizará conforme a las indicaciones del fabricante, el proyecto y la dirección facultativa. La colocación de aislamiento térmico en aparatos, equipos y conducciones deberá ajustarse a la norma UNE 100171.

La superficie de aplicación debe estar limpia, seca y sin defectos como fisuras, resaltes u oquedades. El aislamiento debe cubrir toda la superficie de forma continua, sin huecos, grietas o espesores irregulares, evitando la aparición de puentes térmicos o acústicos mediante el correcto sellado de juntas.

Cuando el aislamiento se ubique en cámara, deberá cubrir toda la superficie. Si no rellena todo el ancho, deberá fijarse a una de las hojas para evitar desplazamientos.

El aislamiento debe protegerse adecuadamente contra la radiación solar y otros agentes climáticos para evitar su deterioro.

El fabricante aportará ensayos de laboratorio que certifiquen las propiedades del material. Los productos se suministrarán con etiqueta identificativa y, en caso de disponer de sellos o marcas de calidad que acrediten el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (Documento Básico de Ahorro de Energía), no será necesario realizar ensayos adicionales.



Se realizarán inspecciones para verificar que el aislamiento se ha colocado correctamente, conforme a proyecto y dirección facultativa, asegurando la ausencia de puentes térmicos y acústicos, así como la adecuada ventilación de la cámara de aire.

Si en el presupuesto o contrato no se especifican otros criterios, la medición y valoración se realizará en función de la superficie o longitud ejecutada.

3.7 Cerramientos

Hace referencia a los cerramientos exteriores de la nave, garantizando estanqueidad respecto a los agentes atmosféricos y proporcionando el adecuado aislamiento térmico y acústico, para lo cual debe venir especificado el tipo de cerramiento en los planos y memoria de carpintería. Durante toda la ejecución, se seguirá obligatoriamente el CTE DB-HE, el CTE DB-HR y el CTE DB-SI, así como las normas UNE aplicables a estos casos. Siempre que por cualquier tipo de causa se tenga que parar o posponer los trabajos, todos los cerramientos se arriostrarán para garantizar que no colapsen en algún momento. Habrá un técnico competente que será el encargado de inspeccionar las posibles figuraciones o desplomes que puedan producirse, y dictará su importancia y solución adoptada.

3.8 Paneles

Las fachadas de la nave estarán formadas por paneles sándwich prefabricados de hormigón armado, compuestos por una capa estructural exterior, aislamiento térmico intermedio y una capa interior. Este sistema garantiza la estanqueidad, el aislamiento térmico y acústico, y una adecuada resistencia mecánica. Se podrán admitir modificaciones en su diseño y ejecución, siempre que se ajusten a lo establecido en el pliego de condiciones y cuenten con la debida aprobación técnica.

El hormigón utilizado será de clase resistente C25/30, con áridos, cemento y aditivos conformes a la normativa vigente y con marcado CE. El aislamiento intermedio estará compuesto por poliestireno con una conductividad térmica igual o inferior a $0,035 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ y un espesor mínimo de 20 mm. Los anclajes empleados serán de acero galvanizado o inoxidable, según condiciones ambientales y requerimientos estructurales.

Los paneles tendrán un espesor mínimo de 100 mm, y las juntas serán correctamente selladas para garantizar la estanqueidad. El diseño estructural tendrá en cuenta las cargas actuantes, dimensionado conforme al Código Técnico de la Edificación y demás criterios



estructurales aplicables. Los anclajes se colocarán en puntos optimizados previamente definidos, con protección anticorrosiva adecuada, y se garantizará una fijación precisa, con tolerancias máximas de ± 5 mm. Una vez instalados, las juntas serán selladas con masilla elástica resistente al exterior. La instalación será supervisada por personal técnico cualificado.

El control de calidad incluirá inspección visual de los elementos, verificación de dimensiones, comprobación de la resistencia del hormigón mediante ensayos de compresión y control del aislamiento térmico. Se rechazará cualquier elemento que presente defectos visibles o desviaciones superiores al 0,5 % respecto a lo proyectado.

Durante los trabajos de montaje, se garantizará la seguridad mediante el uso de equipos de protección individual, especialmente en trabajos en altura, y con supervisión durante las maniobras de izado y colocación. Se establecerá un plan de mantenimiento con revisiones periódicas, al menos cada dos años, y se realizarán las reparaciones necesarias bajo supervisión técnica.

3.9 Revestimientos, guarnecidos, enlucidos y enfoscados

Para la preparación y ejecución de revestimientos, guarnecidos o enlucidos, se seguirán las indicaciones de la NTE-RPG, que regula las dosificaciones de componentes, superficies aptas para recubrimiento, condiciones de acabado y limpieza, complementada por el Código Técnico de la Edificación (CTE) (Real Decreto 314/2006, modificado por Real Decreto 732/2019), particularmente los documentos básicos DB-HS y DB-HE. Además, se cumplirá la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995), el Real Decreto 1627/1997 sobre seguridad en obras, y las ordenanzas municipales o reglamentos internos de la empresa aplicables. Para los enfoscados de cemento, cal o mixtos, tanto verticales como horizontales, se aplicará el Código Estructural (Real Decreto 470/2021), la Instrucción para la Recepción de Cementos RC-16 (Real Decreto 163/2019), la NTE-RPE, y las normas UNE aplicables, como UNE-EN 998-1, asegurando un proceso completo de preparación y ejecución. Los defectos serán evaluados por un técnico competente, quien determinará su importancia y las soluciones a adoptar. El mantenimiento se realizará cada 5 años, revisando el estado de los productos y elementos decorativos o de protección aplicados sobre el enfoscado. No se admitirán anclajes o sustentación de elementos pesados sobre el enfoscado; en caso de reparaciones, se levantará la superficie afectada tras análisis técnico.



3.10 Falsos techos

Los techos interiores estarán formados por placas de escayola, cartón-yeso o placas rígidas de vidrio celular con acabado en placa vinílica, suspendidos mediante entramados metálicos, visibles o ocultos.

El fabricante o suministrador deberá garantizar documentalmente el cumplimiento del marcado CE. Para ello, cada suministro incluirá una hoja de entrega disponible en todo momento para la Dirección de la Obra, que contendrá la declaración de conformidad del producto conforme a dicho marcado. Esta documentación deberá especificar las condiciones de reacción y resistencia al fuego, emisión de amianto y formaldehído, fragilidad, resistencia a tracción por flexión, capacidad de soporte de carga, seguridad eléctrica, aislamiento y absorción acústica, conductividad térmica y durabilidad, conforme a la norma armonizada UNE-EN 13964.

En el caso de forjados con viguetas, se emplearán abrazaderas de chapa galvanizada fijadas al ala de la vigueta. Los perfiles en T de chapa se colocarán nivelados, respetando las distancias determinadas por las dimensiones de las placas y la altura prevista. Como remate, se instalarán perfiles LD de chapa sujetos mediante tacos y tornillos de cabeza plana, con una separación máxima entre ellos de 500 mm.

Las placas se colocarán comenzando por el perímetro, apoyadas sobre el ángulo de chapa y los perfiles en T, quedando unidas a tope en sentido longitudinal. Para la instalación de luminarias y otros elementos, se respetará la modulación de placas, suspensiones y arriostramiento, asegurando que el falso techo quede nivelado y plano.

En caso de colocar material aislante sobre las placas, se garantizará que se disponga de manera continua. Además, la instalación de luminarias no deberá afectar negativamente el aislamiento térmico o acústico del falso techo.

Todas las juntas perimétricas serán selladas, y el plenum cerrado especialmente en las separaciones con otras estancias.

Se inspeccionarán todos los materiales empleados, verificando tipo, composición, dimensiones, espesores, características, protección y acabados. Los materiales deberán contar con distintivos de calidad como AENOR, EWAA, EURAS u otros certificados equivalentes reconocido.



Si la Dirección Facultativa así lo dispone se harán ensayos de aspecto y dimensiones, planeidad, desviación angular, masa por unidad de superficie, humedad, resistencia a flexotracción y choque duro. El perfil laminado y chapas, se les harán ensayos de tolerancias dimensionales, límite elástico, resistencia y alargamiento de rotura, doblado simple, Resiliencia Charpy, Dureza Brinell, análisis químicos determinando su contenido en C y S. a los perfiles de aluminio anodizado se harán ensayos de medidas y tolerancias, espesor y calidad del sellado del recubrimiento anódico.

3.11 Carpintería

3.11.1 Puertas de perfiles de aluminio

Las puertas de aluminio para la nave industrial se diseñarán y ejecutarán como elementos de cerrajería que garanticen acceso seguro, estanqueidad y durabilidad, adaptándose a las aberturas definidas en los planos. Se emplearán perfiles de aluminio extrusionado de aleación EN AW-6063 T6 (UNE-EN 573-3), con acabado anodizado o lacado (UNE-EN 12206-1), resistentes a la corrosión y a las condiciones ambientales. Los vidrios, si los hubiera, serán templados o laminados de seguridad (UNE-EN 12150 o 12600), con espesor mínimo 6 mm. Las puertas incluirán herrajes de acero inoxidable (UNE-EN 10088) y sistemas de cierre certificados (UNE-EN 12209), con posibilidad de automatización (norma UNE-EN 16005 si aplica). La instalación se realizará sobre soportes nivelados, fijando los marcos con anclajes químicos o mecánicos (UNE-EN 1999-1-1) y sellando juntas con silicona neutra (UNE-EN 15651-2). La ejecución incluirá alineación precisa (± 3 mm), verificada por técnico competente, y pruebas de funcionamiento antes de la recepción. El control abarcará inspección visual, ensayos de resistencia al viento (UNE-EN 12210) y estanqueidad al agua (UNE-EN 12208), rechazando piezas con deformaciones o fallos en cierres. La seguridad exigirá trabajos en altura con arnés (Ley 31/1995) y zonas de izado delimitadas. El mantenimiento incluirá lubricación semestral y revisión anual de automatismos. La normativa aplicable será CTE DB-SI (Seguridad en caso de Incendio), CTE DB-HS (Salubridad), UNE-EN 14351-1, y ordenanzas locales.

3.11.2 Ventanas

Las ventanas de los cerramientos de huecos de fachada se realizarán con carpintería de perfiles de PVC, pudiendo ser fijas, abatibles de diversos modos o correderas, y



constituidas por una o varias hojas según diseño, garantizando la estanqueidad y el aislamiento acústico requeridos.

El cerco o premarco podrá ser de madera o tubular de acero galvanizado conformado en frío, mientras que los perfiles de PVC tendrán espesor mínimo de 18 mm en paredes, 1 mm en junquillos, y peso específico de 1,4 g, sin alabeos, fisuras ni deformaciones, con ejes rectilíneos, cumpliendo la norma UNE 113-360 XL-94.

Durante transporte y almacenaje, se protegerán contra impactos, roturas, ralladuras o deformaciones, manteniéndose ventilados y resguardados de humedad y suciedad. Los materiales puestos en obra deberán cumplir estas prestaciones o superiores, requiriendo autorización previa de la Dirección Facultativa si se proponen alternativas. La masilla elástica será permanente, no rígida, compatible con los materiales a sellar, utilizándose para el sellado perimetral. Los cercos se fijarán a la fábrica con patillas de acero galvanizado de 100 mm de longitud, separadas 250 mm de los extremos y 550 mm entre sí, con un mínimo de dos patillas por travesaño o larguero, incluyendo el perfil horizontal del cerco 1 taladro de 30 mm² en el centro y 2 a 100 mm de los extremos para desagüe. La hoja se unirá al cerco con pernios o bisagras de acero inoxidable, galvanizado o aluminio extruido, a 250 mm de los extremos, y los herrajes se fijarán con tornillos anticorrosivos (rosca PVC si aplica, o chapa/métrica para refuerzos metálicos).

Los perfiles dispondrán de certificado de calidad reconocido, pudiendo la Dirección Facultativa exigir ensayos per normas UNE para medidas, tolerancias, espesor, recubrimiento anódico, permeabilidad al aire, estanquidad al agua y resistencia al viento. Se controlará aplomado, enrasado y fijación a peana y caja de persiana, probando estanquidad al agua cada 20 unidades y verificando el mecanismo de apertura/cierre en todas, con tolerancias máximas de desplome del cerco 2 mm/m, enrasado 2 mm, altura/anchura $\pm 0,5$ mm, espesor/escuadría $\pm 0,1$ mm, alabeo/curvatura $\pm 0,5$ mm, y diferencia diagonales 5 mm (>3 m) o 3 mm (≤ 2 m). Los trabajos se realizarán con medidas de seguridad conforme a la Ley 31/1995, incluyendo arneses en altura y delimitación de zonas de izado, con revisión semestral de herrajes y sellos. La normativa aplicable será CTE DB-SI, CTE DB-HS, Catálogo de Elementos Constructivos del CTE, UNE 113-360 XL-94, UNE-EN 12209, 1999-1-1, 15651-2, y en ausencia de criterios específicos en presupuesto o contrato, se medirá la superficie por las caras exteriores del marco.



3.12 Maquinaria

La maquinaria para instalar se encuentra detalladamente especificada en la Memoria y el Presupuesto del proyecto, por lo que se remite a dichos documentos para su consulta.

Todas las partes de la maquinaria que entren en contacto con los productos a tratar deberán estar fabricadas con materiales inalterables, con superficies lisas y de fácil limpieza. De igual manera, el exterior de las máquinas deberá estar esmaltado o recubierto con materiales inalterables y diseñados sin ángulos entrantes que dificulten la limpieza.

Los elementos móviles de la maquinaria estarán provistos de dispositivos de protección adecuados para garantizar la seguridad del operador. Los rendimientos de las máquinas deberán ajustarse a los especificados en el proyecto. En caso de que una máquina no alcance el rendimiento garantizado bajo condiciones normales de trabajo, y siempre que se utilice correctamente, se deberá notificar al proveedor para que realice las correcciones necesarias. Si en el plazo de un mes no se subsanan las deficiencias, el proveedor deberá hacerse cargo de la retirada de la maquinaria, debidamente embalada y enviada a la estación más próxima, reembolsando el importe abonado o, en su defecto, suministrando una nueva máquina con el rendimiento exigido.

Será responsabilidad del proveedor asumir los gastos derivados del transporte, embalaje, seguros, derechos de aduana, riesgos e impuestos hasta que la maquinaria se encuentre en el lugar de instalación. El montaje correrá también a cargo del proveedor, aunque se requerirá que el promotor facilite elementos auxiliares como escaleras, instalación eléctrica, herramienta pesada, así como los materiales de albañilería, carpintería y cerrajería necesarios. También deberá proporcionar personal auxiliar que colabore con los técnicos especializados enviados por el proveedor.

El plazo de entrega acordado entre el promotor y el proveedor solo podrá modificarse por causas de fuerza mayor, tales como huelgas, conflictos laborales, movilizaciones militares, guerras o disturbios. En caso de retraso imputable al proveedor, se aplicará una penalización del 1% del importe total por cada semana de demora, como compensación por los perjuicios ocasionados.

El proveedor será responsable de suministrar los equipos y útiles necesarios para la realización de pruebas y verificaciones de funcionamiento, asumiendo los costes que estas generen.



Se establecerá una fecha para la realización de pruebas de cada máquina o grupo de máquinas con el fin de llevar a cabo su recepción provisional. A partir de dicha recepción se iniciará un periodo mínimo de garantía de un año, durante el cual la maquinaria deberá funcionar correctamente. El proveedor se comprometerá a reemplazar, por su cuenta, cualquier componente defectuoso debido a fallos de fabricación o instalación, así como a subsanar las anomalías que impidan el uso normal de la maquinaria.

3.13 Obras o Instalaciones no Especificadas.

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Director de Obra quién, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.



4 PLIEGO CONDICIONES ÍNDOLE FACULTATIVA

4.1 Delimitación general de funciones técnicas

4.1.1 Ingeniero director

Corresponde al Ingeniero Director:

- a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- b) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- d) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- e) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir el certificado final de la misma.
- g) Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- h) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor.
- i) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas de obligado cumplimiento y a las reglas de buenas construcciones.

4.1.2 Coordinador de seguridad y salud

Corresponde al Coordinador de seguridad y salud:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el constructor
- b) Tomas las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.



- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.
- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

4.1.3 Constructor

Corresponde al Constructor:

- a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar, antes del comienzo de las obras, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- c) Suscribir con el Ingeniero o Ingeniero Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- d) Ostentar la Jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas y trabajadores autónomos.
- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero o Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- f) Llevar a cabo la ejecución material de las obras de acuerdo con el proyecto, las normas técnicas de obligado cumplimiento y las reglas de la buena construcción.
- g) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- h) Suscribir con el Promotor el acta de recepción de la obra.



i) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

4.1.4 Promotor-Coordinador de gremios

Corresponde al Promotor-Coordinador de Gremios: Cuando el promotor, en lugar de encomendar la ejecución de las obras a un contratista general, contrata directamente a varias empresas o trabajadores autónomos para la realización de trabajos específicos de la obra, asumirá las funciones atribuidas al constructor.

4.2 Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista

4.2.1 Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor manifestará que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará por escrito las aclaraciones pertinentes.

4.2.2 Oficina en la obra

El Constructor habilitará en la obra una oficina. En dicha oficina tendrá siempre con Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Ordenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

4.2.3 Representación del contratista

El Constructor viene obligado a comunicar al promotor y a la Dirección Facultativa, la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo



momento cuantas decisiones competen a la contrata. Serán sus funciones las del Constructor según se especifica. Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos. El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará al Ingeniero o Ingeniero técnico para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

4.2.4 Presencia del constructor en la obra

El Constructor, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Ingeniero o Ingeniero Técnico, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

4.2.5 Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución. Se requerirá reformado de proyecto con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

4.2.6 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán al Constructor, pudiendo éste solicitar que se le comuniquen por escrito, con detalles necesarios para la correcta ejecución de la obra. Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase. El Constructor podrá requerir del Ingeniero o Ingeniero Técnico, según sus respectivos cometidos, las



instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

4.2.7 Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, solo podrá presentarlas, ante el promotor, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero o Ingeniero Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

4.2.8 Recusación por el contratista del personal nombrado por el ingeniero

El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte del promotor se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

4.2.9 Faltas del personal

El Ingeniero, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación. El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Contrato de obras y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

4.3 Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares

4.3.1 Caminos y accesos

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador de seguridad y salud podrá exigir su modificación o mejora.



4.3.2 Replanteo

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de estas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta. El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Ingeniero o Ingeniero Técnico y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Arquitecto, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

4.3.3 Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato suscrito con el Promotor, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato. De no existir mención alguna al respecto en el contrato de obra, se estará al plazo previsto en el Estudio de Seguridad y Salud, y si este tampoco lo contemplara, las obras deberán comenzarse un mes antes de que venza el plazo previsto en las normativas urbanísticas de aplicación. Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero o Ingeniero Técnico y al Coordinador de seguridad y salud del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

4.3.4 Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

4.3.5 Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.



4.3.6 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero, en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado. El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

4.3.7 Prorroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

4.3.8 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

4.3.9 Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones de este que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad impartan el Ingeniero o Ingeniero Técnico, o el coordinador de seguridad y salud, al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado.

4.3.10 Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, el constructor levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al



Ingeniero; otro, al Aparejador; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

4.3.11 Trabajos defectuosos

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción sin reservas del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Ingeniero o Ingeniero Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta. Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero o Ingeniero Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero de la obra, quien resolverá.

4.3.12 Vicios ocultos

Si el Ingeniero o Ingeniero Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción de la obra, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Ingeniero. Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo del Promotor.

4.3.13 De los materiales y de los aparatos. Su procedencia

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Proyecto preceptúe una procedencia determinada. Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o



acopio, el Constructor deberá presentar al Ingeniero o Ingeniero Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

4.3.14 Presentación de muestras

A petición del Arquitecto, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

4.3.15 Materiales no utilizables

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Proyecto. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero o Ingeniero Técnico, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

4.3.16 Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Arquitecto a instancias del Ingeniero o Ingeniero Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen. Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor cargando los gastos a la contrata. Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Ingeniero, se recibirán, pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

4.3.17 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán de cuenta del Constructor. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo de este.



4.3.18 Limpieza de las obras

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

4.3.19 Obras sin prescripciones

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en el Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a lo dispuesto en el Pliego General, o en su defecto, en lo dispuesto en las Normas aplicables en materia de construcción.

4.4 RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS

4.4.1 Recepciones provisionales

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero al Promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional. Esta se realizará con la intervención del Promotor, del Constructor, del Ingeniero o Ingeniero Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas. Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un Certificado Final de Obra y si alguno lo exigiera, se levantará un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas. Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción de la obra. Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza o de la retención practicada por el Promotor.

4.4.2 Documentación final de la obra

El Ingeniero Director facilitará al Promotor la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.



4.4.3 Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Recibidas las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero o Ingeniero Técnico a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza o recepción.

4.4.4 Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor y en cualquier caso nunca deberá ser inferior al plazo establecido por la normativa vigente, en este caso La Ley de Ordenación de la Edificación. Si durante el primer año el constructor no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

4.4.5 Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo del Contratista. Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guarda, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

4.4.6 Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor, o de no existir plazo, en el que establezca el Ingeniero Director, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa. Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Arquitecto Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.



5 PLIEGO CONDICIONES INDOLE ECONÓMICA

5.1 Principio general

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas. El Promotor, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

5.2 Fianzas y garantías

El contratista garantizará la correcta ejecución de los trabajos en la forma prevista en el Proyecto.

5.2.1 Fianza provisional

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de esta. El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar la fianza en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta. La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

5.2.2 Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza o garantía, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza o garantía no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

5.2.3 De su devolución en general

La fianza o garantía retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez transcurrido el año de garantía. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por el Proyecto de Ejecución de Cebadero de Terneros. Pliego de Condiciones ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos.



5.2.4 Devolución de la fianza o garantía en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el Promotor, con la conformidad del Arquitecto Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantía.

5.3 Los precios

5.3.1 Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para, obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.



5.3.2 Beneficio industrial

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor.

5.3.3 Precio de ejecución material

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos más Costes Indirectos.

5.3.4 Precio de contrata

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial. El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

5.3.5 Precios de contrata. Importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratase a tanto alzado, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijará en el contrato entre el contratista y el Promotor.

5.3.6 Precios contradictorios

Se aplicarán precios contradictorios cuando el Promotor, a través del Ingeniero, introduzca nuevas unidades, cambie calidades o surjan imprevistos. El Contratista debe ejecutar los cambios. Si no hay acuerdo sobre el precio, se resolverá antes del inicio de los trabajos. En caso de desacuerdo persistente, se usará el precio más análogo del proyecto o, en su defecto, el banco de precios local. Siempre se tomarán como referencia los precios vigentes en la fecha del contrato.

5.3.7 Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego Particular de Condiciones Técnicas y en segundo lugar, al Pliego de Condiciones particulares, y en su defecto, a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

5.3.8 Revisión de los precios contratados

En contratos a tanto alzado, no se admitirá la revisión de precios salvo que las unidades pendientes de ejecutar, según el calendario, representen un incremento superior al 3 % del



importe total del contrato. No se revisarán los precios de las unidades ejecutadas fuera de los plazos establecidos en el calendario de la oferta.

5.3.9 Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito. Los materiales acopiados, una vez abonados por el Promotor son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista, siempre que así se hubiese convenido en el contrato.

5.4 Obras por administración

Se denominan "Obras por Administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. En tal caso, el propietario actúa como Coordinador de Gremios, aplicándosele lo dispuesto en el artículo 7 del presente Pliego de Condiciones Particulares. Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

5.4.1 Obra por administración directa

Se denominan 'Obras por Administración directa' aquellas en las que el Promotor por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Arquitecto-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Promotor y Contratista.

5.4.2 Obras por administración delegada o indirecta

Se entiende por 'Obra por Administración delegada o indirecta' la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan. Son por tanto,



características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

a) Por parte del Promotor, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Promotor la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Arquitecto- Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello Promotor un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

5.4.3 Liquidación de obras por administración

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Promotor, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Ingeniero Técnico:

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en las obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando. a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.



d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, el porcentaje convenido en el contrato suscrito entre Promotor y el constructor, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

5.4.4 Abono al constructor de las cuentas de administración delegada

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizará el Promotor mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante. Independientemente, el Aparejador o Arquitecto Técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

5.4.5 Normas para la adquisición de los materiales y aparatos

No obstante, las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Promotor para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Promotor, o en su representación al Ingeniero Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

5.4.6 Responsabilidad del constructor por bajo rendimiento de los obreros

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Ingeniero-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Ingeniero-Director. Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Promotor queda facultado para resarcirse de



la diferencia, rebajando su importe del porcentaje indicado en el artículo 59 b, que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

5.4.7 Responsabilidades del constructor

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo. En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

5.5 Valoración y abono de los trabajos

5.5.1 Formas varias de abono de las obras

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1.º Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2.º Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.



3.º Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Ingeniero-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4.º Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor determina.

5.º Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

5.5.2 Relaciones valoradas y certificaciones

En las fechas establecidas en el contrato, el Contratista elaborará una relación valorada de las obras ejecutadas, según mediciones realizadas por el Ingeniero. Dichas mediciones se valorarán aplicando los precios unitarios del presupuesto, considerando también lo dispuesto en el Pliego Particular respecto a mejoras, sustituciones y obras especiales.

El Contratista podrá asistir a las mediciones y recibirá los datos correspondientes con una nota de envío. Tendrá un plazo de diez (10) días para revisarlos y devolverlos firmados con su conformidad o, en su defecto, presentar observaciones o reclamaciones. El Ingeniero-Director responderá en un plazo igual, pudiendo el Contratista recurrir ante el Propietario si no está conforme. Con base en la relación valorada, el Ingeniero-Director expedirá la certificación de obra, descontando el porcentaje acordado como garantía. El material acopiado en obra, previa autorización escrita del Promotor, podrá certificarse hasta el 90 % de su valor. Las certificaciones, emitidas mensualmente, tendrán carácter provisional y estarán sujetas a rectificaciones en la liquidación final, sin implicar aceptación o recepción definitiva de la obra. Solo se incluirá en ellas la obra efectivamente ejecutada en el período correspondiente. Si el Ingeniero-Director lo requiere, las certificaciones incluirán su origen.

5.5.3 Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera



corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

5.5.4 Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada

Salvo lo preceptuado en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partidaalzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partidaalzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo que el Presupuesto indique que debe justificarse. En ese caso, el Ingeniero-Director informará previamente al Contratista del procedimiento a seguir, tratándose como una cuenta a Administración. Los materiales y jornales se valorarán según los precios del Presupuesto o, en su defecto, según los acordados entre las partes antes de su ejecución, añadiendo el porcentaje establecido en el Pliego de Condiciones Particulares por Gastos Generales y Beneficio Industrial.

5.5.5 Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, ensayos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la contrata. Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor.

5.5.6 Pagos

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.



5.5.7 Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

una vez realizada la recepción provisional, los trabajos ejecutados durante el plazo de garantía se abonarán según los siguientes criterios:

1.Trabajos previstos no ejecutados a tiempo: Si estaban incluidos en el Proyecto y no fueron realizados por el Contratista sin causa justificada, pero se exigen durante la garantía, se abonarán según los precios del Presupuesto, del Contrato o del Pliego que resulte aplicable. Si los precios originales son inferiores a los vigentes en el momento de ejecución, se mantendrán; en caso contrario, se aplicarán los actuales.

2.Reparaciones por uso del edificio: Los trabajos necesarios por desperfectos derivados del uso durante el periodo de garantía se abonarán a precios actuales previamente acordados entre las partes.

3.Reparaciones por defectos de construcción o materiales: No se abonará al Contratista ningún importe por trabajos derivados de fallos en la ejecución o en la calidad de los materiales.

5.6 Indemnizaciones mutuas

5.6.1 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija, que deberá indicarse en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

5.6.2 Demora de los pagos

Si el Promotor no realiza el pago dentro del mes siguiente a la fecha pactada, el Contratista tendrá derecho a cobrar intereses de demora sobre el importe pendiente, conforme a lo estipulado en el Contrato.

Si el retraso se prolonga por más de dos meses desde el vencimiento de ese plazo, el Contratista podrá solicitar la resolución del contrato y exigir la liquidación de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que estos cumplan con las condiciones establecidas y no excedan lo necesario para finalizar la obra.



No se admitirá la solicitud de resolución si el Contratista no demuestra haber invertido, en obra o materiales válidos, la parte proporcional del presupuesto correspondiente al período de ejecución fijado en el contrato.

5.7 Varios

5.7.1 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Ingeniero- Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas. En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas. Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Arquitecto Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas

5.7.2 Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

5.7.3 Seguro de las obras

El Contratista deberá asegurar la obra durante todo el período de ejecución hasta la recepción definitiva, por un valor equivalente al de los elementos asegurados según contrato en cada momento.

En caso de siniestro, el importe abonado por la aseguradora se depositará a nombre del Promotor y se destinará exclusivamente a la reconstrucción de la parte afectada. El Contratista recibirá dichos fondos mediante certificaciones, como en el resto de los trabajos. El Promotor no podrá destinar esos fondos a otros fines sin el consentimiento



expreso del Contratista mediante documento público. El incumplimiento de esta condición habilitará al Contratista a resolver el contrato, con derecho a la devolución de la fianza, abono de gastos y materiales, y a una indemnización proporcional al daño no cubierto, según valoración del Ingeniero-Director.

En obras de reforma o reparación, se definirá previamente la parte del edificio a asegurar y su valor. Si no se especifica, se entenderá que el seguro cubre toda la zona afectada. Antes de contratar la póliza, el Contratista deberá comunicar al Promotor los riesgos y condiciones previstas para su aprobación o modificación.

5.7.4 Conservación de la obra

Durante el plazo de garantía, el Contratista debe conservar la obra. Si no lo hace y el edificio no ha sido ocupado, el Ingeniero-Director podrá encargar su mantenimiento a cargo del Contratista.

Al abandonar la obra, el Contratista debe dejar el edificio limpio y desocupado en el plazo indicado, salvo causa justificada. Tras la recepción provisional, solo podrá dejar en el edificio lo necesario para su conservación. Está obligado a realizar las reparaciones necesarias durante dicho plazo, según el Pliego de Condiciones.

5.7.5 Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Promotor, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado. En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Promotor a costa de aquél y con cargo a la fianza o retención.



6 PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE LEGAL

6.1 Jurisdicción

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario. El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá la consideración de documento de Proyecto). El contratista se obliga a lo establecido en la Ley de contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales. Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad. Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

6.2 Accidentes de trabajo y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto. El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los trabajadores, en todos los lugares peligrosos de la obra. De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales. El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la construcción donde se efectúen las obras como en las contiguas. Serán por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras. El contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones



vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

6.3 Pagos de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero director considere justo hacerlo.

6.4 Causas de rescisión del contrato

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

1.- La muerte o incapacidad del Contratista.

2.- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos se ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

3.- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

a).- La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en o menos , del 40 por 100, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas. b).- La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más, del 40 por 100, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas.

4.- La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de quince días, a partir de la adjudicación , en este caso , la devolución de la fianza será automática.

5.- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.



- 6.- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
- 7.- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fé, con perjuicio de los intereses de la obra.
- 8.- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.
- 9.- El abandono de la obra sin causa justificada.
- 10.- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

6.5 Adquisición de la maquinaria

A su llegada la maquinaria será comprobada en sus características, tanto respecto a los rendimientos o capacidades como a la bondad del material de fábrica, que se ajustará a las condiciones particulares acordadas en los contratos que se hayan formalizado previamente con las casas suministradoras. El Contratista de la obra de fábrica quedará desligado de toda responsabilidad sobre la misma.

6.6 Comprobación de la maquinaria

Una vez instalada, el Ingeniero Director comprobará el funcionamiento de cada una de las máquinas y del conjunto de ellas.

6.7 Comprobaciones

Se realizarán las comprobaciones de la maquinaria, tantas como sea necesaria o crea oportunas el director de la obra.

6.8 Modificaciones

En cualquiera de las anteriores comprobaciones el Ingeniero Director, podrá ordenar que se introduzcan las modificaciones necesarias para que la instalación corresponda al proyecto, incluso pudiendo disponer, que sea destituida íntegramente cualquier máquina o dispositivo que no responda a las exigencias del diagrama, ya que la maquinaria que se describe en la Memoria parece en principio la más idónea con arreglo a las ofertas recibidas pero no se considera insustituible.

6.9 Disposición final

En todo lo no previsto en este pliego de condiciones, formado por los cuatro títulos siguientes:



- Pliego de condiciones de índole técnica
- Pliego de condiciones de índole facultativa
- Pliego de condiciones de índole económica
- Pliego de condiciones de índole legal

Serán de aplicación, con carácter de norma supletoria, los preceptos del “Texto Articulado de la Ley y Reglamento General de Contratación” actualmente vigentes. Los documentos del presente proyecto y las normas de aplicación vigentes constituyen el contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes.

Calahorra, 7 de julio de 2025.

Firmado: Antonio Monreal Siulik.



DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO



1 INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objetivo el cálculo del presupuesto necesario para la puesta en marcha de una industria dedicada a la elaboración de 120 kg/día de queso Gouda ahumado con pimienta, ubicada en el municipio de Calahorra, La Rioja.

Antes de proceder con la elaboración del presupuesto, es necesario tener en cuenta:

- Se realiza un Presupuesto de Ejecución Material (PEM). Siendo de las obras de la construcción de instalaciones y maquinaria (considerándose el coste de adquisición y el coste de la instalación en mano de obra).

- Los conceptos del mobiliario no se incluyen en el presupuesto, pero si se tienen en cuenta en el cálculo de la inversión que se realiza en el estudio económico-financiero.

- El cálculo del Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) se calcula como:

$$PEC = (PEM + GG + BI) + 21\%IVA$$

Donde: GG = Gastos Generales (13 %·PEM); BI = Beneficio industrial (6%·PEM)

El presente documento esta formado de los siguientes apartados:

- Cuadro de precios descompuestos (Justificación de precios)

- Cuadro de precios número 1

- Cuadro de precios número 2

- Mediciones

- Presupuesto

- Hoja resumen de presupuesto

2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)

2.1 Presupuesto adquisición de maquinaria

A continuación, se muestran los detalles correspondientes a la compra, instalación, puesta en marcha y comprobación de la maquinaria requerida en la quesería.

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Movimiento de tierras					
01.01	m2	Desbroce y limpieza del terreno			
		Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según NTE-ADE.			
m23O01OA070	0,006 h	Peón ordinario	19,59	0,12	
m23M11MM020	0,100 h	Motosierra gasolina L=40cm. 1,32 CV	4,82	0,48	
m23M05PN010	0,010 h	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	36,62	0,37	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	1,00	0,06	
TOTAL PARTIDA					1,03
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con TRES CÉNTIMOS					
01.02	m3	Excavación de pozos en terrenos disgregados C/Medios mecánicos			
		Excavación en pozos en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin			
m23O01OA070	0,150 h	Peón ordinario	19,59	2,94	
m23M05RN020	0,200 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	41,96	8,39	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	11,30	0,68	
TOTAL PARTIDA					12,01
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con UN CÉNTIMOS					
01.03	m3	Excavación zanja terrenos disgregados C/Medios mecánicos			
		Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes,			
m23O01OA070	0,100 h	Peón ordinario	19,59	1,96	
m23M05RN020	0,150 h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	41,96	6,29	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	8,30	0,50	
TOTAL PARTIDA					8,75
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS					

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 02 Urbanización

SUBCAPÍTULO 02.01 Vallado exterior

02.01.01	m3	Hormigón HA-25/P/20/XC1 Vertido manual Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC1, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con			
m23O01OA030	0,250 h	Oficial primera	22,52	5,63	
m23O01OA070	0,250 h	Peón ordinario	19,59	4,90	
m23M11HV030	0,250 h	Aguja eléctrica c/convertid.gasolina D=79 mm.	5,42	1,36	
m23P01HA010	1,080 m3	Hormigón HA-25/B/20/XC1	95,00	102,60	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	114,50	6,87	

TOTAL PARTIDA 121,36

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTIUN EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

02.01.02	m	MALLA SIMPLE TORSIÓN GALVANIZADA 40/14 h=1 m. Cercado de 1 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 de central. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE)			
m23O01OA090	0,150 h	Cuadrilla A	52,77	7,92	
m23P13VS010	1,000 m2	Malla S/T galv.cal. 40/14 STD	3,11	3,11	
m23P13VP320	0,080 ud	Poste galvanizado D=42 mm h=1,00 m escuadra	9,23	0,74	
m23P13VP330	0,080 ud	Poste galvanizado D=42 mm h=1,00 m jabalcón	3,90	0,31	
m23P13VP340	0,300 ud	Poste galvanizado D=42 mm h=1,00 m intermedio	5,19	1,56	
m23P13VP350	0,080 ud	Poste galvanizado D=42 mm h=1,00 m tornapunta	3,90	0,31	
m23P01HM010	0,008 m3	Hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 central	89,00	0,71	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	14,70	0,88	

TOTAL PARTIDA 15,54

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

02.01.03	m2	Fábrica bloque hormigón liso gris Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x10 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones)			
m23O01OA140	0,730 h	Cuadrilla H	42,97	31,37	
m23P01BV010	13,000 ud	Bloque hormigón liso gris 40x20x10 cara vista	0,51	6,63	
m23P01MC040	0,019 m3	Mortero cemento gris CEM-II/B-M 32,5 M-5	75,66	1,44	
m23A03H090	0,010 m3	HORMIGÓN DOSIFICACIÓN 330 kg/m3 CEMENTO Tmáx. 20 mm	109,87	1,10	
m23P03ACC005	1,500 kg	Acero corrugado B 500 S/SD 6 mm	1,69	2,54	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	43,10	2,59	

TOTAL PARTIDA 45,67

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

02.01.04	ud	Puerta corredera 4x0,6 m Suministro y montaje de puerta corredera metálica manual para acceso a parcela, de aproximadamente 3,00 m de ancho libre por 0,60 m de altura, con estructura de acero galvanizado y pintura al horno en color negro, formada por bastidor tubular y relleno de malla electrosoldada o bastidor sencillo. Incluye guía inferior galvanizada, ruedas metálicas con rodamientos, perfil guía de carril, cerradura sencilla con llave, topes mecánicos, herrajes de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. Se incluye replanteo, montaje, nivelación, anclajes mecánicos al soporte existente (pilar, muro o valla metálica) y pruebas de funcionamiento. No incluye auto-Sin descomposición			

TOTAL PARTIDA 600,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS EUROS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 02.02 Pavimentación exterior					
02.02.01	m2	Refino, nivelación y apisonado explanación			
		Explanación, refino y nivelación de terrenos, por medios mecánicos, en terrenos limpiados superficialmente con			
m23O01OA070	0,170 h	Peón ordinario	19,59	3,33	
m23M08N020	0,010 h	Motoniveladora de 200 CV	75,41	0,75	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	4,10	0,25	
TOTAL PARTIDA					4,33
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS					
02.02.02	m3	BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL			
		Base de zahorra artificial, clasificada (husos ZA25 y ZA40) puesta en obra y compactada, medida sobre perfil.			
		Conforme a ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art.510. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones)			
m23O01OA020	0,080 h	Capataz	24,07	1,93	
m23O01OA070	0,150 h	Peón ordinario	19,59	2,94	
m23M08N020	0,025 h	Motoniveladora de 200 CV	75,41	1,89	
m23M08RN040	0,025 h	Rodillo vibrante autopropuls.mixto 15 t	70,59	1,76	
m23M07CB040	0,025 h	Camión basculante 4x4 14 t.	50,27	1,26	
m23M08CA020	0,025 h	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	35,74	0,89	
m23P01AF020	2,200 t	Zahorra artificial ZA(40)/ZA(25) 75%	8,50	18,70	
m23P01D130	0,150 m3	Agua	1,50	0,23	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	29,60	1,78	
TOTAL PARTIDA					31,38
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS					
02.02.03	m2	Solera hormigón HM-20/B/40/XC1			
		Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en soleras de 20 cm de espesor, con			
m23O01OA030	0,045 h	Oficial primera	22,52	1,01	
m23O01OA070	0,100 h	Peón ordinario	19,59	1,96	
m23M11HV050	0,100 h	Vibrador de aguja eléctrico D=50 mm	5,98	0,60	
m23M02GE095	0,045 h	Grúa telescópica s/camión 20-35 t.	73,19	3,29	
m23P01HM130	0,200 m3	Hormigón HM-20/B/40/XC1	140,68	28,14	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	35,00	2,10	
TOTAL PARTIDA					37,10
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SIETE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS					
02.02.04	m	Junta retracción solera			
		Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endureci-			
		do, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frío. Conforme OR-			
		DEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Regla-			
m23O01OA040	0,080 h	Oficial segunda	21,40	1,71	
m23M11HC010	0,016 h	Equipo cortajuntas losas	12,75	0,20	
m23P08XW010	1,000 ud	Junta dilatación/m2 pavim.piezas	0,28	0,28	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	2,20	0,13	
TOTAL PARTIDA					2,32
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS					

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 03 Cimentación					
03.01	m3	Hormigón limpieza HM-25/B/20/XC1 Vertido grúa			
		Hormigón en masa HM-25/B/20/XC1, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, in- cluso vertido con grúa, vibrado y colocación. Según Código Estructural y CTE DB-SE-C. Componentes del hormi-			
m23O01OA030	0,275 h	Oficial primera	22,52	6,19	
m23O01OA070	0,275 h	Peón ordinario	19,59	5,39	
m23M11HV030	0,275 h	Aguja eléctrica c/convertid.gasolina D=79 mm.	5,42	1,49	
m23P01HM120	1,050 m3	Hormigón HM-25/B/20/XC1	140,68	147,71	
m23A06T050	0,275 h	GRÚA TORRE 40 m FLECHA 1000 kg	24,47	6,73	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	167,50	10,05	

TOTAL PARTIDA 177,56

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

03.02	m3	Hormigón armado HA-25/B/20XC1 Vertido grúa			
		Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC2 o XC3, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con			
m23O01OA030	0,275 h	Oficial primera	22,52	6,19	
m23O01OA070	0,275 h	Peón ordinario	19,59	5,39	
m23M11HV030	0,275 h	Aguja eléctrica c/convertid.gasolina D=79 mm.	5,42	1,49	
m23P01HA010	1,080 m3	Hormigón HA-25/B/20/XC1	95,00	102,60	
m23A06T050	0,275 h	GRÚA TORRE 40 m FLECHA 1000 kg	24,47	6,73	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	122,40	7,34	

TOTAL PARTIDA 129,74

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTINUEVE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 04 Estructura

04.01	kg	Acero laminado S275 (UNE-EN 1025-2) Acero laminado S275 en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación de minio de plomo, montada y colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAE, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23P25OU080	0,010 l	Minio electrolítico	9,31	0,09	
m23P03ALP010	1,100 kg	Acero laminado S275JR	1,74	1,91	
m23O01OB170	0,035 h	Ayudante cerrajero	22,96	0,80	
m23O01OB160	0,035 h	Oficial 1º cerrajero	24,39	0,85	
m23M07CG010	0,005 h	Camión con grúa 6 t.	53,71	0,27	
%C1600	6,000 %	Costes Indirectos	3,90	0,23	
TOTAL PARTIDA					4,15

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

04.02	m	Correa chapa perfil tipo Z Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAS, NTE-EAV, NTE-EAF, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01OB160	0,200 h	Oficial 1º cerrajero	24,39	4,88	
m23O01OB170	0,050 h	Ayudante cerrajero	22,96	1,15	
m23P03ALV020	1,050 m	Correa Z chapa 15 cm. altura	11,77	12,36	
m23M02GT010	0,100 h	Grúa pluma 30 m./0,75 t.	25,41	2,54	
%C1600	6,000 %	Costes Indirectos	20,90	1,25	
TOTAL PARTIDA					22,18

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

04.03	ud	Placa anclaje S275 350x400x15 mm/4 garrotas D=16mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 350x400x15 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 16 mm de diámetro y 35 cm de longitud total, soldadas, i/italadro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01OB160	0,420 h	Oficial 1º cerrajero	24,39	10,24	
m23O01OB170	0,420 h	Ayudante cerrajero	22,96	9,64	
m23O01OB010	0,200 h	Oficial 1º encofrador	24,39	4,88	
m23P13TP020	12,000 kg	Palastro 15 mm.	1,84	22,08	
m23P03ACA040	1,600 kg	Acero corrugado B 400 S/SD	1,08	1,73	
m23P01D150	0,120 ud	Pequeño material	1,59	0,19	
m23M12O010	0,050 h	Equipo oxicorte	2,67	0,13	
%C1600	6,000 %	Costes Indirectos	48,90	2,93	
TOTAL PARTIDA					51,82

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

04.04	ud	Placa anclaje S275 250x250x11 mm/4 garrotas D=10 mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 250x250x11 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 10 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, soldadas, i/italadro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01OB160	0,420 h	Oficial 1º cerrajero	24,39	10,24	
m23O01OB170	0,420 h	Ayudante cerrajero	22,96	9,64	
m23O01OB010	0,200 h	Oficial 1º encofrador	24,39	4,88	
m23P13TP011	12,000 kg	Palastro 11 mm	1,84	22,08	
m23P03ACA040	1,600 kg	Acero corrugado B 400 S/SD	1,08	1,73	
m23P01D150	0,120 ud	Pequeño material	1,59	0,19	
m23M12O010	0,050 h	Equipo oxicorte	2,67	0,13	
%C1600	6,000 %	Costes Indirectos	48,90	2,93	
TOTAL PARTIDA					51,82

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
04.05	ud	Placa anclaje S275 450x450x18 mm/8 garrotas D=20 mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 450x450x18 mm. con ocho garrotas de acero corrugado de 20 mm de diámetro y 35 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01OB160	0,420 h	Oficial 1ª cerrajero	24,39	10,24	
m23O01OB170	0,420 h	Ayudante cerrajero	22,96	9,64	
m23O01OB010	0,200 h	Oficial 1ª encofrador	24,39	4,88	
m23P13TP018	12,000 kg	Palastro 18 mm	0,00	0,00	
m23P03ACA040	1,600 kg	Acero corrugado B 400 S/SD	1,08	1,73	
m23P01D150	0,120 ud	Pequeño material	1,59	0,19	
m23M12O010	0,050 h	Equipo oxicorte	2,67	0,13	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	26,80	1,61	
TOTAL PARTIDA					28,42

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 05 Solado, Cerramientos, cubierta, albañilería y carpintería					
SUBCAPÍTULO 05.01 Solados y pavimento industrial					
05.01.01	m2	Solera hormigón HM-25/B/20/XC1 Solera de hormigón en masa de 25 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según Código Estructural, NTE-CCM, NTE-RSS y CTE DB-SE-C. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según			
m23E04SE080	0,200 m3	HORMIGÓN HM-25/B/20/XC1 EN SOLERA	142,27	28,45	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	28,50	1,71	
TOTAL PARTIDA					30,16
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS					
05.01.02	m	Junta retacción solera Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frío. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01OA040	0,080 h	Oficial segunda	21,40	1,71	
m23M11HC010	0,016 h	Equipo cortajuntas losas	12,75	0,20	
m23P08XW010	1,000 ud	Junta dilatación/m2 pavim.piezas	0,28	0,28	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	2,20	0,13	
TOTAL PARTIDA					2,32
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS					
05.01.03	m2	Acabado pavimento poliuretano-cemento Pavimento continuo de 6 mm de espesor, a base de revestimiento de poliuretano-cemento de tres componentes, en base agua, aplicado sobre soporte de hormigón o mortero, para pavimentos industriales sometidos a altas exigencias mecánicas, térmicas y químicas. Colores estándar. No incluye preparación del soporte. Medido en super-			
m23O01OA030	0,300 h	Oficial primera	22,52	6,76	
m23O01OA070	0,300 h	Peón ordinario	19,59	5,88	
m23P25OS050	0,500 kg	Imprimación resinas epoxi	5,89	2,95	
m23P30PF290	1,000 m2	Pavimento in situ poliuretano-cemento e=6 mm.	89,58	89,58	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	105,20	6,31	
TOTAL PARTIDA					111,48
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO ONCE EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
SUBCAPÍTULO 05.02 Cerramiento exterior y cubierta					
05.02.01	m2	Panel Sándwich 3 greas (e = 60 mm) Suministro y colocación de panel sándwich para cubierta, de 60 mm de espesor, formado por dos chapas de acero galvanizado prelacado con tres greas y núcleo de espuma rígida de poliuretano (PUR). Fijación mecánica con tornillería vista sobre correas, solape lateral y sellado con cinta de butilo. Conforme a UNE-EN 14509:2014. Incluye instalación, herrajes y medios auxiliares. Medido por m² ejecutado.			
m23O01OA030	0,120 h	Oficial primera	22,52	2,70	
m23O01OA050	0,120 h	Ayudante	20,45	2,45	
m23M13W110	0,090 h	Maquinaria de elevación	67,75	6,10	
m23P05WTC030	1,000 m2	Pan.cubierta 3 greas PUR e=60mm.	32,80	32,80	
m23P05CW040	0,200 ud	Remates, tornillería y pequeño material	0,78	0,16	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	44,20	2,65	
TOTAL PARTIDA					46,86
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS					

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.02.02	m2	Paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico anel prefabricado de cerramiento de hormigón armado, de 12 cm de espesor total, formado por dos planchas de 4 cm de espesor de hormigón con aislamiento térmico intermedio de poliestireno expandido ($k = 0,0466 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) de 4 cm de espesor, acabado liso en color gris. Peso aproximado 200 kg/m². Instalado sobre estructura metálica mediante fijaciones mecánicas adaptadas a perfiles HEB-200 y HEB-100, con apoyo sobre perfiles angulares galvanizados donde sea necesario. Incluye sellado de juntas con masilla elástica, uso de grúa para colocación, apeos temporales, limpieza final y medios auxiliares necesarios. Medido en m² realmente ejecutado. Material con marcado CE conforme UNE-EN 14992:2008+A1:2012 y conforme a las exigencias del CTE			
m23O01OA030	0,380 h	Oficial primera	22,52	8,56	
m23O01OA050	0,380 h	Ayudante	20,45	7,77	
m23O01OA070	0,150 h	Peón ordinario	19,59	2,94	
m23M02GE090	0,300 h	Grúa telescópica s/camión 20 t.	55,21	16,56	
m23P03EC030	1,000 m2	Panel prefabricado hormigón cerramiento gris vt	51,71	51,71	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	87,50	5,25	

TOTAL PARTIDA 92,79

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.03 Particiones interiores y albañilería

05.03.01	m2	Fabrica bloque de hormigón liso gris 20x20x40 cm Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x20 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración)			
m23O01OA140	0,780 h	Cuadrilla H	42,97	33,52	
m23P01BV030	13,000 ud	Bloque hormigón liso gris 40x20x20 cara vista	0,66	8,58	
m23P01MC040	0,024 m3	Mortero cemento gris CEM-II/B-M 32,5 M-5	75,66	1,82	
m23A03H090	0,020 m3	HORMIGÓN DOSIFICACIÓN 330 kg/m3 CEMENTO Tmáx. 20 mm	109,87	2,20	
m23P03ACC005	2,300 kg	Acero corrugado B 500 S/SD 6 mm	1,69	3,89	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	50,00	3,00	

TOTAL PARTIDA 53,01

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y TRES EUROS con UN CÉNTIMOS

05.03.02	m2	Enfoscado maestreado-fratasado CSIII-WI vertical Enfoscado maestreado y fratasado con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5, en paramentos verticales de 20 mm de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3 m, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPE-07 y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado			
m23O01OA030	0,330 h	Oficial primera	22,52	7,43	
m23O01OA050	0,330 h	Ayudante	20,45	6,75	
m23P04RR040	3,200 kg	Mortero revoco CSIII-W1	0,59	1,89	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	16,10	0,97	

TOTAL PARTIDA 17,04

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.03.03	m2	Mural interior con láminas autoadhesivas de PVC multicapa Suministro y colocación de revestimiento mural interior mediante láminas autoadhesivas multicapa de PVC, de 1230 mm de ancho y 0,24 mm de espesor, en color blanco, sobre soporte de hormigón o mortero de cemento, previa regularización de la superficie mediante láminas de PVC de 3 mm de espesor, adheridas con sellador adhesivo tipo MS. Las juntas entre láminas se sellan con masilla elástica con fibras. Conforme a exigencias de higiene en industria alimentaria y normativa aplicable en recintos interiores. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones según Reglamento (UE) 305/2011.			
M.O3	1,200 h	Montador especializado	24,12	28,94	
M.O4	1,100 h	Ayudante montador especializado	20,45	22,50	
M.05	1,000 m2	Lámina autoadhesiva multicapa PVC e=0,24 mm	22,00	22,00	
M.O6	1,000 h	Ayufante	20,45	20,45	
M.09	1,000 ud	Tornillería y pequeño material	1,34	1,34	
M.08	1,000 m	Perfil perimetral L galv. 1,5 mm	2,72	2,72	
%M	6,000 %	Coste indirecto material	98,00	5,88	
%M.O	6,000 %	Coste indirecto mano de obra	103,80	6,23	

TOTAL PARTIDA 110,06

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIEZ EUROS con SEIS CÉNTIMOS

05.03.04	m2	Plancha vertical de polipropileno extruido de grado alimentario Suministro y colocación de revestimiento mural rígido de polipropileno extrusionado, blanco, grado alimentario, de 3 mm de espesor, instalado sobre rastreles de aluminio anclados a paramentos verticales de bloques, hormigón prefabricado o pilares metálicos. Fijación mecánica mediante tornillería inoxidable. Sellado de juntas con tapetas de			
M.O1	1,200 h	Montador especializado	24,12	28,94	
M.O2	1,100 h	Ayudante montador especializado	20,45	22,50	
M.01	1,000 m2	Plancha de polipropileno grado alimentario e=3 mm	18,00	18,00	
M.02	1,300 m	Rastreles de aluminio para fijación	2,50	3,25	
M.04	1,000 m	Tornillería inox + fijaciones	1,50	1,50	
M.03	1,300 m	Tapetas de PVC macizo para juntas	1,20	1,56	
M.O%	0,000 %	Costes indirectos mano obra	51,40	0,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	75,80	4,55	

TOTAL PARTIDA 80,30

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

05.03.05	m2	Alicatado azulejo blanco 30x60 cm. Recibido adhesivo Alicatado en paramento vertical interior con azulejo blanco de 30x60 cm., colocado a línea, recibido con adhesivo, sin incluir enfoscado de mortero, p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con adhesivo, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. Según NTE-RPA-4. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de presta-			
m23O01OB100	0,400 h	Oficial solador, alicatador	22,52	9,01	
m23O01OB110	0,400 h	Ayudante solador, alicatador	20,45	8,18	
m23P09ABC040	1,050 m2	Azulejo blanco 20x20 cm.	13,04	13,69	
m23P01FA100	4,000 kg	Adh. cementoso alicatado int. s/morteros C1	0,14	0,56	
m23P01FJ010	0,200 kg	Junta cementosa normal blanco<3mm CG1	1,05	0,21	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	31,70	1,90	

TOTAL PARTIDA 33,55

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.03.06	m2	Falso techo suspendido con estructura metálica Falso techo continuo de placas de yeso laminado estándar (Tipo A según UNE-EN 520:2005+A1:2010) de 595x595 mm, recubiertas en su cara vista con lámina vinílica blanca, apoyadas sobre una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado (según UNE-EN 14195:2015), a base de maestras primarias en T invertida separadas entre ejes de 1200 mm, y suspendidas del forjado mediante cuelgues con varilla roscada colocados entre 700-1200 mm. Las maestras secundarias se fijan perpendicularmente a las primarias, formando una retícula de 600x600 mm. Totalmente terminado, con acabado liso vinílico, de fácil limpieza, desmontable para mantenimiento, sin necesidad de imprimación, revestimiento o pintura; i/p.p. de placas vinílicas, estructura portante, cuelgues, tornillería, medios auxiliares y limpieza (excepto elevación y transporte). Conforme a UNE 102043:2013 y recomendaciones ATEDY. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE)			
m23O01OA030	0,280 h	Oficial primera	22,52	6,31	
m23O01OA050	0,280 h	Ayudante	20,45	5,73	
m23P04PY030	2,100 m2	Placa yeso laminado recubierto cara vista lámina vinílica blanca	7,84	16,46	
m23P04PW442	0,400 m	Banda estanqueidad perimetral PYL 30 mm	0,28	0,11	
m23P04PW340	0,400 m	Perfil acero galvanizado en U PYL 30x30 mm	2,59	1,04	
m23P04PW350	3,200 m	Maestra acero galvanizado en C PYL 60x27 mm	3,91	12,51	
m23P04TW240	1,500 ud	Cuelgue regulable combinado falso techo continuo PYL	1,64	2,46	
m23P04TW180	1,500 ud	Varilla de cuelgue 1000 mm falso techo	0,68	1,02	
m23P04TW260	0,600 ud	Conector maestra 60x27 mm falso techo continuo PYL	0,93	0,56	
m23P04TW270	2,900 ud	Caballote maestra 60x27 mm falso techo continuo PYL	1,30	3,77	
m23P04PW082	9,000 ud	Tornillo fijación PYL a perfil metálico e<0,75 mm (PM) 3,5x25 mm	0,01	0,09	
m23P04PW083	17,000 ud	Tornillo fijación PYL a perfil metálico e<0,75 mm (PM) 3,5x35 mm	0,01	0,17	
m23P04PW050	0,100 kg	Pasta de agarre PYL estándar	2,05	0,21	
m23P04PW060	0,400 kg	Pasta para juntas PYL estándar	2,40	0,96	
m23P04PW010	1,500 m	Cinta de juntas PYL (rollo 150 m)	0,16	0,24	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	51,60	3,10	

TOTAL PARTIDA 54,74

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

05.03.07	m2	Pavimento de mosaico de vidrio antideslizante 25x25x5 mm Solado de mosaico de vidrio, formado por teselas de 25x25x5 mm montadas sobre malla, adheridas con adhesivo cementoso tipo C2TE según UNE-EN 12004, y rejuntado con mortero cementoso tipo CG2 WA según UNE-EN 13888, en zonas de tránsito húmedo o sanitario. Incluye preparación del soporte, humectación si procede, aplicación de adhesivo con llana dentada, colocación con alineación de juntas y presión, rejuntado con espátula de goma y limpieza final. Medido el solado ejecutado, deduciendo huecos mayores a 1 m². Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01OB100	0,360 h	Oficial solador, alicatador	22,52	8,11	
m23O01OB110	0,360 h	Ayudante solador, alicatador	20,45	7,36	
m23O01OA070	0,200 h	Peón ordinario	19,59	3,92	
m23E11D030	1,000 m2	RECRECIDO 5 cm. MORTERO M-5	11,13	11,13	
m23P08EPG080	1,050 m2	Mosaico vidrio sobre malla 25x25x5 mm	32,00	33,60	
m23P01FA120	4,000 kg	Adh. cementoso solado int. s/mortero C1	0,21	0,84	
m23P01FJ030	0,300 kg	Junta cementosa mej.blanco 2-15 mm CG2	1,19	0,36	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	65,30	3,92	

TOTAL PARTIDA 69,24

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y NUEVE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.03.08	m2	Pavimento laminado flotante de lamas 1200x190 mm Pavimento laminado flotante compuesto por lamas de 1200x190 mm y espesor total 8 mm, con soporte de fibra de alta densidad (HDF) y acabado decorativo imitación pino. Colocado sobre lámina de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor como barrera de humedad y nivelación acústica, sobre superficie seca y nivelada. Unión mediante sistema clic tipo machihembrado. Incluye p.p. de rodapié, perfiles de terminación y sellado de juntas. Según CTE DB-SUA-1, NTE-RSR y UNE-EN 14041:2018. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011. Medida la superficie ejecutada.			
m23O01OA030	0,500 h	Oficial primera	22,52	11,26	
m23O01OA070	0,500 h	Peón ordinario	19,59	9,80	
m23P08SM010	1,050 m2	Pav. lám. a/presión clase 33 - 8 mm.	58,76	61,70	
m23P08MR160	1,050 m	Rodapié chapado 7x1,6 cm.	6,80	7,14	
m23P08SW040	1,050 m2	Lámina de polietileno 3 mm.	1,59	1,67	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	91,60	5,50	

TOTAL PARTIDA 97,07

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y SIETE EUROS con SIETE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.04 Carpintería interior y exterior

05.04.01	ud	Ventana doble acristalamiento estándar apertura fija 3x1,5 m Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanales fijos para cerramientos en general, para acristalar, compuesta por, junquillos y accesorios, instalada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE)			
m23O01OB160	0,210 h	Oficial 1º cerrajero	24,39	5,12	
m23O01OB170	0,105 h	Ayudante cerrajero	22,96	2,41	
m23P12PC020	1,000 m2	Ventanal cerramiento fijo	279,25	279,25	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	286,80	17,21	

TOTAL PARTIDA 303,99

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TRES EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

05.04.02	ud	Ventana doble acristalamiento estándar corredera 1,5x1,5m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 2 hojas correderas horizontales, de 1,5x1,5 m de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes bicromatados para deslizamiento suave y sistemas de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE)			
m23O01OB160	0,400 h	Oficial 1º cerrajero	24,39	9,76	
m23O01OB170	0,200 h	Ayudante cerrajero	22,96	4,59	
m23P12PW010	5,900 m	Premarco aluminio	9,64	56,88	
m23P12PV050	1,000 ud	Vent. corrdera 2 hojas 1,5x1,5 m	558,81	558,81	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	630,00	37,80	

TOTAL PARTIDA 667,84

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

05.04.03	ud	Ventana doble acristalamiento estándar guillotina 0,6x0,6 m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 1 hoja proyectable/basculante con eje horizontal, de 0,6x0,6 m. de medidas totales, compuesta por cerco sin carriles para persiana, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE)			
m23O01OB160	0,150 h	Oficial 1º cerrajero	24,39	3,66	
m23O01OB170	0,075 h	Ayudante cerrajero	22,96	1,72	
m23P12PW010	2,400 m	Premarco aluminio	9,64	23,14	
m23P12PY010	1,000 ud	Vent. guillotina	255,66	255,66	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	284,20	17,05	

TOTAL PARTIDA 301,23

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS UN EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.04.04	ud	Ventana doble acristalamiento estándar guillotina 0,7x1 m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 1 hoja proyectable/basculante con eje horizontal, de 0,6x0,6 m. de medidas totales, compuesta por cerco sin carriles para persiana, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.			
m23O01OB160	0,150 h	Oficial 1º cerrajero	24,39	3,66	
m23O01OB170	0,075 h	Ayudante cerrajero	22,96	1,72	
m23P12PW010	2,400 m	Premarco aluminio	9,64	23,14	
m23P12PY010	1,000 ud	Vent.guillotina	255,66	255,66	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	284,20	17,05	

TOTAL PARTIDA 301,23

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS UN EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

05.04.05	ud	Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,5x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,5x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN			
m23O01OB160	0,460 h	Oficial 1º cerrajero	24,39	11,22	
m23O01OB170	0,230 h	Ayudante cerrajero	22,96	5,28	
m23P12PW010	12,000 m	Premarco aluminio	9,64	115,68	
m23P12ALS090	1,000 ud	Puerta corredera de hoja vista sin RPT de aluminio lacado blanco	607,38	607,38	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	739,60	44,38	

TOTAL PARTIDA 783,94

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

05.04.06	ud	Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,9x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,9x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN			
m23O01OB160	0,460 h	Oficial 1º cerrajero	24,39	11,22	
m23O01OB170	0,230 h	Ayudante cerrajero	22,96	5,28	
m23P12PW010	12,000 m	Premarco aluminio	9,64	115,68	
m23P12ALS090	1,000 ud	Puerta corredera de hoja vista sin RPT de aluminio lacado blanco	607,38	607,38	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	739,60	44,38	

TOTAL PARTIDA 783,94

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.04.07	ud	Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,7x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,7x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.			
m23O01OB160	0,460 h	Oficial 1º cerrajero	24,39	11,22	
m23O01OB170	0,230 h	Ayudante cerrajero	22,96	5,28	
m23P12PW010	12,000 m	Premarco aluminio	9,64	115,68	
m23P12ALS090	1,000 ud	Puerta corredera de hoja vista sin RPT de aluminio lacado blanco	607,38	607,38	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	739,60	44,38	

TOTAL PARTIDA 783,94

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

05.04.08	ud	Puerta batiente lacado blanco 1H 1x2 m Suministro y montaje de puerta batiente de servicio de una hoja, de 40 mm de espesor, formada por bastidor de perfil estructural de aluminio anodizado y revestimiento en ambas caras con chapa de acero galvanizado prelacado en blanco de 0,6 mm de espesor. Con bisagras de PVC de vaivén, con recorrido de hasta 90°, para apertura en ambos sentidos según ubicación y uso previsto. Medidas totales según proyecto. Instalada sobre precerco de aluminio, incluso medios auxiliares, ajuste final y limpieza en obra. Elaborada en taller y probada por la empresa instaladora. Permeabilidad al aire según UNE-EN 12207:2017 – CLASE 4; Estanqueidad al agua según UNE-EN 12208:2000 – CLASE 9A; Resistencia al viento según UNE-EN 12210:2017 – CLASE C5. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento			
m23O01OB160	0,400 h	Oficial 1º cerrajero	24,39	9,76	
m23O01OB170	0,200 h	Ayudante cerrajero	22,96	4,59	
m23P12PW010	5,200 m	Premarco aluminio	9,64	50,13	
m23P12ALP090	1,000 ud	Puerta batiente aluminio lacado blanco 1x2 m	610,81	610,81	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	675,30	40,52	

TOTAL PARTIDA 715,81

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS QUINCE EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.05 Aparatos sanitarios

05.05.01	ud	Lavabo 65x46 cm C/Pedestal gama media blanco grifería monomando Lavabo de porcelana vitrificada blanco, de 65x46 cm, gama media, colocado con pedestal y con anclajes a la pared; conforme UNE-EN 14688:2016+A1:2019. Grifería monomando cromada, con rompechorros; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Válvula de desagüe de 32 mm, acoplamiento a pared acodado de PVC, llaves de escuadra de 1/2" cromadas, latiguillos flexibles de 1/2". Totalmente instalado y conexionado, i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Lavabo con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento			
m23O01OB200	0,550 h	Oficial 1º fontanero calefactor	24,61	13,54	
m23O01OB210	0,550 h	Oficial 2º fontanero calefactor	23,38	12,86	
m23P18LP080	1,000 ud	Lavabo gama media blanco 65x46 cm c/pedestal	181,05	181,05	
m23P18GL050	1,000 ud	Grif.monomando lavabo cromo s.m.	105,62	105,62	
m23P17SV060	1,000 ud	Válvula p/lavabo-bidé de 32 mm. c/cadena	2,68	2,68	
m23P17XT010	2,000 ud	Válvula de escuadra de 1/2" a 1/2"	7,06	14,12	
%PM0050	0,500 %	Pequeño Material	329,90	1,65	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	331,50	19,89	

TOTAL PARTIDA 351,41

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.05.02	ud	Lavamanos mural acero inoxidable con mando femoral Suministro e instalación de lavamanos mural fabricado en acero inoxidable 400x335x600 mm, con faldón frontal y cubeta embutida, provisto de grifo de accionamiento femoral (por rodilla), para instalación en pared. Incluye válvula de desagüe de 32 mm con cadena, válvula de escuadra de 1/2", latiguillos flexibles de conexión, fijaciones mecánicas, sellado de juntas, y puesta en servicio. Instalado según las especificaciones del fabricante y normativa técnica vigente, especialmente conforme al CTE DB-HS (Salubridad) y DB-SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad)			
m23O01OB200	1,100 h	Oficial 1º fontanero calefactor	24,61	27,07	
m23O01OB210	0,550 h	Oficial 2º fontanero calefactor	23,38	12,86	
m23P18LU010	1,000 ud	Lavamanos mural a.inox 400x335x600 mm con mando femoral	250,00	250,00	
m23P17SV060	1,000 ud	Válvula p/lavabo-bidé de 32 mm. c/cadena	2,68	2,68	
m23P17XT010	1,000 ud	Válvula de escuadra de 1/2" a 1/2"	7,06	7,06	
m23P18GW010	1,000 ud	Latiguillo flex.20cm.1/2"a 1/2"	2,82	2,82	
%PM0050	0,500 %	Pequeño Material	302,50	1,51	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	304,00	18,24	

TOTAL PARTIDA 322,24

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

05.05.03	ud	Fregadero acero inoxidable 93x61 cm Suministro e instalación de fregadero industrial fabricado en acero inoxidable, de una cubeta, con dimensiones 93x61 cm, profundidad de la pila 40 cm y altura total 100 cm. Incluye válvula de desagüe, sifón sanitario, estructura con patas regulables y refuerzos para soporte, apto para uso alimentario en industria. Instalado con grifería monomando mural cromada, incluso fijaciones, sellado de juntas, y puesta en servicio. Cumple con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) nº 305/2011, y normativa sanitaria vigente para industrias alimentarias.			
m23O01OB200	1,100 h	Oficial 1º fontanero calefactor	24,61	27,07	
m23P18WC010	1,000 ud	Fregadero acero inoxidable 93x61x40	225,51	225,51	
m23P17SV040	1,000 ud	Válvula para fregadero de 40 mm.	5,59	5,59	
m23P17SS040	1,000 ud	Sifón botella PVC sal.horiz.40mm 1 1/2"	4,27	4,27	
m23P18GF050	1,000 ud	Grif.monom.mural cromo s.n.	90,00	90,00	
%PM0100	1,000 %	Pequeño Material	352,40	3,52	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	356,00	21,36	

TOTAL PARTIDA 377,32

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

05.05.04	ud	Inodoro tanque bajo serie básica blanco Inodoro de tanque bajo de montaje adosado a pared, fabricado en porcelana vitrificada conforme a UNE-EN 997:2019, de gama básica en color blanco. Dispone de asiento y tapa lacados con bisagras de acero inoxidable y mecanismo doble descarga. Totalmente instalado, conectado y funcionando; i/p.p. de anclajes al pavimento, sellados, llave de escuadra y latiguillo flexible cromados, pequeño material y medios auxiliares. Inodoro con marcado			
m23O01OB200	1,000 h	Oficial 1º fontanero calefactor	24,61	24,61	
m23O01OB210	1,000 h	Oficial 2º fontanero calefactor	23,38	23,38	
m23P18IB060	1,000 ud	Taza inodoro tanque bajo gama básica - blanco	66,52	66,52	
m23P18IB120	1,000 ud	Tanque bajo inodoro c/mecanismos gama básica - blanco	114,00	114,00	
m23P18IB180	1,000 ud	Tapa y asiento inodoro lacado gama básica	49,99	49,99	
m23P17XT020	1,000 ud	Llave de escuadra 1/2" a 3/8" antical	6,25	6,25	
m23P18GW070	1,000 ud	Latiguillo flexible 25 cm 3/8"a 3/8"	3,22	3,22	
%PM0100	1,000 %	Pequeño Material	288,00	2,88	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	290,90	17,45	

TOTAL PARTIDA 308,30

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS OCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.05.05	ud	Plato ducha porcelana 100x100 cm Blanco grifería monomando Plato de ducha de porcelana, cuadrado, de 100x100x8 cm, en color blanco; conforme norma UNE-EN 14527:2016+A1:2019. Grifería mezcladora exterior monomando, acabado cromado, con ducha de mano flexible de 1,50 m y soporte articulado; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Totalmente instalada y conexiona-da, i/desagüe con salida horizontal de 60 mm, p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Plato de ducha con			
m23O01OB200	0,400 h	Oficial 1ª fontanero calefactor	24,61	9,84	
m23O01OB210	0,400 h	Oficial 2ª fontanero calefactor	23,38	9,35	
m23P18D090	1,000 ud	P. ducha 100x100 blanco e.plano	244,74	244,74	
m23P18GD010	1,000 ud	Monomando ext. ducha telf. cromo s.n.	73,03	73,03	
m23P17SV080	1,000 ud	Válvula desagüe ducha D60	16,43	16,43	
%PM0050	0,500 %	Pequeño Material	353,40	1,77	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	355,20	21,31	

TOTAL PARTIDA 376,47

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.06 Pinturas

05.06.01	m2	Epoxi dos componentes Pintura epoxi de dos componentes, aplicada en dos manos, sobre paramentos interiores de bloques o paneles de hormigón, previamente enyesados con reboco fino. Incluye lijado y limpieza previa, mano de imprimación epoxi, emplastecido con masilla especial y lijado de parches para un acabado liso y uniforme. En pilares de acero, limpieza y aplicación de imprimación anticorrosiva antes de la pintura. Productos con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01OB300	0,195 h	Oficial 1ª pintura	22,52	4,39	
m23O01OB310	0,195 h	Ayudante pintura	20,45	3,99	
m23P25OU030	0,250 l	Imp. epoxídica 2 comp.	21,43	5,36	
m23P25P100	0,300 kg	P.epoxi s/fibra vidrio agua	13,68	4,10	
m23P25W030	0,200 ud	Pequeño material	1,35	0,27	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	18,10	1,09	

TOTAL PARTIDA 19,20

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.07 Cámara de maduración

05.07.01	m2	Falso techo panel sándwich EPS e = 50 mm Suministro y montaje de falso techo tipo cámara frigorífica formado por panel sándwich de 50 mm de espesor, compuesto por núcleo de espuma rígida de poliestireno expandido, conductividad térmica 0,021 W/m·K, y doble revestimiento en chapa de acero galvanizado prelacado (espesor 0,5 mm), fijado directamente sobre correas metálicas estructurales mediante tornillería autotaladrante. Se incluye perfilería auxiliar perimetral, fijaciones, sellado de juntas, medios auxiliares y limpieza final. Según CTE DB-HE y DB-HS. Marcado CE y Declaración de Prestacio-			
m23O01OA030	0,350 h	Oficial primera	22,52	7,88	
m23O01OA050	0,350 h	Ayudante	20,45	7,16	
M.06	1,150 m2	Panel sándwich PUR 50 mm caras acero prelacado	52,00	59,80	
M.08	1,000 m	Perfil perimetral L galv. 1,5 mm	2,72	2,72	
M.09	1,000 ud	Tornillería y pequeño material	1,34	1,34	
%CI	0,000	Costes indirectos	78,90	0,00	

TOTAL PARTIDA 78,90

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.07.02	ud	Puerta corredera frigorífica para temperatura positiva Suministro y montaje de puerta corredera frigorífica para uso interior, para temperatura positiva, compuesta por: hoja de 70 mm de espesor con núcleo de poliuretano inyectado, acabado en chapa plastificada blanca (opcional en acero inoxidable), borde perimetral en perfil de aluminio. Sistema de deslizamiento mediante guías superiores de aluminio anodizado con tapa, con poleas y soportes de tecnopolímero, adecuada para hojas de tamaño pequeño o mediano. Incluye manilla con sistema de apertura interior y exterior mediante palancas y cerradero antirrotura. Marco en forma de "L" de PVC (140x45 mm), con módulos adicionales de ajuste a grosor de panel. Contramarco en PVC (opcionalmente en aluminio). Sin umbral inferior (opcional rasante). Dimensiones máximas de paso libre: 220x330 cm. Totalmente instalada sobre estructura soporte, incluyendo herrajes, medios auxiliares de montaje, sellado perimetral y limpieza final. Conforme a CTE DB-SI y DB-HE, ejecutado según recomendaciones del fabricante y normativa aplicable. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE)			
m23O01OA030	0,350 h	Oficial primera	22,52	7,88	
m23O01OA050	0,350 h	Ayudante	20,45	7,16	
m23P08DP010	1,000 ud	Puerta corredera frigorífica 1,75x2 m	850,00	850,00	
m23P05CW010	1,000 ud	Tornillería y pequeño material	1,34	1,34	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	866,40	51,98	

TOTAL PARTIDA 918,36

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVECIENTOS DIECIOCHO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

05.07.03	m2	Panel vertical autoportante EPS e = 80 mm Cerramiento vertical formado por panel sándwich compuesto por dos láminas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, con núcleo aislante de espuma de poliestireno expandido de 80 mm de espesor ($k = 0,021 \text{ W/m}\cdot\text{K}$). Panel diseñado para uso en paredes de cámara frigorífica, instalado sobre estructura auxiliar metálica (perfiles L y T galvanizados de 1,5 mm), fijado mediante pies angulares galvanizados y tornillería, incluyendo elementos de fijación, solapes, tapajuntas, juntas de estanqueidad y medios auxiliares. Medido en verdadera magnitud, deduciendo			
m23O01OA030	0,330 h	Oficial primera	22,52	7,43	
m23O01OA050	0,330 h	Ayudante	20,45	6,75	
m23P04SC010	1,150 m2	P.sand frigorífico PUR 80 mm	62,00	71,30	
m23P04FAV085	4,000 ud	Pie angular gav 1,5 mm.	2,07	8,28	
m23P04FAV086	4,000 ud	Tornillo p/pie	0,15	0,60	
m23P04FAV090	2,100 m	Perfil secundario T galv 1,5 mm.	3,00	6,30	
m23P04FAV095	2,100 m	Perfil primario L galv 1,5 mm.	2,72	5,71	
m23P05CW010	1,000 ud	Tornillería y pequeño material	1,34	1,34	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	107,70	6,46	

TOTAL PARTIDA 114,17

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CATORCE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 06 Instalaciones: Electricidad, abastecimiento de agua, saneamiento					
SUBCAPÍTULO 06.01 Instalación eléctrica					
06.01.01		Caja general de protección y acometida	Sin descomposición		
TOTAL PARTIDA					5.192,79
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO NOVENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
06.01.02		Instalación fuerza	Sin descomposición		
TOTAL PARTIDA					93,20
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS					
06.01.03		Iluminación	Sin descomposición		
TOTAL PARTIDA					435,04
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS					
SUBCAPÍTULO 06.02 Abastecimiento de agua					
06.02.01		Acometida	Sin descomposición		
TOTAL PARTIDA					252,28
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS					
06.02.02		Instalación interior	Sin descomposición		
TOTAL PARTIDA					69,70
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS					
SUBCAPÍTULO 06.03 Saneamiento					
SUBCAPÍTULO 06.04 Evacuación aguas pluviales					
06.04.01	m	CANALÓN PVC CIRCULAR DESARROLLO 125 mm Canalón de PVC circular, de 125 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, con una pendiente mínima de 0,5%; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexonado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE			
m23O01OB200	0,160 h	Oficial 1º fontanero calefactor	24,61	3,94	
m23O01OB210	0,160 h	Oficial 2º fontanero calefactor	23,38	3,74	
m23P17NP010	1,100 m	Canalón PVC redondo D=125mm.gris	6,60	7,26	
m23P17NP040	1,000 ud	Gafa canalón PVC red.equip.125mm	2,45	2,45	
m23P17NP070	0,150 ud	Conex.bajante PVC redon.D=125mm.	12,47	1,87	
%PM0200	2,000 %	Pequeño Material	19,30	0,39	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	19,70	1,18	
TOTAL PARTIDA					20,83
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS					
06.04.02	m	BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm. Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE			
m23O01OB200	0,075 h	Oficial 1º fontanero calefactor	24,61	1,85	
m23O01OB210	0,075 h	Oficial 2º fontanero calefactor	23,38	1,75	
m23P17JP050	0,750 ud	Collarín bajante PVC c/cierre D75mm.	1,86	1,40	
m23P17VF010	1,100 m	Tubo PVC evac.pluv.j.elást. 75 mm.	4,14	4,55	
m23P17VP040	0,300 ud	Codo M-H 87° PVC evac. j.peg. 75 mm.	3,76	1,13	
%PM0200	2,000 %	Pequeño Material	10,70	0,21	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	10,90	0,65	
TOTAL PARTIDA					11,54
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 07 Instalación vapor saturado

07.01	ud	Caldera pirotubular 305 kW Caldera de vapor pirotubular horizontal (2,4x1,5x2,03 m), tres pasos de humos con inversión de llama, capacidad de producción 400 kg/h y potencia térmica 305 kW. Totalmente refrigerada por el agua del cuerpo de la caldera para mejorar eficiencia y seguridad operativa. Incluye quemador de gasóleo o dual (gas/gasoil) con atomización por pulverización mecánica, presión de trabajo 5 mbar Incluye montaje sobre base preparada, conexionado hidráulico, alimentación eléctrica y sistemas de control, pruebas, puesta en marcha y ajuste según normativas UNE-EN y RITE aplicables. Materiales con marcado CE y DdP			
m23O01O070	8,000 h	Oficial de primera instalador de vapor	24,00	192,00	
m23O01O080	8,000 h	Ayudante técnico	19,00	152,00	
m23P06CA010	1,000 ud	Caldera pirotubular (incluye quemador)	13.000,00	13.000,00	
m23M05TR010	1,000 ud	Transporte con grúa, incluye traslado y maniobra de colocación	600,00	600,00	
m23P06BA010	1,000 kg	Base preparada para caldera	400,00	400,00	
m23P06CO020	1,000 ud	Conexión hidráulico y eléctrico	600,00	600,00	
m23P06PR020	1,000 ud	Pruebas, puesta en marcha y ajuste de la caldera	500,00	500,00	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	15.444,00	926,64	

TOTAL PARTIDA	16.370,64

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS MIL TRESCIENTOS SETENTA EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

07.02	ud	Depósito Gasóleo C Suministro e instalación de depósito de 2000 litros para almacenamiento de gasóleo tipo C (2,34x1,12 m), fabricado en acero al carbono con doble pared y cámara estanca de control de fugas, conforme a normativas vigentes para uso interior y montaje aéreo. Incluye tubuladuras en boca de hombre para aspiración, carga, venteo, sonda de nivel y demás conexiones necesarias. Montaje completo con anclajes, sellados, pruebas de estanqueidad, conexión a instalaciones existentes y medios auxiliares para correcta puesta en obra. Materiales con marcado CE y documentación técnica según regla-			
m23O01O070	8,000 h	Oficial de primera instalador de vapor	24,00	192,00	
m23O01O080	8,000 h	Ayudante técnico	19,00	152,00	
m23P05DE010	1,000 ud	Depósito 2000 l Gasóleo C	2.500,00	2.500,00	
m23M05TR010	1,000 ud	Transporte con grúa, incluye traslado y maniobra de colocación	600,00	600,00	
m23P05AN010	1,000 ud	Anclajes y soportes	250,00	250,00	
m23P05CO010	1,000 ud	Conexión a instalaciones existentes	400,00	400,00	
m23P05PR010	1,000 ud	Pruebas de estanqueidad y puesta en obra	300,00	300,00	
%CI0600	6,000 %	Costes Indirectos	4.394,00	263,64	

TOTAL PARTIDA	4.657,64

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

07.03	ud	Tuberías y equipos accesorios Esta partida incluye el suministro e instalación de 17,5 m de tuberías de acero al carbono SCH 40 DN80 (3") y 12,7 m DN65 (2,5") con aislamiento térmico de lana de roca, soportes, bridas y juntas, junto con accesorios para la red de vapor de una caldera pirotubular de 400 kg/h: 8 codos 90°, 5 codos 45°, 4 válvulas de compuerta, 2 tes, 2 válvulas de retención batiente, 2 válvulas de paso recto y 2 válvulas de retención escuadra (mayormente DN80). La instalación, incluye corte, soldadura, montaje y pruebas de estanqueidad. Todos los materiales tienen marcado CE y cumplen con UNE-EN, RITE y Reglamento (UE) 305/2011. Total: 5.608,99 €, con costes indirectos del 6%.			

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA	3.500,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL QUINIENTOS EUROS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 08 Instalación de frío

08.01	ud	Compresor abierto R-717 4 kW			
		Instalación y montaje de compresor tipo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 4 kW . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente.			
		Comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01O050	8,000 h	Técnico frigorista especializado	25,00	200,00	
m23O01O060	8,000 h	Ayudante técnico frigorista	18,00	144,00	
m23M03RE010	1,000 ud	Compresor abierto R-717 4 kW	2.100,00	2.100,00	
m23P04SE010	1,000 ud	Valvula de seguridad R-717	75,00	75,00	
m23P04AC030	2,000 l	Aceite especial para compresores R-717	24,00	48,00	
m23P04VA050	2,000 ud	Valvulas servicio amoniaco	90,00	180,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	2.747,00	164,82	

TOTAL PARTIDA	2.911,82

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL NOVECIENTOS ONCE EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

08.02	ud	Evaporador 4,59 kW			
		Instalación y montaje de evaporador cúbico para refrigeración positiva, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm. El equipo tiene una capacidad frigorífica de 4,59 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento.			
		i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE,			
m23O01O050	8,000 h	Técnico frigorista especializado	25,00	200,00	
m23O01O060	8,000 h	Ayudante técnico frigorista	18,00	144,00	
m25M01EV260	1,000 ud	Evaporador cubico 4,59 kW	610,00	610,00	
m25P04JT005	2,000 m	Masilla elástica con fibras	2,50	5,00	
m25P04MS050	2,000 m	Sellador adhesivo MS	3,50	7,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	966,00	57,96	

TOTAL PARTIDA	1.023,96

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL VEINTITRES EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.03	ud	Condensador			
		Instalación y montaje de condensador aéreo horizontal, fabricado en chapa de acero galvanizado con batería de tubos de cobre de 3/8" en disposición al trespello y aletas de aluminio de alta eficiencia con paso de 3 mm. Equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño			
m23O01O050	8,000 h	Técnico frigorista especializado	25,00	200,00	
m23O01O060	8,000 h	Ayudante técnico frigorista	18,00	144,00	
m25P02CN030	1,000 ud	Condensador aereo horizontal	500,00	500,00	
m25P04JT001	4,000 m	Material sellante y aislamiento uniones	2,50	10,00	
m25P03MT020	1,000 ud	Kit de anclajes/sujeción antivibratoria	45,00	45,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	899,00	53,94	

TOTAL PARTIDA	952,94

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVECIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
08.04	ud	Compresor semi-hermético 37 kW Suministro e instalación de planta enfriadora de glicol a 2 °C, con potencia frigorífica de 37 kW y potencia de absorción nominal de 21,3 kW (1,65x1,18x2,3 m). Incluye compresor semihermético con carga reducida de refrigerante R-290 (propano). Carrocería autoportante fabricada en chapa de acero galvanizado con acabado en pintura poliéster termoendurecida para alta resistencia a la corrosión, apta para instalación exterior. Equipo equipado con condensador ventilado (ventilador 1x Ø800 mm) y conexión hidráulica de 2". Incluye montaje sobre bancada antivibratoria, conexión hidráulica y eléctrica, pruebas de funcionamiento, puesta en marcha, y documentación técnica conforme a normativa vigente (RITE, UNE-EN			
m23O01O050	8,000 h	Técnico frigorista especializado	25,00	200,00	
m23O01O060	8,000 h	Ayudante técnico frigorista	18,00	144,00	
m25P02CH300	1,000 ud	Planta enfriadora glicol	10.000,00	10.000,00	
m25A02MA025	0,250 ud	Plataforma elevadora	200,00	50,00	
m25P04JT010	1,000 ud	Kit conexión hidráulica 2"	95,00	95,00	
m25P03BA015	1,000 ud	Bancada antivibratoria	130,00	130,00	
m25P04JT020	1,000 ud	Accesorios de fijación, sellado, anclaje	85,00	85,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	10.704,00	642,24	
TOTAL PARTIDA					11.346,24

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 09 Maquinaria					
09.01	ud	Tanque pulmón			
		Suministro, transporte e instalación de tanque pulmón de acero inoxidable tipo SS304/216L, con un volumen efectivo de 1500 litros, diseñado para el almacenamiento de leche y lactosuero (1,3x1,8 m). La instalación incluye el montaje completo, la conexión a las instalaciones existentes y el uso de medios auxiliares para facilitar las tareas de manipulación y posicionamiento. No se requiere grúa para la manipulación debido a las dimensiones y peso manejables de los equipos. Los materiales cumplen con las normativas vigentes para uso en la industria alimentaria, asegurando la higiene y calidad del producto almacenado.			
m23O010TE002	1,000 h	Técnico especializado	24,00	24,00	
m23O010MO070	1,000 h	Ayudante técnico especializado	19,00	19,00	
m23M010TP150	1,000 ud	Tanque pulmón acero inoxidable	350,00	350,00	
m23A010MA002	1,000 ud	Medios auxiliares (carretilla, plataforma, herramientas)	160,00	160,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	553,00	33,18	

TOTAL PARTIDA 586,18

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

09.02	ud	Tanque almacenamiento leche			
		Suministro, transporte e instalación de tanque de acero inoxidable (2,32x1,84x1,7 m) con sistema de refrigeración integrado, capacidad 2500 litros, adecuado para el almacenamiento y enfriamiento de productos lácteos. El equipo cuenta con aislamiento térmico para mantener la temperatura constante y sistema de agitación para asegurar una mezcla homogénea. Incluye montaje completo, conexión a las instalaciones existentes, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. Se dispone de medios auxiliares, como grúa, para la correcta manipulación y ubicación del			
m23O010TE002	2,000 h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000 h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23M010TA250	1,000 ud	Tanque 2500 l con equipo de frío integrado	4.300,00	4.300,00	
m23P040VA050	1,000 ud	Valvula mariposa acero inox 50 mm	90,00	90,00	
m23P040SE015	1,000 ud	Valvula seguridad	85,00	85,00	
m23P040AC040	1,000 ud	Accesorios de fijación, sellado y conexión hidráulica inox	160,00	160,00	
m23O020PM001	2,000 h	Puesta en marcha, verificación, pruebas estanqueidad	25,00	50,00	
m23A010MA002	1,000 ud	Medios auxiliares (carretilla, plataforma, herramientas)	160,00	160,00	
m23A020GR001	1,000 ud	Grúa autopropulsada hasta 10 Tn (uso jornada descarga)	300,00	300,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	5.231,00	313,86	

TOTAL PARTIDA 5.544,86

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL QUINIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

09.03	ud	Intercambiador de calor de placas			
		Suministro e instalación de intercambiador de calor de placas en acero inoxidable, dimensiones aproximadas 0,864 x 0,406 x 0,860 m, con placas de 0,260 x 0,710 m (hasta 74 unidades), diseñado para operar entre 0 °C y 110 °C. La partida incluye colocación en su ubicación definitiva, conexión hidráulica de entrada y salida mediante accesorios y válvulas, montaje de elementos de fijación, juntas y estanqueidad, realización de pruebas hidráulicas, ajuste progresivo de placas y puesta en marcha del equipo, siguiendo normativa técnica vigente y recomendaciones del fabricante.			
m23O010MO070	2,000 h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23O010TE002	2,000 h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23M020IC075	1,000 ud	Intercambiador de calor de placas	7.739,95	7.739,95	
m23P04AC050	1,000 ud	Conjunto de accesorios de conexión (válvulas, anclajes, juntas)	150,00	150,00	
m23A010MA002	1,000 ud	Medios auxiliares (carretilla, plataforma, herramientas)	160,00	160,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	8.136,00	488,16	

TOTAL PARTIDA 8.624,11

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL SEISCIENTOS VEINTICUATRO EUROS con ONCE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
09.04	ud	Intercambiador de calor de placas bastidor			
		Suministro e instalación de intercambiador de calor de placas con bastidor compacto, con apertura rápida para tareas de mantenimiento y limpieza manual, fabricado en acero inoxidable. Dimensiones aproximadas del equipo: 0,240 x 0,140 x 0,380 m, con placas de 0,140 x 0,380 m. Diseñado para operar en un rango de temperatura de hasta 110 °C, especialmente indicado para mantener el baño de salmuera por debajo de 13 °C en instalaciones de pequeño volumen. Los trabajos incluyen el posicionamiento del equipo, conexión hidráulica de entrada y salida mediante accesorios (válvulas, racores, juntas), fijación del bastidor, pruebas de estanqueidad y puesta en mar-			
m23O010TE002	2,000 h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000 h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23M020IC024	1,000 ud	Intercambiador de calor de placas con bastidor	1.500,00	1.500,00	
m23P04AC050	1,000 ud	Conjunto de accesorios de conexión (válvulas, anclajes, juntas)	150,00	150,00	
m23A010MA003	1,000 ud	Medios auxiliares (herramientas, útiles de conexión, limpieza)	100,00	100,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	1.836,00	110,16	

TOTAL PARTIDA 1.946,16

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

09.05	ud	Tanque almacenamiento agua			
		Suministro e instalación de tanque en acero inoxidable AISI-304L, con capacidad útil de 635 litros y dimensiones aproximadas ? 0,700 x 1,850 m. Apto para uso en la industria alimentaria como depósito de almacenamiento de agua de lavado o como tanque pulmón para lactosuero. Incluye colocación en su ubicación definitiva mediante medios auxiliares de desplazamiento ligero, fijación, nivelado, instalación de válvula de vaciado, racores y accesorios de conexión. Se realizan pruebas de estanqueidad y limpieza final de la zona. Todos los trabajos se ejecutan			
m23O010TE002	2,000 h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000 h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23M030TA063	1,000 ud	Tanque salmuera acero inoxidable	7.000,00	7.000,00	
m23A010MA005	1,000 ud	Medio auxiliar ligero (carro/transpaleta)	65,00	65,00	
m23P04AC051	1,000 ud	Accesorios de conexión (válvulas, juntas, anclajes)	95,00	95,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	7.246,00	434,76	

TOTAL PARTIDA 7.680,76

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL SEISCIENTOS OCHENTA EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

09.06	ud	Cuba quesera			
		Suministro e instalación de cuba quesera tipo holandés con volumen útil de 1500 litros, fabricada en acero inoxidable AISI-304L, equipada con aislamiento térmico, palas agitadoras motorizadas, liras de corte y válvula manual de evacuación de cuajada de Ø NW100. Dimensiones aproximadas: 3,35x1,045x1,80 m, con altura de trabajo de 0,90 m. Incluye descarga con grúa o montacargas, desplazamiento a ubicación definitiva, conexión de entrada de vapor, salida de cuajada, fijación al suelo, nivelado y pruebas de funcionamiento. Todos los trabajos se ejecutan			
m23O010TE002	2,000 h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000 h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23M030CU150	1,000 ud	Cuba quesera tipo holandés 1500 l	12.000,00	12.000,00	
m23A010MA010	1,000 ud	Grúa ligera para descarga, posicionamiento y elevación	180,00	180,00	
m23P04AC100	1,000 ud	Accesorios y conexiones para drenaje y anclaje suelo	250,00	250,00	
m23A010MA003	1,000 ud	Medios auxiliares (herramientas, útiles de conexión, limpieza)	100,00	100,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	12.616,00	756,96	

TOTAL PARTIDA 13.372,96

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS-JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
09.07	ud	Prensa neumática vertical			
		Suministro e instalación de prensa neumática vertical para aplicación de presión en fabricación quesera. Equipamiento con 5 puntos de presión y capacidad para 250 kg de queso. Dimensiones 2,5×1×2,4. Incluye conexiones para aire comprimido, anclajes, fijaciones y pruebas de funcionamiento. La instalación se realiza conforme a las normativas de seguridad e higiene aplicables, garantizando la operatividad y el correcto montaje del equipo.			
m23O010TE002	2,000 h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000 h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23M030PR250	1,000 ud	Prensa neumática vertical	8.000,00	8.000,00	
m23A010MA010	1,000 ud	Grúa ligera para descarga, posicionamiento y elevación	180,00	180,00	
m23P04AC070	1,000 ud	Accesorios de conexión para aire comprimido, anclajes y fijación	120,00	120,00	
m23A010MA003	1,000 ud	Medios auxiliares (herramientas, útiles de conexión, limpieza)	100,00	100,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	8.486,00	509,16	

TOTAL PARTIDA 8.995,16

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

09.08	ud	Tanque de salmuera			
		Suministro e instalación de tanque de salmuera en acero inoxidable AISI 316 con dimensiones 1,6x0,9x0,9 m. El tanque incorpora sistema de recirculación alterna mediante bomba sanitaria que extrae salmuera a través de una única válvula mariposa DN40, combinando salida y retorno en ciclos alternos. El circuito incluye filtro de 50 micras para eliminar impurezas, intercambiador de placas para mantener la temperatura por debajo de 13 °C, y válvula para la correcta regulación del flujo. Se garantiza la homogeneización y concentración adecuada de salmuera mediante adición controlada de solución salina. La instalación contempla conexión completa, montaje, pruebas y			
m23O010TE002	2,000 h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000 h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23M030TA063	2,000 ud	Tanque salmuera acero inoxidable	7.000,00	14.000,00	
m23P04AC045	1,000 ud	Accesorios y conexiones para bomba, válvula mariposa y filtro	350,00	350,00	
m23A010MA003	1,000 ud	Medios auxiliares (herramientas, útiles de conexión, limpieza)	100,00	100,00	
m23A010MA005	1,000 ud	Medio auxiliar ligero (carro/transpaleta)	65,00	65,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	14.601,00	876,06	

TOTAL PARTIDA 15.477,06

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con SEIS CÉNTIMOS

09.09	ud	Ahumador			
		Suministro e instalación de ahumador diseñado para recipientes de más de 150 litros, que utiliza un sistema de laberinto para una combustión lenta y controlada de polvo de roble. El ahumador se monta dentro de una caja metálica fabricada íntegramente en acero inoxidable AISI 304 de calidad alimentaria.			
		El sistema incluye la perforación de la caja para la fijación estanca de la tubería flexible (longitud máxima 2-3 metros) mediante bridas metálicas, asegurando la conducción óptima del humo hacia la sala de ahumado. La instala-			
m23O010TE002	2,000 h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000 h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23M040AH150	1,000 ud	Ahumador para recipientes >150 l	150,00	150,00	
m23P04FI002	1,000 ud	Tubería flexible, bridas y abrazaderas metálicas para fijación	80,00	80,00	
m23A010MA003	1,000 ud	Medios auxiliares (herramientas, útiles de conexión, limpieza)	100,00	100,00	
%CI600	6,000 %	Costes Indirectos	416,00	24,96	

TOTAL PARTIDA 440,96

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CUARENTA EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 Movimiento de tierras			
01.01	m2	Desbroce y limpieza del terreno Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según NTE-ADE.	1,03
		UN EUROS con TRES CÉNTIMOS	
01.02	m3	Excavación de pozos en terrenos disgregados C/Medios mecánicos Excavación en pozos en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.	12,01
		DOCE EUROS con UN CÉNTIMOS	
01.03	m3	Excavación zanja terrenos disgregados C/Medios mecánicos Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.	8,75
		OCHO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 02 Urbanización			
SUBCAPÍTULO 02.01 Vallado exterior			
02.01.01	m3	Hormigón HA-25/P/20/XC1 Vertido manual Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC1, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm ²), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.	121,36
		CIENTO VEINTIUN EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	
02.01.02	m	MALLA SIMPLE TORSIÓN GALVANIZADA 40/14 h=1 m. Cercado de 1 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 de central. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	15,54
		QUINCE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
02.01.03	m2	Fábrica bloque hormigón liso gris Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x10 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	45,67
		CUARENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
02.01.04	ud	Puerta corredera 4x0,6 m Suministro y montaje de puerta corredera metálica manual para acceso a parcela, de aproximadamente 3,00 m de ancho libre por 0,60 m de altura, con estructura de acero galvanizado y pintura al horno en color negro, formada por bastidor tubular y relleno de malla electrosoldada o bastidor sencillo. Incluye guía inferior galvanizada, ruedas metálicas con rodamientos, perfil guía de carril, cerradura sencilla con llave, topes mecánicos, herrajes de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. Se incluye replanteo, montaje, nivelación, anclajes mecánicos al soporte existente (pilar, muro o valla metálica) y pruebas de funcionamiento. No incluye automatización ni cimentaciones.	600,00
		SEISCIENTOS EUROS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 02.02 Pavimentación exterior			
02.02.01	m2	Refino, nivelación y apisonado explanación Explanación, refino y nivelación de terrenos, por medios mecánicos, en terrenos limpiados superficialmente con máquinas, con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.	4,33
		CUATRO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	
02.02.02	m3	BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL Base de zahorra artificial, clasificada (husos ZA25 y ZA40) puesta en obra y compactada, medida sobre perfil. Conforme a ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art.510. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	31,38
		TREINTA Y UN EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS	
02.02.03	m2	Solera hormigón HM-20/B/40/XC1 Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en soleras de 20 cm de espesor, con HM-20/B/40/XC1 (CEM-II) con árido procedente de cantera de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica.	37,10
		TREINTA Y SIETE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS	
02.02.04	m	Junta retracción solera Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frío. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	2,32
		DOS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 03 Cimentación			
03.01	m3	Hormigón limpieza HM-25/B/20/XC1 Vertido grúa Hormigón en masa HM-25/B/20/XC1, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con grúa, vibrado y colocación. Según Código Estructural y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.	177,56
		CIENTO SETENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
03.02	m3	Hormigón armado HA-25/B/20XC1 Vertido grúa Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC2 o XC3, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm ²), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.	129,74
		CIENTO VEINTINUEVE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 04 Estructura			
04.01	kg	Acero laminado S275 (UNE-EN 1025-2) Acero laminado S275 en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación de minio de plomo, montada y colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAE, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	4,15
04.02	m	Correa chapa perfil tipo Z Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAS, NTE-EAV, NTE-EAF, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	22,18
04.03	ud	Placa anclaje S275 350x400x15 mm/4 garrotas D=16mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 350x400x15 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 16 mm de diámetro y 35 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	51,82
04.04	ud	Placa anclaje S275 250x250x11 mm/4 garrotas D=10 mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 250x250x11 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 10 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	51,82
04.05	ud	Placa anclaje S275 450x450x18 mm/8 garrotas D=20 mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 450x450x18 mm. con ocho garrotas de acero corrugado de 20 mm de diámetro y 35 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	28,42

CUATRO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

VEINTIDOS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

CINCUENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

CINCUENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

VEINTIOCHO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 05 Solado, Cerramientos, cubierta, albañilería y carpintería			
SUBCAPÍTULO 05.01 Solados y pavimento industrial			
05.01.01	m2	Solera hormigón HM-25/B/20/XC1 Solera de hormigón en masa de 25 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según Código Estructural, NTE-CCM, NTE-RSS y CTE DB-SE-C. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.	30,16
		TREINTA EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS	
05.01.02	m	Junta retacción solera Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frío. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	2,32
		DOS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	
05.01.03	m2	Acabado pavimento poliuretano-cemento Pavimento continuo de 6 mm de espesor, a base de revestimiento de poliuretano-cemento de tres componentes, en base agua, aplicado sobre soporte de hormigón o mortero, para pavimentos industriales sometidos a altas exigencias mecánicas, térmicas y químicas. Colores estándar. No incluye preparación del soporte. Medido en superficie realmente ejecutada. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.	111,48
		CIENTO ONCE EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO 05.02 Cerramiento exterior y cubierta			
05.02.01	m2	Panel Sándwich 3 grecas (e = 60 mm) Suministro y colocación de panel sándwich para cubierta, de 60 mm de espesor, formado por dos chapas de acero galvanizado prelacado con tres grecas y núcleo de espuma rígida de poliuretano (PUR). Fijación mecánica con tornillería vista sobre correas, solape lateral y sellado con cinta de butilo. Conforme a UNE-EN 14509:2014. Incluye instalación, herrajes y medios auxiliares. Medido por m² ejecutado.	46,86
		CUARENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
05.02.02	m2	Paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico anel prefabricado de cerramiento de hormigón armado, de 12 cm de espesor total, formado por dos planchas de 4 cm de espesor de hormigón con aislamiento térmico intermedio de poliestireno expandido (k = 0,0466 W/m·K) de 4 cm de espesor, acabado liso en color gris. Peso aproximado 200 kg/m². Instalado sobre estructura metálica mediante fijaciones mecánicas adaptadas a perfiles HEB-200 y HEB-100, con apoyo sobre perfiles angulares galvanizados donde sea necesario. Incluye sellado de juntas con masilla elástica, uso de grúa para colocación, apeos temporales, limpieza final y medios auxiliares necesarios. Medido en m² realmente ejecutado. Material con marcado CE conforme UNE-EN 14992:2008+A1:2012 y conforme a las exigencias del CTE	92,79
		NOVENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 05.03 Particiones interiores y albañilería			
05.03.01	m2	Fabrica bloque de hormigón liso gris 20x20x40 cm Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x20 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	53,01
05.03.02	m2	Enfoscado maestrado-fratasado CSIII-WI vertical Enfoscado maestrado y fratasado con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5, en paramentos verticales de 20 mm de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3 m, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPE-07 y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	17,04
05.03.03	m2	Mural interior con láminas autoadhesivas de PVC multicapa Suministro y colocación de revestimiento mural interior mediante láminas autoadhesivas multicapa de PVC, de 1230 mm de ancho y 0,24 mm de espesor, en color blanco, sobre soporte de hormigón o mortero de cemento, previa regularización de la superficie mediante láminas de PVC de 3 mm de espesor, adheridas con sellador adhesivo tipo MS. Las juntas entre láminas se sellan con masilla elástica con fibras. Conforme a exigencias de higiene en industria alimentaria y normativa aplicable en recintos interiores. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones según Reglamento (UE) 305/2011.	110,06
05.03.04	m2	Plancha vertical de polipropileno extruido de grado alimentario Suministro y colocación de revestimiento mural rígido de polipropileno extrusionado, blanco, grado alimentario, de 3 mm de espesor, instalado sobre rastreles de aluminio anclados a paramentos verticales de bloques, hormigón prefabricado o pilares metálicos. Fijación mecánica mediante tornillería inoxidable. Sellado de juntas con tapetas de PVC macizo del mismo color.	80,30
05.03.05	m2	Alicatado azulejo blanco 30x60 cm. Recibido adhesivo Alicatado en paramento vertical interior con azulejo blanco de 30x60 cm., colocado a línea, recibido con adhesivo, sin incluir enfoscado de mortero, p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con adhesivo, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. Según NTE-RPA-4. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	33,55
05.03.06	m2	Falso techo suspendido con estructura metálica Falso techo continuo de placas de yeso laminado estándar (Tipo A según UNE-EN 520:2005+A1:2010) de 595x595 mm, recubiertas en su cara vista con lámina vinílica blanca, apoyadas sobre una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado (según UNE-EN 14195:2015), a base de maestras primarias en T invertida separadas entre ejes de 1200 mm, y suspendidas del forjado mediante cuelgues con varilla roscada colocados entre 700-1200 mm. Las maestras secundarias se fijan perpendicularmente a las primarias, formando una retícula de 600x600 mm. Totalmente terminado, con acabado liso vinílico, de fácil limpieza, desmontable para mantenimiento, sin necesidad de imprimación, revestimiento o pintura; i/p.p. de placas vinílicas, estructura portante, cuelgues, tornillería, medios auxiliares y limpieza (excepto elevación y transporte). Conforme a UNE 102043:2013 y recomendaciones ATEDY. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	54,74

CINCUENTA Y TRES EUROS con UN CÉNTIMOS

DIECISIETE EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

CIENTO DIEZ EUROS con SEIS CÉNTIMOS

OCHENTA EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

TREINTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05.03.07	m2	Pavimento de mosaico de vidrio antideslizante 25x25x5 mm Solado de mosaico de vidrio, formado por teselas de 25x25x5 mm montadas sobre malla, adheridas con adhesivo cementoso tipo C2TE según UNE-EN 12004, y rejuntado con mortero cementoso tipo CG2 WA según UNE-EN 13888, en zonas de tránsito húmedo o sanitario. Incluye preparación del soporte, humectación si procede, aplicación de adhesivo con llana dentada, colocación con alineación de juntas y presión, rejuntado con espátula de goma y limpieza final. Medido el solado ejecutado, deduciendo huecos mayores a 1 m². Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	69,24
		SESENTA Y NUEVE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
05.03.08	m2	Pavimento laminado flotante de laminas 1200x190 mm Pavimento laminado flotante compuesto por laminas de 1200x190 mm y espesor total 8 mm, con soporte de fibra de alta densidad (HDF) y acabado decorativo imitación pino. Colocado sobre lámina de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor como barrera de humedad y nivelación acústica, sobre superficie seca y nivelada. Unión mediante sistema clic tipo machihembrado. Incluye p.p. de rodapié, perfiles de terminación y sellado de juntas. Según CTE DB-SUA-1, NTE-RSR y UNE-EN 14041:2018. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011. Medida la superficie ejecutada.	97,07
		NOVENTA Y SIETE EUROS con SIETE CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO 05.04 Carpintería interior y exterior			
05.04.01	ud	Ventana doble acristalamiento estándar apertura fija 3x1,5 m Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanales fijos para cerramientos en general, para acristalar, compuesta por, junquillos y accesorios, instalada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	303,99
		TRESCIENTOS TRES EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
05.04.02	ud	Ventana doble acristalamiento estándar corredera 1,5x1,5m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 2 hojas correderas horizontales, de 1,5x1,5 m de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes bicromatados para deslizamiento suave y sistemas de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	667,84
		SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
05.04.03	ud	Ventana doble acristalamiento estándar guillotina 0,6x0,6 m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 1 hoja proyectable/basculante con eje horizontal, de 0,6x0,6 m. de medidas totales, compuesta por cerco sin carriles para persiana, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	301,23
		TRESCIENTOS UN EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	
05.04.04	ud	Ventana doble acristalamiento estándar guillotina 0,7x1 m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 1 hoja proyectable/basculante con eje horizontal, de 0,6x0,6 m. de medidas totales, compuesta por cerco sin carriles para persiana, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	301,23
		TRESCIENTOS UN EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05.04.05	ud	Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,5x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,5x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	783,94
SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
05.04.06	ud	Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,9x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,9x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	783,94
SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
05.04.07	ud	Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,7x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,7x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	783,94
SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
05.04.08	ud	Puerta batiente lacado blanco 1H 1x2 m Suministro y montaje de puerta batiente de servicio de una hoja, de 40 mm de espesor, formada por bastidor de perfil estructural de aluminio anodizado y revestimiento en ambas caras con chapa de acero galvanizado prelacado en blanco de 0,6 mm de espesor. Con bisagras de PVC de vaivén, con recorrido de hasta 90°, para apertura en ambos sentidos según ubicación y uso previsto. Medidas totales según proyecto. Instalada sobre precerco de aluminio, incluso medios auxiliares, ajuste final y limpieza en obra. Elaborada en taller y probada por la empresa instaladora. Permeabilidad al aire según UNE-EN 12207:2017 – CLASE 4; Estanqueidad al agua según UNE-EN 12208:2000 – CLASE 9A; Resistencia al viento según UNE-EN 12210:2017 – CLASE C5. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	715,81
SETECIENTOS QUINCE EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS			

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 05.05 Aparatos sanitarios			
05.05.01	ud	Lavabo 65x46 cm C/Pedestal gama media blanco grifería monomando Lavabo de porcelana vitrificada blanco, de 65x46 cm, gama media, colocado con pedestal y con anclajes a la pared; conforme UNE-EN 14688:2016+A1:2019. Grifería monomando cromada, con rompechorros; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Válvula de desagüe de 32 mm, acoplamiento a pared acodado de PVC, llaves de escuadra de 1/2" cromadas, latiguillos flexibles de 1/2". Totalmente instalado y conexionado, i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Lavabo con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	351,41
		TRESCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS	
05.05.02	ud	Lavamanos mural acero inoxidable con mando femoral Suministro e instalación de lavamanos mural fabricado en acero inoxidable 400x335x600 mm, con faldón frontal y cubeta embutida, provisto de grifo de accionamiento femoral (por rodilla), para instalación en pared. Incluye válvula de desagüe de 32 mm con cadena, válvula de escuadra de 1/2", latiguillos flexibles de conexión, fijaciones mecánicas, sellado de juntas, y puesta en servicio. Instalado según las especificaciones del fabricante y normativa técnica vigente, especialmente conforme al CTE DB-HS (Salubridad) y DB-SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad). Material con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según el Reglamento (UE) n° 305/2011.	322,24
		TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
05.05.03	ud	Fregadero acero inoxidable 93x61 cm Suministro e instalación de fregadero industrial fabricado en acero inoxidable, de una cubeta, con dimensiones 93x61 cm, profundidad de la pila 40 cm y altura total 100 cm. Incluye válvula de desagüe, sifón sanitario, estructura con patas regulables y refuerzos para soporte, apto para uso alimentario en industria. Instalado con grifería monomando mural cromada, incluso fijaciones, sellado de juntas, y puesta en servicio. Cumple con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) n° 305/2011, y normativa sanitaria vigente para industrias alimentarias.	377,32
		TRESCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	
05.05.04	ud	Inodoro tanque bajo serie básica blanco Inodoro de tanque bajo de montaje adosado a pared, fabricado en porcelana vitrificada conforme a UNE-EN 997:2019, de gama básica en color blanco. Dispone de asiento y tapa lacados con bisagras de acero inoxidable y mecanismo doble descarga. Totalmente instalado, conectado y funcionando; i/p.p. de anclajes al pavimento, sellados, llave de escuadra y latiguillo flexible cromados, pequeño material y medios auxiliares. Inodoro con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	308,30
		TRESCIENTOS OCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
05.05.05	ud	Plato ducha porcelana 100x100 cm Blanco grifería monomando Plato de ducha de porcelana, cuadrado, de 100x100x8 cm, en color blanco; conforme norma UNE-EN 14527:2016+A1:2019. Grifería mezcladora exterior monomando, acabado cromado, con ducha de mano flexible de 1,50 m y soporte articulado; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Totalmente instalada y conexionada, i/desagüe con salida horizontal de 60 mm, p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Plato de ducha con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	376,47
		TRESCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 05.06 Pinturas			
05.06.01	m2	Epoxi dos componentes Pintura epoxi de dos componentes, aplicada en dos manos, sobre paramentos interiores de bloques o paneles de hormigón, previamente enyesados con reboco fino. Incluye lijado y limpieza previa, mano de imprimación epoxi, emplastecido con masilla especial y lijado de parches para un acabado liso y uniforme. En pilares de acero, limpieza y aplicación de imprimación anticorrosiva antes de la pintura. Productos con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	19,20
			DIECINUEVE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 05.07 Cámara de maduración			
05.07.01	m2	Falso techo panel sándwich EPS e = 50 mm Suministro y montaje de falso techo tipo cámara frigorífica formado por panel sándwich de 50 mm de espesor, compuesto por núcleo de espuma rígida de poliestireno expandido, conductividad térmica 0,021 W/m·K, y doble revestimiento en chapa de acero galvanizado prelacado (espesor 0,5 mm), fijado directamente sobre correas metálicas estructurales mediante tornillería autotaladrante. Se incluye perfilera auxiliar perimetral, fijaciones, sellado de juntas, medios auxiliares y limpieza final. Según CTE DB-HE y DB-HS. Marcado CE y Declaración de Prestaciones conforme a Reglamento (UE) 305/2011.	78,90
			SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS
05.07.02	ud	Puerta corredera frigorífica para temperatura positiva Suministro y montaje de puerta corredera frigorífica para uso interior, para temperatura positiva, compuesta por: hoja de 70 mm de espesor con núcleo de poliuretano inyectado, acabado en chapa plastificada blanca (opcional en acero inoxidable), borde perimetral en perfil de aluminio. Sistema de deslizamiento mediante guías superiores de aluminio anodizado con tapa, con poleas y soportes de tecnopolímero, adecuada para hojas de tamaño pequeño o mediano. Incluye manilla con sistema de apertura interior y exterior mediante palancas y cerradero antirrotura. Marco en forma de "L" de PVC (140×45 mm), con módulos adicionales de ajuste a grosor de panel. Contramarco en PVC (opcionalmente en aluminio). Sin umbral inferior (opcional rasante). Dimensiones máximas de paso libre: 220×330 cm. Totalmente instalada sobre estructura soporte, incluyendo herrajes, medios auxiliares de montaje, sellado perimetral y limpieza final. Conforme a CTE DB-SI y DB-HE, ejecutado según recomendaciones del fabricante y normativa aplicable. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	918,36
			NOVECIENTOS DIECIOCHO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
05.07.03	m2	Panel vertical autoportante EPS e = 80 mm Cerramiento vertical formado por panel sándwich compuesto por dos láminas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, con núcleo aislante de espuma de poliestireno expandido de 80 mm de espesor (k = 0,021 W/m·K). Panel diseñado para uso en paredes de cámara frigorífica, instalado sobre estructura auxiliar metálica (perfiles L y T galvanizados de 1,5 mm), fijado mediante pies angulares galvanizados y tornillería, incluyendo elementos de fijación, solapes, tapajuntas, juntas de estanqueidad y medios auxiliares. Medido en verdadera magnitud, deduciendo huecos mayores de 1 m². Cumple con el Reglamento (UE) 305/2011 y marcado CE.	114,17
			CIENTO CATORCE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 06 Instalaciones: Electricidad, abastecimiento de agua, saneamiento			
SUBCAPÍTULO 06.01 Instalación eléctrica			
06.01.01		Caja general de proteccióm y acometida	5.192,79
		CINCO MIL CIENTO NOVENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
06.01.02		Instalación fuerza	93,20
		NOVENTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
06.01.03		Iluminación	435,04
		CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO 06.02 Abastecimiento de agua			
06.02.01		Acometida	252,28
		DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	
06.02.02		Instalación interior	69,70
		SESENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO 06.03 Saneamiento			
SUBCAPÍTULO 06.04 Evacuación aguas pluviales			
06.04.01	m	CANALÓN PVC CIRCULAR DESARROLLO 125 mm	20,83
		Canalón de PVC circular, de 125 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, con una pendiente mínima de 0,5%; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		VEINTE EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS	
06.04.02	m	BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm.	11,54
		Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		ONCE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 07 Instalación vapor saturado			
07.01	ud	Caldera pirotubular 305 kW Caldera de vapor pirotubular horizontal (2,4x1,5x2,03 m), tres pasos de humos con inversión de llama, capacidad de producción 400 kg/h y potencia térmica 305 kW. Totalmente refrigerada por el agua del cuerpo de la caldera para mejorar eficiencia y seguridad operativa. Incluye quemador de gasóleo o dual (gas/gasoil) con atomización por pulverización mecánica, presión de trabajo 5 mbar Incluye montaje sobre base preparada, conexionado hidráulico, alimentación eléctrica y sistemas de control, pruebas, puesta en marcha y ajuste según normativas UNE-EN y RITE aplicables. Materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.	16.370,64
		DIECISEIS MIL TRESCIENTOS SETENTA EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
07.02	ud	Depósito Gasóleo C Suministro e instalación de depósito de 2000 litros para almacenamiento de gasóleo tipo C (2,34x1,12 m), fabricado en acero al carbono con doble pared y cámara estanca de control de fugas, conforme a normativas vigentes para uso interior y montaje aéreo. Incluye tubuladuras en boca de hombre para aspiración, carga, venteo, sonda de nivel y demás conexiones necesarias. Montaje completo con anclajes, sellados, pruebas de estanqueidad, conexión a instalaciones existentes y medios auxiliares para correcta puesta en obra. Materiales con marcado CE y documentación técnica según reglamentación vigente.	4.657,64
		CUATRO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
07.03	ud	Tuberías y equipos accesorios Esta partida incluye el suministro e instalación de 17,5 m de tuberías de acero al carbono SCH 40 DN80 (3") y 12,7 m DN65 (2,5") con aislamiento térmico de lana de roca, soportes, bridas y juntas, junto con accesorios para la red de vapor de una caldera pirotubular de 400 kg/h: 8 codos 90°, 5 codos 45°, 4 válvulas de compuerta, 2 tes, 2 válvulas de retención batiente, 2 válvulas de paso recto y 2 válvulas de retención escuadra (mayormente DN80). La instalación, incluye corte, soldadura, montaje y pruebas de estanqueidad. Todos los materiales tienen marcado CE y cumplen con UNE-EN, RITE y Reglamento (UE) 305/2011. Total: 5.608,99 €, con costes indirectos del 6%.	3.500,00
		TRES MIL QUINIENTOS EUROS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 08 Instalación de frío			
08.01	ud	Compresor abierto R-717 4 kW Instalación y montaje de compresor tipo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 4 kW . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente. Comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.	2.911,82
		DOS MIL NOVECIENTOS ONCE EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS	
08.02	ud	Evaporador 4,59 kW Instalación y montaje de evaporador cúbico para refrigeración positiva, con carcasa en aluminio lacado blanco, tomillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm. El equipo tiene una capacidad frigorífica de 4,59 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.	1.023,96
		MIL VEINTITRES EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
08.03	ud	Condensador Instalación y montaje de condensador aéreo horizontal, fabricado en chapa de acero galvanizado con batería de tubos de cobre de 3/8" en disposición al tresbolillo y aletas de aluminio de alta eficiencia con paso de 3 mm. Equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.	952,94
		NOVECIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
08.04	ud	Compresor semi-hermético 37 kW Suministro e instalación de planta enfriadora de glicol a 2 °C, con potencia frigorífica de 37 kW y potencia de absorción nominal de 21,3 kW (1,65x1,18x2,3 m). Incluye compresor semihermético con carga reducida de refrigerante R-290 (propano). Carrocería autoportante fabricada en chapa de acero galvanizado con acabado en pintura poliéster term endurecida para alta resistencia a la corrosión, apta para instalación exterior. Equipo equipado con condensador ventilado (ventilador 1x Ø800 mm) y conexión hidráulica de 2". Incluye montaje sobre bancada antivibratoria, conexión hidráulica y eléctrica, pruebas de funcionamiento, puesta en marcha, y documentación técnica conforme a normativa vigente (RITE, UNE-EN 378, marcado CE y DdP según Reglamento UE 305/2011).	11.346,24
		ONCE MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 09 Maquinaria			
09.01	ud	Tanque pulmón Suministro, transporte e instalación de tanque pulmón de acero inoxidable tipo SS304/216L, con un volumen efectivo de 1500 litros, diseñado para el almacenamiento de leche y lactosuero (1,3x1,8 m). La instalación incluye el montaje completo, la conexión a las instalaciones existentes y el uso de medios auxiliares para facilitar las tareas de manipulación y posicionamiento. No se requiere grúa para la manipulación debido a las dimensiones y peso manejables de los equipos. Los materiales cumplen con las normativas vigentes para uso en la industria alimentaria, asegurando la higiene y calidad del producto almacenado.	586,18
		QUINIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS	
09.02	ud	Tanque almacenamiento leche Suministro, transporte e instalación de tanque de acero inoxidable (2,32x1,84x1,7 m) con sistema de refrigeración integrado, capacidad 2500 litros, adecuado para el almacenamiento y enfriamiento de productos lácteos. El equipo cuenta con aislamiento térmico para mantener la temperatura constante y sistema de agitación para asegurar una mezcla homogénea. Incluye montaje completo, conexión a las instalaciones existentes, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. Se dispone de medios auxiliares, como grúa, para la correcta manipulación y ubicación del tanque en obra. Materiales certificados y conformes con normativas vigentes para uso en la industria alimentaria.	5.544,86
		CINCO MIL QUINIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS	
		con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
09.03	ud	Intercambiador de calor de placas Suministro e instalación de intercambiador de calor de placas en acero inoxidable, dimensiones aproximadas 0,864 × 0,406 × 0,860 m, con placas de 0,260 × 0,710 m (hasta 74 unidades), diseñado para operar entre 0 °C y 110 °C. La partida incluye colocación en su ubicación definitiva, conexión hidráulica de entrada y salida mediante accesorios y válvulas, montaje de elementos de fijación, juntas y estanqueidad, realización de pruebas hidráulicas, ajuste progresivo de placas y puesta en marcha del equipo, siguiendo normativa técnica vigente y recomendaciones del fabricante.	8.624,11
		OCHO MIL SEISCIENTOS VEINTICUATRO EUROS con ONCE CÉNTIMOS	
09.04	ud	Intercambiador de calor de placas bastidor Suministro e instalación de intercambiador de calor de placas con bastidor compacto, con apertura rápida para tareas de mantenimiento y limpieza manual, fabricado en acero inoxidable. Dimensiones aproximadas del equipo: 0,240 × 0,140 × 0,380 m, con placas de 0,140 × 0,380 m. Diseñado para operar en un rango de temperatura de hasta 110 °C, especialmente indicado para mantener el baño de salmuera por debajo de 13 °C en instalaciones de pequeño volumen. Los trabajos incluyen el posicionamiento del equipo, conexión hidráulica de entrada y salida mediante accesorios (válvulas, racores, juntas), fijación del bastidor, pruebas de estanqueidad y puesta en marcha, todo ello conforme a normativa vigente y especificaciones del fabricante.	1.946,16
		MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS	
09.05	ud	Tanque almacenamiento agua Suministro e instalación de tanque en acero inoxidable AISI-304L, con capacidad útil de 635 litros y dimensiones aproximadas 0,700 × 1,850 m. Apto para uso en la industria alimentaria como depósito de almacenamiento de agua de lavado o como tanque pulmón para lactosuero. Incluye colocación en su ubicación definitiva mediante medios auxiliares de desplazamiento ligero, fijación, nivelado, instalación de válvula de vaciado, racores y accesorios de conexión. Se realizan pruebas de estanqueidad y limpieza final de la zona. Todos los trabajos se ejecutan conforme a la normativa sanitaria e industrial vigente.	7.680,76
		SIETE MIL SEISCIENTOS OCHENTA EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
09.06	ud	Cuba quesera Suministro e instalación de cuba quesera tipo holandés con volumen útil de 1500 litros, fabricada en acero inoxidable AISI-304L, equipada con aislamiento térmico, palas agitadoras motorizadas, llaves de corte y válvula manual de evacuación de cuajada de Ø NW100. Dimensiones aproximadas: 3,35×1,045×1,80 m, con altura de trabajo de 0,90 m. Incluye descarga con grúa o montacargas, desplazamiento a ubicación definitiva, conexión de entrada de vapor, salida de cuajada, fijación al suelo, nivelado y pruebas de funcionamiento. Todos los trabajos se ejecutan conforme a normativa sanitaria e industrial vigente para equipos de transformación alimentaria.	13.372,96
		TRECE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
09.07	ud	Prensa neumática vertical Suministro e instalación de prensa neumática vertical para aplicación de presión en fabricación quesera. Equipamiento con 5 puntos de presión y capacidad para 250 kg de queso. Dimensiones 2,5×1×2,4. Incluye conexiones para aire comprimido, anclajes, fijaciones y pruebas de funcionamiento. La instalación se realiza conforme a las normativas de seguridad e higiene aplicables, garantizando la operatividad y el correcto montaje del equipo.	8.995,16
		OCHO MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS	
09.08	ud	Tanque de salmuera Suministro e instalación de tanque de salmuera en acero inoxidable AISI 316 con dimensiones 1,6x0,9x0,9 m. El tanque incorpora sistema de recirculación alterna mediante bomba sanitaria que extrae esalmuera a través de una única válvula mariposa DN40, combinando salida y retorno en ciclos alternos. El circuito incluye filtro de 50 micras para eliminar impurezas, intercambiador de placas para mantener la temperatura por debajo de 13 °C, y válvula para la correcta regulación del flujo. Se garantiza la homogeneización y concentración adecuada de salmuera mediante adición controlada de solución salina. La instalación contempla conexión completa, montaje, pruebas y puesta en marcha conforme a normativas vigentes.	15.477,06
		QUINCE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con SEIS CÉNTIMOS	
09.09	ud	Ahumador Suministro e instalación de ahumador diseñado para recipientes de más de 150 litros, que utiliza un sistema de laberinto para una combustión lenta y controlada de polvo de roble. El ahumador se monta dentro de una caja metálica fabricada íntegramente en acero inoxidable AISI 304 de calidad alimentaria. El sistema incluye la perforación de la caja para la fijación estanca de la tubería flexible (longitud máxima 2-3 metros) mediante bridas metálicas, asegurando la conducción óptima del humo hacia la sala de ahumado. La instalación incluye montaje, pruebas y puesta en marcha conforme a normativas vigentes.	440,96
		CUATROCIENTOS CUARENTA EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 01 Movimiento de tierras			
01.01	m2	Desbroce y limpieza del terreno Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según NTE-ADE.	
		Mano de obra	0,12
		Maquinaria.....	0,85
		Resto de obra y materiales.....	0,06
		TOTAL PARTIDA.....	1,03
01.02	m3	Excavación de pozos en terrenos disgregados C/Medios mecánicos Excavación en pozos en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.	
		Mano de obra	2,94
		Maquinaria.....	8,39
		Resto de obra y materiales.....	0,68
		TOTAL PARTIDA.....	12,01
01.03	m3	Excavación zanja terrenos disgregados C/Medios mecánicos Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.	
		Mano de obra	1,96
		Maquinaria.....	6,29
		Resto de obra y materiales.....	0,50
		TOTAL PARTIDA.....	8,75

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 02 Urbanización			
SUBCAPÍTULO 02.01 Vallado exterior			
02.01.01	m3	Hormigón HA-25/P/20/XC1 Vertido manual Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC1, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm ²), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	10,53
		Maquinaria.....	1,36
		Resto de obra y materiales.....	109,47
		TOTAL PARTIDA.....	121,36
02.01.02	m	MALLA SIMPLE TORSIÓN GALVANIZADA 40/14 h=1 m. Cercado de 1 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 de central. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	7,92
		Resto de obra y materiales.....	7,62
		TOTAL PARTIDA.....	15,54
02.01.03	m2	Fábrica bloque hormigón liso gris Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x10 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	31,61
		Maquinaria.....	0,04
		Resto de obra y materiales.....	14,02
		TOTAL PARTIDA.....	45,67
02.01.04	ud	Puerta corredera 4x0,6 m Suministro y montaje de puerta corredera metálica manual para acceso a parcela, de aproximadamente 3,00 m de ancho libre por 0,60 m de altura, con estructura de acero galvanizado y pintura al horno en color negro, formada por bastidor tubular y relleno de malla electrosoldada o bastidor sencillo. Incluye guía inferior galvanizada, ruedas metálicas con rodamientos, perfil guía de carril, cerradura sencilla con llave, topes mecánicos, herrajes de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. Se incluye replanteo, montaje, nivelación, anclajes mecánicos al soporte existente (pilar, muro o valla metálica) y pruebas de funcionamiento. No incluye automatización ni cimentaciones.	
		TOTAL PARTIDA.....	600,00

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 02.02 Pavimentación exterior			
02.02.01	m2	Refino, nivelación y apisonado explanación Explanación, refino y nivelación de terrenos, por medios mecánicos, en terrenos limpiados superficialmente con máquinas, con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.	
		Mano de obra	3,33
		Maquinaria.....	0,75
		Resto de obra y materiales.....	0,25
		TOTAL PARTIDA.....	4,33
02.02.02	m3	BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL Base de zahorra artificial, clasificada (husos ZA25 y ZA40) puesta en obra y compactada, medi- da sobre perfil. Conforme a ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art.510. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	4,87
		Maquinaria.....	5,80
		Resto de obra y materiales.....	20,71
		TOTAL PARTIDA.....	31,38
02.02.03	m2	Solera hormigón HM-20/B/40/XC1 Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en soleras de 20 cm de espesor, con HM-20/B/40/XC1 (CEM-II) con árido procedente de cantera de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica.	
		Mano de obra	2,97
		Maquinaria.....	3,89
		Resto de obra y materiales.....	30,24
		TOTAL PARTIDA.....	37,10
02.02.04	m	Junta retracción solera Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frío. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	1,71
		Maquinaria.....	0,20
		Resto de obra y materiales.....	0,41
		TOTAL PARTIDA.....	2,32

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 03 Cimentación			
03.01	m3	Hormigón limpieza HM-25/B/20/XC1 Vertido grúa Hormigón en masa HM-25/B/20/XC1, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con grúa, vibrado y colocación. Según Código Estructural y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	11,70
		Maquinaria.....	7,37
		Resto de obra y materiales.....	158,49
		TOTAL PARTIDA.....	177,56
03.02	m3	Hormigón armado HA-25/B/20XC1 Vertido grúa Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjás de cimentación HA-25/B/20/XC2 o XC3, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm ²), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	11,70
		Maquinaria.....	7,37
		Resto de obra y materiales.....	110,67
		TOTAL PARTIDA.....	129,74

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 04 Estructura			
04.01	kg	Acero laminado S275 (UNE-EN 1025-2) Acero laminado S275 en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación de minio de plomo, montada y colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAE, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	1,65
		Maquinaria.....	0,27
		Resto de obra y materiales.....	2,23
		TOTAL PARTIDA.....	4,15
04.02	m	Correa chapa perfil tipo Z Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAS, NTE-EAV, NTE-EAF, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	6,03
		Maquinaria.....	2,54
		Resto de obra y materiales.....	13,61
		TOTAL PARTIDA.....	22,18
04.03	ud	Placa anclaje S275 350x400x15 mm/4 garrotas D=16mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 350x400x15 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 16 mm de diámetro y 35 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	24,76
		Maquinaria.....	0,13
		Resto de obra y materiales.....	26,93
		TOTAL PARTIDA.....	51,82
04.04	ud	Placa anclaje S275 250x250x11 mm/4 garrotas D=10 mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 250x250x11 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 10 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	24,76
		Maquinaria.....	0,13
		Resto de obra y materiales.....	26,93
		TOTAL PARTIDA.....	51,82
04.05	ud	Placa anclaje S275 450x450x18 mm/8 garrotas D=20 mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 450x450x18 mm. con ocho garrotas de acero corrugado de 20 mm de diámetro y 35 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	24,76
		Maquinaria.....	0,13
		Resto de obra y materiales.....	3,53
		TOTAL PARTIDA.....	28,42

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 05 Solado, Cerramientos, cubierta, albañilería y carpintería			
SUBCAPÍTULO 05.01 Solados y pavimento industrial			
05.01.01	m2	Solera hormigón HM-25/B/20/XC1 Solera de hormigón en masa de 25 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según Código Estructural, NTE-CCM, NTE-RSS y CTE DB-SE-C. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	3,09
		Maquinaria.....	0,16
		Resto de obra y materiales.....	26,91
		TOTAL PARTIDA.....	30,16
05.01.02	m	Junta retacción solera Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frío. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	1,71
		Maquinaria.....	0,20
		Resto de obra y materiales.....	0,41
		TOTAL PARTIDA.....	2,32
05.01.03	m2	Acabado pavimento poliuretano-cemento Pavimento continuo de 6 mm de espesor, a base de revestimiento de poliuretano-cemento de tres componentes, en base agua, aplicado sobre soporte de hormigón o mortero, para pavimentos industriales sometidos a altas exigencias mecánicas, térmicas y químicas. Colores estándar. No incluye preparación del soporte. Medido en superficie realmente ejecutada. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	12,64
		Resto de obra y materiales.....	98,84
		TOTAL PARTIDA.....	111,48
SUBCAPÍTULO 05.02 Cerramiento exterior y cubierta			
05.02.01	m2	Panel Sándwich 3 grecas (e = 60 mm) Suministro y colocación de panel sándwich para cubierta, de 60 mm de espesor, formado por dos chapas de acero galvanizado prelacado con tres grecas y núcleo de espuma rígida de poliuretano (PUR). Fijación mecánica con tornillería vista sobre correas, solape lateral y sellado con cinta de butilo. Conforme a UNE-EN 14509:2014. Incluye instalación, herrajes y medios auxiliares. Medido por m² ejecutado.	
		Mano de obra	5,15
		Maquinaria.....	6,10
		Resto de obra y materiales.....	35,61
		TOTAL PARTIDA.....	46,86

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05.02.02	m2	Paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico anel prefabricado de cerramiento de hormigón armado, de 12 cm de espesor total, formado por dos planchas de 4 cm de espesor de hormigón con aislamiento térmico intermedio de poliestireno expandido ($k = 0,0466 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) de 4 cm de espesor, acabado liso en color gris. Peso aproximado 200 kg/m ² . Instalado sobre estructura metálica mediante fijaciones mecánicas adaptadas a perfiles HEB-200 y HEB-100, con apoyo sobre perfiles angulares galvanizados donde sea necesario. Incluye sellado de juntas con masilla elástica, uso de grúa para colocación, apeos temporales, limpieza final y medios auxiliares necesarios. Medido en m ² realmente ejecutado. Material con marcado CE conforme UNE-EN 14992:2008+A1:2012 y conforme a las exigencias del CTE	
		Mano de obra	19,27
		Maquinaria.....	16,56
		Resto de obra y materiales.....	56,96
		TOTAL PARTIDA.....	92,79
SUBCAPÍTULO 05.03 Particiones interiores y albañilería			
05.03.01	m2	Fabrica bloque de hormigón liso gris 20x20x40 cm Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x20 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m ³ de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	34,00
		Maquinaria.....	0,07
		Resto de obra y materiales.....	18,93
		TOTAL PARTIDA.....	53,01
05.03.02	m2	Enfoscado maestreado-fratasado CSIII-WI vertical Enfoscado maestreado y fratasado con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5, en paramentos verticales de 20 mm de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3 m, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPE-07 y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	14,18
		Resto de obra y materiales.....	2,86
		TOTAL PARTIDA.....	17,04
05.03.03	m2	Mural interior con láminas autoadhesivas de PVC multicapa Suministro y colocación de revestimiento mural interior mediante láminas autoadhesivas multicapa de PVC, de 1230 mm de ancho y 0,24 mm de espesor, en color blanco, sobre soporte de hormigón o mortero de cemento, previa regularización de la superficie mediante láminas de PVC de 3 mm de espesor, adheridas con sellador adhesivo tipo MS. Las juntas entre láminas se sellan con masilla elástica con fibras. Conforme a exigencias de higiene en industria alimentaria y normativa aplicable en recintos interiores. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	71,89
		Resto de obra y materiales.....	38,17
		TOTAL PARTIDA.....	110,06
05.03.04	m2	Plancha vertical de polipropileno extruido de grado alimentario Suministro y colocación de revestimiento mural rígido de polipropileno extrusionado, blanco, grado alimentario, de 3 mm de espesor, instalado sobre rastreles de aluminio anclados a paramentos verticales de bloques, hormigón prefabricado o pilares metálicos. Fijación mecánica mediante tornillería inoxidable. Sellado de juntas con tapetas de PVC macizo del mismo color.	
		Mano de obra	51,44
		Resto de obra y materiales.....	28,86
		TOTAL PARTIDA.....	80,30

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05.03.05	m2	Alicatado azulejo blanco 30x60 cm. Recibido adhesivo Alicatado en paramento vertical interior con azulejo blanco de 30x60 cm., colocado a línea, recibido con adhesivo, sin incluir enfoscado de mortero, p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con adhesivo, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. Según NTE-RPA-4. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	17,19
		Resto de obra y materiales.....	16,36
		TOTAL PARTIDA.....	33,55
05.03.06	m2	Falso techo suspendido con estructura metálica Falso techo continuo de placas de yeso laminado estándar (Tipo A según UNE-EN 520:2005+A1:2010) de 595x595 mm, recubiertas en su cara vista con lámina vinílica blanca, apoyadas sobre una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado (según UNE-EN 14195:2015), a base de maestras primarias en T invertida separadas entre ejes de 1200 mm, y suspendidas del forjado mediante cuelgues con varilla roscada colocados entre 700-1200 mm. Las maestras secundarias se fijan perpendicularmente a las primarias, formando una retícula de 600x600 mm. Totalmente terminado, con acabado liso vinílico, de fácil limpieza, desmontable para mantenimiento, sin necesidad de imprimación, revestimiento o pintura; i/p.p. de placas vinílicas, estructura portante, cuelgues, tornillería, medios auxiliares y limpieza (excepto elevación y transporte). Conforme a UNE 102043:2013 y recomendaciones ATEDY. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	12,04
		Resto de obra y materiales.....	42,70
		TOTAL PARTIDA.....	54,74
05.03.07	m2	Pavimento de mosaico de vidrio antideslizante 25x25x5 mm Solado de mosaico de vidrio, formado por teselas de 25x25x5 mm montadas sobre malla, adheridas con adhesivo cementoso tipo C2TE según UNE-EN 12004, y rejuntado con mortero cementoso tipo CG2 WA según UNE-EN 13888, en zonas de tránsito húmedo o sanitario. Incluye preparación del soporte, humectación si procede, aplicación de adhesivo con llana dentada, colocación con alineación de juntas y presión, rejuntado con espátula de goma y limpieza final. Medido el solado ejecutado, deduciendo huecos mayores a 1 m². Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	27,90
		Maquinaria.....	0,05
		Resto de obra y materiales.....	41,30
		TOTAL PARTIDA.....	69,24
05.03.08	m2	Pavimento laminado flotante de lamas 1200x190 mm Pavimento laminado flotante compuesto por lamas de 1200x190 mm y espesor total 8 mm, con soporte de fibra de alta densidad (HDF) y acabado decorativo imitación pino. Colocado sobre lámina de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor como barrera de humedad y nivelación acústica, sobre superficie seca y nivelada. Unión mediante sistema clic tipo machihembrado. Incluye p.p. de rodapié, perfiles de terminación y sellado de juntas. Según CTE DB-SUA-1, NTE-RSR y UNE-EN 14041:2018. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011. Medida la superficie ejecutada.	
		Mano de obra	21,06
		Resto de obra y materiales.....	76,01
		TOTAL PARTIDA.....	97,07

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 05.04 Carpintería interior y exterior			
05.04.01	ud	Ventana doble acristalamiento estándar apertura fija 3x1,5 m Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanales fijos para cerramientos en general, para acristalar, compuesta por, junquillos y accesorios, instalada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	
		Mano de obra	7,53
		Resto de obra y materiales.....	296,46
		TOTAL PARTIDA.....	303,99
05.04.02	ud	Ventana doble acristalamiento estándar corredera 1,5x1,5m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 2 hojas correderas horizontales, de 1,5x1,5 m de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes bicromatados para deslizamiento suave y sistemas de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	
		Mano de obra	14,35
		Resto de obra y materiales.....	653,49
		TOTAL PARTIDA.....	667,84
05.04.03	ud	Ventana doble acristalamiento estándar guillotina 0,6x0,6 m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 1 hoja proyectable/basculante con eje horizontal, de 0,6x0,6 m. de medidas totales, compuesta por cerco sin carriles para persiana, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	
		Mano de obra	5,38
		Resto de obra y materiales.....	295,85
		TOTAL PARTIDA.....	301,23
05.04.04	ud	Ventana doble acristalamiento estándar guillotina 0,7x1 m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 1 hoja proyectable/basculante con eje horizontal, de 0,6x0,6 m. de medidas totales, compuesta por cerco sin carriles para persiana, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	
		Mano de obra	5,38
		Resto de obra y materiales.....	295,85
		TOTAL PARTIDA.....	301,23
05.04.05	ud	Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,5x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,5x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	
		Mano de obra	16,50
		Resto de obra y materiales.....	767,44

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
TOTAL PARTIDA.....			783,94

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
05.04.06	ud	Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,9x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,9x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	Mano de obra 16,50 Resto de obra y materiales..... 767,44 TOTAL PARTIDA..... 783,94
05.04.07	ud	Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,7x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,7x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	Mano de obra 16,50 Resto de obra y materiales..... 767,44 TOTAL PARTIDA..... 783,94
05.04.08	ud	Puerta batiente lacado blanco 1H 1x2 m Suministro y montaje de puerta batiente de servicio de una hoja, de 40 mm de espesor, formada por bastidor de perfil estructural de aluminio anodizado y revestimiento en ambas caras con chapa de acero galvanizado prelacado en blanco de 0,6 mm de espesor. Con bisagras de PVC de vaivén, con recorrido de hasta 90°, para apertura en ambos sentidos según ubicación y uso previsto. Medidas totales según proyecto. Instalada sobre precerco de aluminio, incluso medios auxiliares, ajuste final y limpieza en obra. Elaborada en taller y probada por la empresa instaladora. Permeabilidad al aire según UNE-EN 12207:2017 – CLASE 4; Estanqueidad al agua según UNE-EN 12208:2000 – CLASE 9A; Resistencia al viento según UNE-EN 12210:2017 – CLASE C5. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	Mano de obra 14,35 Resto de obra y materiales..... 701,46 TOTAL PARTIDA..... 715,81

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 05.05 Aparatos sanitarios			
05.05.01	ud	Lavabo 65x46 cm C/Pedestal gama media blanco grifería monomando Lavabo de porcelana vitrificada blanco, de 65x46 cm, gama media, colocado con pedestal y con anclajes a la pared; conforme UNE-EN 14688:2016+A1:2019. Grifería monomando cromada, con rompechorros; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Válvula de desagüe de 32 mm, acoplamiento a pared acodado de PVC, llaves de escuadra de 1/2" cromadas, latiguillos flexibles de 1/2". Totalmente instalado y conexionado, i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Lavabo con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	26,40
		Resto de obra y materiales.....	325,01
		TOTAL PARTIDA.....	351,41
05.05.02	ud	Lavamanos mural acero inoxidable con mando femoral Suministro e instalación de lavamanos mural fabricado en acero inoxidable 400x335x600 mm, con faldón frontal y cubeta embutida, provisto de grifo de accionamiento femoral (por rodilla), para instalación en pared. Incluye válvula de desagüe de 32 mm con cadena, válvula de escuadra de 1/2", latiguillos flexibles de conexión, fijaciones mecánicas, sellado de juntas, y puesta en servicio. Instalado según las especificaciones del fabricante y normativa técnica vigente, especialmente conforme al CTE DB-HS (Salubridad) y DB-SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad). Material con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según el Reglamento (UE) n° 305/2011.	
		Mano de obra	39,93
		Resto de obra y materiales.....	282,31
		TOTAL PARTIDA.....	322,24
05.05.03	ud	Fregadero acero inoxidable 93x61 cm Suministro e instalación de fregadero industrial fabricado en acero inoxidable, de una cubeta, con dimensiones 93x61 cm, profundidad de la pila 40 cm y altura total 100 cm. Incluye válvula de desagüe, sifón sanitario, estructura con patas regulables y refuerzos para soporte, apto para uso alimentario en industria. Instalado con grifería monomando mural cromada, incluso fijaciones, sellado de juntas, y puesta en servicio. Cumple con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) n° 305/2011, y normativa sanitaria vigente para industrias alimentarias.	
		Mano de obra	27,07
		Resto de obra y materiales.....	350,25
		TOTAL PARTIDA.....	377,32
05.05.04	ud	Inodoro tanque bajo serie básica blanco Inodoro de tanque bajo de montaje adosado a pared, fabricado en porcelana vitrificada conforme a UNE-EN 997:2019, de gama básica en color blanco. Dispone de asiento y tapa lacados con bisagras de acero inoxidable y mecanismo doble descarga. Totalmente instalado, conectado y funcionando; i/p.p. de anclajes al pavimento, sellados, llave de escuadra y latiguillo flexible cromados, pequeño material y medios auxiliares. Inodoro con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	47,99
		Resto de obra y materiales.....	260,31
		TOTAL PARTIDA.....	308,30
05.05.05	ud	Plato ducha porcelana 100x100 cm Blanco grifería monomando Plato de ducha de porcelana, cuadrado, de 100x100x8 cm, en color blanco; conforme norma UNE-EN 14527:2016+A1:2019. Grifería mezcladora exterior monomando, acabado cromado, con ducha de mano flexible de 1,50 m y soporte articulado; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Totalmente instalada y conexionada, i/desagüe con salida horizontal de 60 mm, p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Plato de ducha con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	19,19
		Resto de obra y materiales.....	357,28
		TOTAL PARTIDA.....	376,47

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 05.06 Pinturas			
05.06.01	m2	Epoxi dos componentes Pintura epoxi de dos componentes, aplicada en dos manos, sobre paramentos interiores de bloques o paneles de hormigón, previamente enyesados con reboco fino. Incluye lijado y limpieza previa, mano de imprimación epoxi, emplastecido con masilla especial y lijado de parches para un acabado liso y uniforme. En pilares de acero, limpieza y aplicación de imprimación anticorrosiva antes de la pintura. Productos con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	8,38
		Resto de obra y materiales.....	10,82
		TOTAL PARTIDA	19,20
SUBCAPÍTULO 05.07 Cámara de maduración			
05.07.01	m2	Falso techo panel sándwich EPS e = 50 mm Suministro y montaje de falso techo tipo cámara frigorífica formado por panel sándwich de 50 mm de espesor, compuesto por núcleo de espuma rígida de poliestireno expandido, conductividad térmica 0,021 W/m·K, y doble revestimiento en chapa de acero galvanizado prelacado (espesor 0,5 mm), fijado directamente sobre correas metálicas estructurales mediante tornillería autotaladrante. Se incluye perfilera auxiliar perimetral, fijaciones, sellado de juntas, medios auxiliares y limpieza final. Según CTE DB-HE y DB-HS. Marcado CE y Declaración de Prestaciones conforme a Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	15,04
		Resto de obra y materiales.....	63,86
		TOTAL PARTIDA	78,90
05.07.02	ud	Puerta corredera frigorífica para temperatura positiva Suministro y montaje de puerta corredera frigorífica para uso interior, para temperatura positiva, compuesta por: hoja de 70 mm de espesor con núcleo de poliuretano inyectado, acabado en chapa plastificada blanca (opcional en acero inoxidable), borde perimetral en perfil de aluminio. Sistema de deslizamiento mediante guías superiores de aluminio anodizado con tapa, con poleas y soportes de tecnopolímero, adecuada para hojas de tamaño pequeño o mediano. Incluye manilla con sistema de apertura interior y exterior mediante palancas y cerradero antirrotura. Marco en forma de "L" de PVC (140×45 mm), con módulos adicionales de ajuste a grosor de panel. Contramarco en PVC (opcionalmente en aluminio). Sin umbral inferior (opcional rasante). Dimensiones máximas de paso libre: 220×330 cm. Totalmente instalada sobre estructura soporte, incluyendo herrajes, medios auxiliares de montaje, sellado perimetral y limpieza final. Conforme a CTE DB-SI y DB-HE, ejecutado según recomendaciones del fabricante y normativa aplicable. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	15,04
		Resto de obra y materiales.....	903,32
		TOTAL PARTIDA	918,36
05.07.03	m2	Panel vertical autoportante EPS e = 80 mm Cerramiento vertical formado por panel sándwich compuesto por dos láminas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, con núcleo aislante de espuma de poliestireno expandido de 80 mm de espesor (k = 0,021 W/m·K). Panel diseñado para uso en paredes de cámara frigorífica, instalado sobre estructura auxiliar metálica (perfiles L y T galvanizados de 1,5 mm), fijado mediante pies angulares galvanizados y tornillería, incluyendo elementos de fijación, solapes, tapajuntas, juntas de estanqueidad y medios auxiliares. Medido en verdadera magnitud, deduciendo huecos mayores de 1 m². Cumple con el Reglamento (UE) 305/2011 y marcado CE.	
		Mano de obra	14,18
		Resto de obra y materiales.....	99,99
		TOTAL PARTIDA	114,17

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 06 Instalaciones: Electricidad, abastecimiento de agua, saneamiento			
SUBCAPÍTULO 06.01 Instalación eléctrica			
06.01.01		Caja general de protección y acometida	
		TOTAL PARTIDA.....	5,192,79
06.01.02		Instalación fuerza	
		TOTAL PARTIDA.....	93,20
06.01.03		Iluminación	
		TOTAL PARTIDA.....	435,04
SUBCAPÍTULO 06.02 Abastecimiento de agua			
06.02.01		Acometida	
		TOTAL PARTIDA.....	252,28
06.02.02		Instalación interior	
		TOTAL PARTIDA.....	69,70
SUBCAPÍTULO 06.03 Saneamiento			
SUBCAPÍTULO 06.04 Evacuación aguas pluviales			
06.04.01	m	CANALÓN PVC CIRCULAR DESARROLLO 125 mm	
		Canalón de PVC circular, de 125 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, con una pendiente mínima de 0,5%; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	7,68
		Resto de obra y materiales.....	13,15
		TOTAL PARTIDA.....	20,83
06.04.02	m	BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm.	
		Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	3,60
		Resto de obra y materiales.....	7,94
		TOTAL PARTIDA.....	11,54

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 07 Instalación vapor saturado			
07.01	ud	Caldera pirotubular 305 kW Caldera de vapor pirotubular horizontal (2,4x1,5x2,03 m), tres pasos de humos con inversión de llama, capacidad de producción 400 kg/h y potencia térmica 305 kW. Totalmente refrigerada por el agua del cuerpo de la caldera para mejorar eficiencia y seguridad operativa. Incluye quemador de gasóleo o dual (gas/gasoil) con atomización por pulverización mecánica, presión de trabajo 5 mbar Incluye montaje sobre base preparada, conexionado hidráulico, alimentación eléctrica y sistemas de control, pruebas, puesta en marcha y ajuste según normativas UNE-EN y RITE aplicables. Materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	344,00
		Maquinaria.....	600,00
		Resto de obra y materiales.....	15.426,64
		TOTAL PARTIDA.....	16.370,64
07.02	ud	Depósito Gasóleo C Suministro e instalación de depósito de 2000 litros para almacenamiento de gasóleo tipo C (2,34x1,12 m), fabricado en acero al carbono con doble pared y cámara estanca de control de fugas, conforme a normativas vigentes para uso interior y montaje aéreo. Incluye tubuladuras en boca de hombre para aspiración, carga, venteo, sonda de nivel y demás conexiones necesarias. Montaje completo con anclajes, sellados, pruebas de estanqueidad, conexión a instalaciones existentes y medios auxiliares para correcta puesta en obra. Materiales con marcado CE y documentación técnica según reglamentación vigente.	
		Mano de obra	344,00
		Maquinaria.....	600,00
		Resto de obra y materiales.....	3.713,64
		TOTAL PARTIDA.....	4.657,64
07.03	ud	Tuberías y equipos accesorios Esta partida incluye el suministro e instalación de 17,5 m de tuberías de acero al carbono SCH 40 DN80 (3") y 12,7 m DN65 (2,5") con aislamiento térmico de lana de roca, soportes, bridas y juntas, junto con accesorios para la red de vapor de una caldera pirotubular de 400 kg/h: 8 codos 90°, 5 codos 45°, 4 válvulas de compuerta, 2 tes, 2 válvulas de retención batiente, 2 válvulas de paso recto y 2 válvulas de retención escuadra (mayormente DN80). La instalación, rincluye corte, soldadura, montaje y pruebas de estanqueidad. Todos los materiales tienen marcado CE y cumplen con UNE-EN, RITE y Reglamento (UE) 305/2011. Total: 5.608,99 €, con costes indirectos del 6%.	
		TOTAL PARTIDA.....	3.500,00

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 08 Instalación de frío			
08.01	ud	Compresor abierto R-717 4 kW Instalación y montaje de compresor tipo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 4 kW . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente. Comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	344,00
		Resto de obra y materiales.....	2.567,82
		TOTAL PARTIDA.....	2.911,82
08.02	ud	Evaporador 4,59 kW Instalación y montaje de evaporador cúbico para refrigeración positiva, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm. El equipo tiene una capacidad frigorífica de 4,59 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	344,00
		Resto de obra y materiales.....	679,96
		TOTAL PARTIDA.....	1.023,96
08.03	ud	Condensador Instalación y montaje de condensador aéreo horizontal, fabricado en chapa de acero galvanizado con batería de tubos de cobre de 3/8" en disposición al tresbolillo y aletas de aluminio de alta eficiencia con paso de 3 mm. Equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	344,00
		Resto de obra y materiales.....	608,94
		TOTAL PARTIDA.....	952,94
08.04	ud	Compresor semi-hermético 37 kW Suministro e instalación de planta enfriadora de glicol a 2 °C, con potencia frigorífica de 37 kW y potencia de absorción nominal de 21,3 kW (1,65x1,18x2,3 m). Incluye compresor semihermético con carga reducida de refrigerante R-290 (propano). Carrocería autoportante fabricada en chapa de acero galvanizado con acabado en pintura poliéster termopel endurecida para alta resistencia a la corrosión, apta para instalación exterior. Equipo equipado con condensador ventilado (ventilador 1x Ø800 mm) y conexión hidráulica de 2". Incluye montaje sobre bancada antivibratoria, conexión hidráulica y eléctrica, pruebas de funcionamiento, puesta en marcha, y documentación técnica conforme a normativa vigente (RITE, UNE-EN 378, marcado CE y DdP según Reglamento UE 305/2011).	
		Mano de obra	344,00
		Resto de obra y materiales.....	11.002,24
		TOTAL PARTIDA.....	11.346,24

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 09 Maquinaria			
09.01	ud	Tanque pulmón Suministro, transporte e instalación de tanque pulmón de acero inoxidable tipo SS304/216L, con un volumen efectivo de 1500 litros, diseñado para el almacenamiento de leche y lactosuero (1,3x1,8 m). La instalación incluye el montaje completo, la conexión a las instalaciones existentes y el uso de medios auxiliares para facilitar las tareas de manipulación y posicionamiento. No se requiere grúa para la manipulación debido a las dimensiones y peso manejables de los equipos. Los materiales cumplen con las normativas vigentes para uso en la industria alimentaria, asegurando la higiene y calidad del producto almacenado.	
		Mano de obra	43,00
		Resto de obra y materiales.....	543,18
		TOTAL PARTIDA.....	586,18
09.02	ud	Tanque almacenamiento leche Suministro, transporte e instalación de tanque de acero inoxidable (2,32x1,84x1,7 m) con sistema de refrigeración integrado, capacidad 2500 litros, adecuado para el almacenamiento y enfriamiento de productos lácteos. El equipo cuenta con aislamiento térmico para mantener la temperatura constante y sistema de agitación para asegurar una mezcla homogénea. Incluye montaje completo, conexión a las instalaciones existentes, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. Se dispone de medios auxiliares, como grúa, para la correcta manipulación y ubicación del tanque en obra. Materiales certificados y conformes con normativas vigentes para uso en la industria alimentaria.	
		Mano de obra	86,00
		Maquinaria.....	300,00
		Resto de obra y materiales.....	5.158,86
		TOTAL PARTIDA.....	5.544,86
09.03	ud	Intercambiador de calor de placas Suministro e instalación de intercambiador de calor de placas en acero inoxidable, dimensiones aproximadas 0,864 × 0,406 × 0,860 m, con placas de 0,260 × 0,710 m (hasta 74 unidades), diseñado para operar entre 0 °C y 110 °C. La partida incluye colocación en su ubicación definitiva, conexión hidráulica de entrada y salida mediante accesorios y válvulas, montaje de elementos de fijación, juntas y estanqueidad, realización de pruebas hidráulicas, ajuste progresivo de placas y puesta en marcha del equipo, siguiendo normativa técnica vigente y recomendaciones del fabricante.	
		Mano de obra	86,00
		Resto de obra y materiales.....	8.538,11
		TOTAL PARTIDA.....	8.624,11
09.04	ud	Intercambiador de calor de placas bastidor Suministro e instalación de intercambiador de calor de placas con bastidor compacto, con apertura rápida para tareas de mantenimiento y limpieza manual, fabricado en acero inoxidable. Dimensiones aproximadas del equipo: 0,240 × 0,140 × 0,380 m, con placas de 0,140 × 0,380 m. Diseñado para operar en un rango de temperatura de hasta 110 °C, especialmente indicado para mantener el baño de salmuera por debajo de 13 °C en instalaciones de pequeño volumen. Los trabajos incluyen el posicionamiento del equipo, conexión hidráulica de entrada y salida mediante accesorios (válvulas, racores, juntas), fijación del bastidor, pruebas de estanqueidad y puesta en marcha, todo ello conforme a normativa vigente y especificaciones del fabricante.	
		Mano de obra	86,00
		Resto de obra y materiales.....	1.860,16
		TOTAL PARTIDA.....	1.946,16
09.05	ud	Tanque almacenamiento agua Suministro e instalación de tanque en acero inoxidable AISI-304L, con capacidad útil de 635 litros y dimensiones aproximadas 0,700 × 1,850 m. Apto para uso en la industria alimentaria como depósito de almacenamiento de agua de lavado o como tanque pulmón para lactosuero. Incluye colocación en su ubicación definitiva mediante medios auxiliares de desplazamiento ligero, fijación, nivelado, instalación de válvula de vaciado, racores y accesorios de conexión. Se realizan pruebas de estanqueidad y limpieza final de la zona. Todos los trabajos se ejecutan conforme a la normativa sanitaria e industrial vigente.	
		Mano de obra	86,00
		Resto de obra y materiales.....	7.594,76

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
TOTAL PARTIDA.....			7.680,76

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
09.06	ud	Cuba quesera Suministro e instalación de cuba quesera tipo holandés con volumen útil de 1500 litros, fabricada en acero inoxidable AISI-304L, equipada con aislamiento térmico, palas agitadoras motorizadas, liras de corte y válvula manual de evacuación de cuajada de Ø NW100. Dimensiones aproximadas: 3,35×1,045×1,80 m, con altura de trabajo de 0,90 m. Incluye descarga con grúa o montacargas, desplazamiento a ubicación definitiva, conexión de entrada de vapor, salida de cuajada, fijación al suelo, nivelado y pruebas de funcionamiento. Todos los trabajos se ejecutan conforme a normativa sanitaria e industrial vigente para equipos de transformación alimentaria.	
		Mano de obra	86,00
		Maquinaria.....	180,00
		Resto de obra y materiales.....	13.106,96
		TOTAL PARTIDA.....	13.372,96
09.07	ud	Prensa neumática vertical Suministro e instalación de prensa neumática vertical para aplicación de presión en fabricación quesera. Equipamiento con 5 puntos de presión y capacidad para 250 kg de queso. Dimensiones 2,5×1×2,4. Incluye conexiones para aire comprimido, anclajes, fijaciones y pruebas de funcionamiento. La instalación se realiza conforme a las normativas de seguridad e higiene aplicables, garantizando la operatividad y el correcto montaje del equipo.	
		Mano de obra	86,00
		Maquinaria.....	180,00
		Resto de obra y materiales.....	8.729,16
		TOTAL PARTIDA.....	8.995,16
09.08	ud	Tanque de salmuera Suministro e instalación de tanque de salmuera en acero inoxidable AISI 316 con dimensiones 1,6x0,9x0,9 m. El tanque incorpora sistema de recirculación alterna mediante bomba sanitaria que extrae esalmuera a través de una única válvula mariposa DN40, combinando salida y retorno en ciclos alternos. El circuito incluye filtro de 50 micras para eliminar impurezas, intercambiador de placas para mantener la temperatura por debajo de 13 °C, y válvula para la correcta regulación del flujo. Se garantiza la homogeneización y concentración adecuada de salmuera mediante adición controlada de solución salina. La instalación contempla conexión completa, montaje, pruebas y puesta en marcha conforme a normativas vigentes.	
		Mano de obra	86,00
		Resto de obra y materiales.....	15.391,06
		TOTAL PARTIDA.....	15.477,06
09.09	ud	Ahumador Suministro e instalación de ahumador diseñado para recipientes de más de 150 litros, que utiliza un sistema de laberinto para una combustión lenta y controlada de polvo de roble. El ahumador se monta dentro de una caja metálica fabricada íntegramente en acero inoxidable AISI 304 de calidad alimentaria. El sistema incluye la perforación de la caja para la fijación estanca de la tubería flexible (longitud máxima 2-3 metros) mediante bridas metálicas, asegurando la conducción óptima del humo hacia la sala de ahumado. La instalación incluye montaje, pruebas y puesta en marcha conforme a normativas vigentes.	
		Mano de obra	86,00
		Resto de obra y materiales.....	354,96
		TOTAL PARTIDA.....	440,96

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 01 Movimiento de tierras						
01.01	m2 Desbroce y limpieza del terreno Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según NTE-ADE.						
	Desbroce y limpieza de la parcela	1	55,10	16,61		915,21	
							915,21
01.02	m3 Excavación de pozos en terrenos disgregados C/Medios mecánicos Excavación en pozos en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.						
	Tipo4	10	2,30	2,80	1,00	64,40	
	Tipo 15	4	1,50	2,00	1,00	12,00	
	Tipo1	4	1,60	1,60	1,00	10,24	
							86,64
01.03	m3 Excavación zanja terrenos disgregados C/Medios mecánicos Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.						
	Vallado exterior este y oeste	1	55,10	0,40	0,50	11,02	
	Vallado exterior norte y sur	2	16,61	0,40	0,50	6,64	
	Viga de atado zapata tipo 15-15	2	7,50	0,40	0,50	3,00	
	Viga de atado zapata tipo 1-15	4	4,55	0,40	0,50	3,64	
	Viga de atado zapata tipo 1-4 y 4-4	12	6,95	0,40	0,40	13,34	
							24,97

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 02 Urbanización							
SUBCAPÍTULO 02.01 Vallado exterior							
02.01.01	m3	Hormigón HA-25/P/20/XC1 Vertido manual					
Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC1, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.							
	Vallado exterior este y oeste	2	55,10	0,40	0,40	17,63	
	Vallado exterior norte y sur	1	16,61	0,40	0,40	2,66	
							20,29
02.01.02	m	MALLA SIMPLE TORSIÓN GALVANIZADA 40/14 h=1 m.					
Cercado de 1 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 de central. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.							
	Vallado exterior este y oeste	2	16,61			33,22	
	Vallado exterior norte y sur	2	55,10			110,20	
	Puerta corredera entrada y salida	-2	4,00			-8,00	
							135,42
02.01.03	m2	Fábrica bloque hormigón liso gris					
Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x10 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.							
	Vallado exterior este y oeste	2	16,61	0,60		19,93	
	Vallado exterior norte y sur	2	55,10	0,60		66,12	
	Puerta corredera entrada y salida	-2	4,00	0,60		-4,80	
							81,25
02.01.04	ud	Puerta corredera 4x0,6 m					
Suministro y montaje de puerta corredera metálica manual para acceso a parcela, de aproximadamente 3,00 m de ancho libre por 0,60 m de altura, con estructura de acero galvanizado y pintura al horno en color negro, formada por bastidor tubular y relleno de malla electrosoldada o bastidor sencillo. Incluye guía inferior galvanizada, ruedas metálicas con rodamientos, perfil guía de carril, cerradura sencilla con llave, topes mecánicos, herrajes de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. Se incluye replanteo, montaje, nivelación, anclajes mecánicos al soporte existente (pilar, muro o valla metálica) y pruebas de funcionamiento. No incluye automatización ni cimentaciones.							
		2				2,00	
							2,00
							2,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
SUBCAPÍTULO 02.02 Pavimentación exterior							
02.02.01	m2 Refino, nivelación y apisonado explanación Explanación, refino y nivelación de terrenos, por medios mecánicos, en terrenos limpiados superficialmente con máquinas, con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.						
	Desbroce y limpieza parcela	1	915,21	1,00		915,21	
	Huecos a deducir (nave)	-1	30,00	12,00		-360,00	
							555,21
02.02.02	m3 BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL Base de zahorra artificial, clasificada (husos ZA25 y ZA40) puesta en obra y compactada, medida sobre perfil. Conforme a ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art.510. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Limpieza y desbroce parcela	1	915,21	1,00	0,25	228,80	
		-1	12,00	30,00	0,25	-90,00	
							138,80
02.02.03	m2 Solera hormigón HM-20/B/40/XC1 Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en soleras de 20 cm de espesor, con HM-20/B/40/XC1 (CEM-II) con árido procedente de cantera de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica.						
	Desbroce y limpieza parcela	1	915,21	1,00		915,21	
	Huecos a deducir (nave)	-1	30,00	12,00		-360,00	
							555,21
02.02.04	m Junta retracción solera Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frío. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Pavimentación exterior	10	55,00			550,00	
		3	16,60			49,80	
	Huecos a deducir (nave)	-5	30,00			-150,00	
		-2	12,00			-24,00	
							355,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 04 Estructura							
04.01	kg Acero laminado S275 (UNE-EN 1025-2) Acero laminado S275 en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación de minio de plomo, montada y colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAE, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Medición de Cype I = kg						
	R10	1	92,87			92,87	
	RHS 100X50X3.5	1	836,48			836,48	
	IPE 240	1	3.066,07			3.066,07	
	HE 100 B	1	469,43			469,43	
	HE 200 B	1	4.291,60			4.291,60	
							8.756,45
04.02	m Correa chapa perfil tipo Z Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAS, NTE-EAV, NTE-EAF, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Correas ZF-200X3.0	10	30,00			300,00	
							300,00
04.03	ud Placa anclaje S275 350x400x15 mm/4 garrotas D=16mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 350x400x15 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 16 mm de diámetro y 35 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Zapatas tipo 1	4				4,00	
							4,00
04.04	ud Placa anclaje S275 250x250x11 mm/4 garrotas D=10 mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 250x250x11 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 10 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Zapatas tipo 15	4				4,00	
							4,00
04.05	ud Placa anclaje S275 450x450x18 mm/8 garrotas D=20 mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 450x450x18 mm. con ocho garrotas de acero corrugado de 20 mm de diámetro y 35 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Zapatas tipo 4	10				10,00	
							10,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 05 Solado, Cerramientos, cubierta, albañilería y carpintería							
SUBCAPÍTULO 05.01 Solados y pavimento industrial							
05.01.01	m2 Solera hormigón HM-25/B/20/XC1 Solera de hormigón en masa de 25 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según Código Estructural, NTE-CCM, NTE-RSS y CTE DB-SE-C. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.	Nave	1	30,20	11,80	356,36	
							356,36
05.01.02	m Junta retacción solera Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frío. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	Nave	2	12,00		24,00	
			5	30,00		150,00	
							152,00
05.01.03	m2 Acabado pavimento poliuretano-cemento Pavimento continuo de 6 mm de espesor, a base de revestimiento de poliuretano-cemento de tres componentes, en base agua, aplicado sobre soporte de hormigón o mortero, para pavimentos industriales sometidos a altas exigencias mecánicas, térmicas y químicas. Colores estándar. No incluye preparación del soporte. Medido en superficie realmente ejecutada. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.	Expedición lactosuero	1	5,30	1,90	10,07	
		Almacén materias primas	1	5,30	1,60	8,48	
		Laboratorio	1	4,50	1,80	8,10	
		Calderas	1	3,90	3,70	14,43	
		Almacén expedición	1	1,90	4,70	8,93	
		Equipo frío	1	1,90	3,00	5,70	
		Pasillo	1	1,80	7,90	14,22	
		Cámara maduración	1	14,80	4,90	72,52	
		Procesado	1	20,60	6,70	138,02	
		Recepción leche	1	5,50	2,80	15,40	
							291,10
SUBCAPÍTULO 05.02 Cerramiento exterior y cubierta							
05.02.01	m2 Panel Sándwich 3 greclas (e = 60 mm) Suministro y colocación de panel sándwich para cubierta, de 60 mm de espesor, formado por dos chapas de acero galvanizado prelacado con tres greclas y núcleo de espuma rígida de poliuretano (PUR). Fijación mecánica con tornillería vista sobre correas, solape lateral y sellado con cinta de butilo. Conforme a UNE-EN 14509:2014. Incluye instalación, herrajes y medios auxiliares. Medido por m² ejecutado.	Cubierta	2	6,19	30,00	371,40	
							371,40

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

05.02.02	m2	Paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico			
anel prefabricado de cerramiento de hormigón armado, de 12 cm de espesor total, formado por dos planchas de 4 cm de espesor de hormigón con aislamiento térmico intermedio de poliestireno expandido (k = 0,0466 W/m·K) de 4 cm de espesor, acabado liso en color gris. Peso aproximado 200 kg/m². Instalado sobre estructura metálica mediante fijaciones mecánicas adaptadas a perfiles HEB-200 y HEB-100, con apoyo sobre perfiles angulares galvanizados donde sea necesario. Incluye sellado de juntas con masilla elástica, uso de grúa para colocación, apeos temporales, limpieza final y medios auxiliares necesarios. Medido en m² realmente ejecutado.					
Material con marcado CE conforme UNE-EN 14992:2008+A1:2012 y conforme a las exigencias del CTE					
Paredes este y oeste	2	30,00	5,00		300,00
Paredes norte y sur	2	12,00	5,00		120,00
Huecos a reducir (ventanas)	-2	3,00	1,50		-9,00
	-2	1,50	1,50		-4,50
	-1	0,60	0,60		-0,36
	-1	0,10	1,00		-0,10
Huecos a reducir nave (puertas)	-1	1,90	2,20		-4,18
	-3	1,00	2,00		-6,00

395,86

SUBCAPÍTULO 05.03 Particiones interiores y albañilería

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

05.03.01

136,27

05.03.02	m2	Enfoscado maestreado-fratasado CSIII-WI vertical			
Enfoscado maestreado y fratasado con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5, en paramentos verticales de 20 mm de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3 m, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPE-07 y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.					
Expedición lactosuero		1	5,30	1,90	10,07
Almacén materias primas		1	5,30	1,60	8,48
Laboratorio		1	4,50	1,80	8,10
Calderas		1	3,90	3,70	14,43
Almacén expedición		1	1,90	4,70	8,93
Equipo frío		1	1,90	3,00	5,70
Pasillo		1	1,80	7,90	14,22
Ahumado		1	2,30	1,90	4,37
Producción agua glicolada		1	3,30	2,00	6,60
Recepción leche		1	5,50	2,80	15,40

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Entrada principal	1	2,10	1,70		3,57	
	Recepción visitas	1	3,20	1,70		5,44	
	Baño y vestuario personal	1	5,10	3,00		15,30	
	Baño visitas	1	2,00	2,90		5,80	
	Oficina	1	3,40	2,90		9,86	
	Procesado	1	20,60	6,70		138,02	
							274,29
05.03.03	m2 Mural interior con láminas autoadhesivas de PVC multicapa Suministro y colocación de revestimiento mural interior mediante láminas autoadhesivas multicapa de PVC, de 1230 mm de ancho y 0,24 mm de espesor, en color blanco, sobre soporte de hormigón o mortero de cemento, previa regularización de la superficie mediante láminas de PVC de 3 mm de espesor, adheridas con sellador adhesivo tipo MS. Las juntas entre láminas se sellan con masilla elástica con fibras. Conforme a exigencias de higiene en industria alimentaria y normativa aplicable en recintos interiores. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Entrada principal	1	2,10	1,70		3,57	
	Recepción visitas	1	3,20	1,70		5,44	
	Oficina	1	3,40	2,90		9,86	
							18,87
05.03.04	m2 Plancha vertical de polipropileno extruido de grado alimentario Suministro y colocación de revestimiento mural rígido de polipropileno extrusionado, blanco, grado alimentario, de 3 mm de espesor, instalado sobre rastreles de aluminio anclados a paramentos verticales de bloques, hormigón prefabricado o pilares metálicos. Fijación mecánica mediante tornillería inoxidable. Sellado de juntas con tapetas de PVC macizo del mismo color.						
	Expedición lactosuero	1	5,30	1,90		10,07	
	Ahumado	1	2,30	1,90		4,37	
	Producción agua glicolada	1	3,30	2,00		6,60	
	Recepción leche	1	5,50	2,80		15,40	
	Procesado	1	20,60	6,70		138,02	
							174,46
05.03.05	m2 Alicatado azulejo blanco 30x60 cm. Recibido adhesivo Alicatado en paramento vertical interior con azulejo blanco de 30x60 cm., colocado a línea, recibido con adhesivo, sin incluir enfoscado de mortero, p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con adhesivo, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. Según NTE-RPA-4. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Baño y vestuario personal	1	2,60	3,00		7,80	
	Baño visitas	1	2,00	2,90		5,80	
							21,10
05.03.06	m2 Falso techo suspendido con estructura metálica Falso techo continuo de placas de yeso laminado estándar (Tipo A según UNE-EN 520:2005+A1:2010) de 595x595 mm, recubiertas en su cara vista con lámina vinílica blanca, apoyadas sobre una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado (según UNE-EN 14195:2015), a base de maestras primarias en T invertida separadas entre ejes de 1200 mm, y suspendidas del forjado mediante cuelgues con varilla roscada colocados entre 700-1200 mm. Las maestras secundarias se fijan perpendicularmente a las primarias, formando una retícula de 600x600 mm. Totalmente terminado, con acabado liso vinílico, de fácil limpieza, desmontable para mantenimiento, sin necesidad de imprimación, revestimiento o pintura; i/p.p. de placas vinílicas, estructura portante, cuelgues, tornillería, medios auxiliares y limpieza (excepto elevación y transporte). Conforme a UNE 102043:2013 y recomendaciones ATEDY. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Laboratorio	1	4,50	1,80		8,10	
	Equipo frío	1	1,90	3,00		5,70	
	Ahumado	1	2,30	1,90		4,37	
	Producción agua glicolada	1	3,30	2,00		6,60	
	Entrada principal	1	2,10	1,70		3,57	
	Recepción visitas	1	3,20	1,70		5,44	
	Baño y vestuario personal	1	5,10	3,00		15,30	
	Baño visitas	1	2,00	2,90		5,80	

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Oficina	1	3,40	2,90		9,86	
							64,74
05.03.07	m2 Pavimento de mosaico de vidrio antideslizante 25x25x5 mm Solado de mosaico de vidrio, formado por teselas de 25x25x5 mm montadas sobre malla, adheridas con adhesivo cementoso tipo C2TE según UNE-EN 12004, y rejuntado con mortero cementoso tipo CG2 WA según UNE-EN 13888, en zonas de tránsito húmedo o sanitario. Incluye preparación del soporte, humectación si procede, aplicación de adhesivo con llana dentada, colocación con alineación de juntas y presión, rejuntado con espátula de goma y limpieza final. Medido el solado ejecutado, deduciendo huecos mayores a 1 m². Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Baño y vestuario personal	1	5,10	3,00		15,30	
	Baño visitas	1	2,00	2,90		5,80	
							21,10
05.03.08	m2 Pavimento laminado flotante de laminas 1200x190 mm Pavimento laminado flotante compuesto por laminas de 1200x190 mm y espesor total 8 mm, con soporte de fibra de alta densidad (HDF) y acabado decorativo imitación pino. Colocado sobre lámina de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor como barrera de humedad y nivelación acústica, sobre superficie seca y nivelada. Unión mediante sistema clic tipo machihembrado. Incluye p.p. de rodapié, perfiles de terminación y sellado de juntas. Según CTE DB-SUA-1, NTE-RSR y UNE-EN 14041:2018. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011. Medida la superficie ejecutada.						
	Entrada principal	1	2,10	1,70		3,57	
	Oficina	1	3,40	2,90		9,86	
	Recepción visitas	1	3,20	1,70		5,44	
							18,87
SUBCAPÍTULO 05.04 Carpintería interior y exterior							
05.04.01	ud Ventana doble acristalamiento estándar apertura fija 3x1,5 m Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanales fijos para cerramientos en general, para acristalar, compuesta por, junquillos y accesorios, instalada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.						
	Procesado	2				2,00	
							2,00
05.04.02	ud Ventana doble acristalamiento estándar corredera 1,5x1,5m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 2 hojas correderas horizontales, de 1,5x1,5 m de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes bicromatados para deslizamiento suave y sistemas de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.						
	Almacén expedición	1				1,00	
	Oficina	1				1,00	
							2,00
05.04.03	ud Ventana doble acristalamiento estándar guillotina 0,6x0,6 m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 1 hoja proyectable/basculante con eje horizontal, de 0,6x0,6 m. de medidas totales, compuesta por cerco sin carriles para persiana, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.						
	Baño visitas	1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
05.04.04	ud Ventana doble acristalamiento estándar guillotina 0,7x1 m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 1 hoja proyectable/basculante con eje horizontal, de 0,6x0,6 m. de medidas totales, compuesta por cerco sin carriles para persiana, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.						
	Baño y vestuario personal	1				1,00	
							1,00
05.04.05	ud Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,5x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,5x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.						
	Recepción leche	2				2,00	
							2,00
05.04.06	ud Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,9x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,9x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.						
	Recepción leche	2				2,00	
							2,00
05.04.07	ud Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,7x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,7x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.						
	Almacén expedición	2				2,00	
	Calderas	1				1,00	
	Procesado	1				1,00	
							4,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
05.04.08	ud Puerta batiente lacado blanco 1H 1x2 m Suministro y montaje de puerta batiente de servicio de una hoja, de 40 mm de espesor, formada por bastidor de perfil estructural de aluminio anodizado y revestimiento en ambas caras con chapa de acero galvanizado prelacado en blanco de 0,6 mm de espesor. Con bisagras de PVC de vaivén, con recorrido de hasta 90°, para apertura en ambos sentidos según ubicación y uso previsto. Medidas totales según proyecto. Instalada sobre precerco de aluminio, incluso medios auxiliares, ajuste final y limpieza en obra. Elaborada en taller y probada por la empresa instaladora. Permeabilidad al aire según UNE-EN 12207:2017 – CLASE 4; Estanqueidad al agua según UNE-EN 12208:2000 – CLASE 9A; Resistencia al viento según UNE-EN 12210:2017 – CLASE C5. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017. Calderas 1 1,00 Entrada principal 3 3,00 Oficina 2 2,00 Técnica de frío 2 2,00 Procesado 6 6,00						14,00
SUBCAPÍTULO 05.05 Aparatos sanitarios							
05.05.01	ud Lavabo 65x46 cm C/Pedestal gama media blanco grifería monomando Lavabo de porcelana vitrificada blanco, de 65x46 cm, gama media, colocado con pedestal y con anclajes a la pared; conforme UNE-EN 14688:2016+A1:2019. Grifería monomando cromada, con rompecorros; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Válvula de desagüe de 32 mm, acoplamiento a pared acodado de PVC, llaves de escuadra de 1/2" cromadas, latiguillos flexibles de 1/2". Totalmente instalado y conexionado, i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Lavabo con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. Baño visitas 1 1,00 Baños y vestuarios personal 2 2,00						3,00
05.05.02	ud Lavamanos mural acero inoxidable con mando femoral Suministro e instalación de lavamanos mural fabricado en acero inoxidable 400x335x600 mm, con faldón frontal y cubeta embutida, provisto de grifo de accionamiento femoral (por rodilla), para instalación en pared. Incluye válvula de desagüe de 32 mm con cadena, válvula de escuadra de 1/2", latiguillos flexibles de conexión, fijaciones mecánicas, sellado de juntas, y puesta en servicio. Instalado según las especificaciones del fabricante y normativa técnica vigente, especialmente conforme al CTE DB-HS (Salubridad) y DB-SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad). Material con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según el Reglamento (UE) nº 305/2011. Procesado 1 1,00						1,00
05.05.03	ud Fregadero acero inoxidable 93x61 cm Suministro e instalación de fregadero industrial fabricado en acero inoxidable, de una cubeta, con dimensiones 93x61 cm, profundidad de la pila 40 cm y altura total 100 cm. Incluye válvula de desagüe, sifón sanitario, estructura con patas regulables y refuerzos para soporte, apto para uso alimentario en industria. Instalado con grifería monomando mural cromada, incluso fijaciones, sellado de juntas, y puesta en servicio. Cumple con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) nº 305/2011, y normativa sanitaria vigente para industrias alimentarias. Procesado 1 1,00						1,00
05.05.04	ud Inodoro tanque bajo serie básica blanco Inodoro de tanque bajo de montaje adosado a pared, fabricado en porcelana vitrificada conforme a UNE-EN 997:2019, de gama básica en color blanco. Dispone de asiento y tapa lacados con bisagras de acero inoxidable y mecanismo doble descarga. Totalmente instalado, conectado y funcionando; i/p.p. de anclajes al pavimento, sellados, llave de escuadra y latiguillo flexible cromados, pequeño material y medios auxiliares. Inodoro con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. Baño visitas 1 1,00 Baño y vestuario personal 2 2,00						3,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
05.05.05	ud Plato ducha porcelana 100x100 cm Blanco grifería monomando Plato de ducha de porcelana, cuadrado, de 100x100x8 cm, en color blanco; conforme norma UNE-EN 14527:2016+A1:2019. Grifería mezcladora exterior monomando, acabado cromado, con ducha de mano flexible de 1,50 m y soporte articulado; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Totalmente instalada y conexionada, i/desagüe con salida horizontal de 60 mm, p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Plato de ducha con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. Baño y vestuario personal	2				2,00	
							2,00
SUBCAPÍTULO 05.06 Pinturas							
05.06.01	m2 Epoxi dos componentes Pintura epoxi de dos componentes, aplicada en dos manos, sobre paramentos interiores de bloques o paneles de hormigón, previamente enyesados con reboco fino. Incluye lijado y limpieza previa, mano de imprimación epoxi, emplastecido con masilla especial y lijado de parches para un acabado liso y uniforme. En pilares de acero, limpieza y aplicación de imprimación anticorrosiva antes de la pintura. Productos con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Almacén materias primas	1	5,30	1,60		8,48	
	Laboratorio	1	4,50	1,80		8,10	
	Calderas	1	3,90	3,70		14,43	
	Almacén expedición	1	1,90	4,70		8,93	
	Equipo frío	1	1,90	3,00		5,70	
	Pasillo	1	1,80	7,90		14,22	
	Baño y vestuario personal	1	2,60	3,00		7,80	
							67,66
SUBCAPÍTULO 05.07 Cámara de maduración							
05.07.01	m2 Falso techo panel sándwich EPS e = 50 mm Suministro y montaje de falso techo tipo cámara frigorífica formado por panel sándwich de 50 mm de espesor, compuesto por núcleo de espuma rígida de poliestireno expandido, conductividad térmica 0,021 W/m·K, y doble revestimiento en chapa de acero galvanizado prelacado (espesor 0,5 mm), fijado directamente sobre correas metálicas estructurales mediante tornillería autotaladrante. Se incluye perfilería auxiliar perimetral, fijaciones, sellado de juntas, medios auxiliares y limpieza final. Según CTE DB-HE y DB-HS. Marcado CE y Declaración de Prestaciones conforme a Reglamento (UE) 305/2011.	1	1,00	14,80	4,90	72,52	
							72,52
05.07.02	ud Puerta corredera frigorífica para temperatura positiva Suministro y montaje de puerta corredera frigorífica para uso interior, para temperatura positiva, compuesta por: hoja de 70 mm de espesor con núcleo de poliuretano inyectado, acabado en chapa plástica blanca (opcional en acero inoxidable), borde perimetral en perfil de aluminio. Sistema de deslizamiento mediante guías superiores de aluminio anodizado con tapa, con poleas y soportes de tecnopolímero, adecuada para hojas de tamaño pequeño o mediano. Incluye manilla con sistema de apertura interior y exterior mediante palancas y cerradero antirrotura. Marco en forma de "L" de PVC (140x45 mm), con módulos adicionales de ajuste a grosor de panel. Contramarco en PVC (opcionalmente en aluminio). Sin umbral inferior (opcional rasante). Dimensiones máximas de paso libre: 220x330 cm. Totalmente instalada sobre estructura soporte, incluyendo herrajes, medios auxiliares de montaje, sellado perimetral y limpieza final. Conforme a CTE DB-SI y DB-HE, ejecutado según recomendaciones del fabricante y normativa aplicable. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Cámara maduración	1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
05.07.03	m2	Panel vertical autoportante EPS e = 80 mm					
	Cerramiento vertical formado por panel sándwich compuesto por dos láminas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, con núcleo aislante de espuma de poliestireno expandido de 80 mm de espesor (k = 0,021 W/m·K). Panel diseñado para uso en paredes de cámara frigorífica, instalado sobre estructura auxiliar metálica (perfiles L y T galvanizados de 1,5 mm), fijado mediante pies angulares galvanizados y tornillería, incluyendo elementos de fijación, solapes, tapajuntas, juntas de estanqueidad y medios auxiliares. Medido en verdadera magnitud, deduciendo huecos mayores de 1 m². Cumple con el Reglamento (UE) 305/2011 y marcado CE.						
	Cara norte y sur	2	4,90		5,00		49,00
	Cara oeste y este	2	14,80		5,00		148,00
							31,60

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 06 Instalaciones: Electricidad, abastecimiento de agua, saneamiento							
SUBCAPÍTULO 06.01 Instalación eléctrica							
06.01.01	Caja general de proteccióm y acometida						1,00
06.01.02	Instalación fuerza						1,00
06.01.03	Iluminación						1,00
SUBCAPÍTULO 06.02 Abastecimiento de agua							
06.02.01	Acometida						1,00
06.02.02	Instalación interior						1,00
SUBCAPÍTULO 06.03 Saneamiento							
SUBCAPÍTULO 06.04 Evacuación aguas pluviales							
06.04.01	m	CANALÓN PVC CIRCULAR DESARROLLO 125 mm					
	Canalón de PVC circular, de 125 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, con una pendiente mínima de 0,5%; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
		2	26,20			52,40	
							2,00
06.04.02	m	BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm.					
	Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
		8	5,00			40,00	
							40,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 07 Instalación vapor saturado							
07.01	ud Caldera pirotubular 305 kW Caldera de vapor pirotubular horizontal (2,4x1,5x2,03 m), tres pasos de humos con inversión de llama, capacidad de producción 400 kg/h y potencia térmica 305 kW. Totalmente refrigerada por el agua del cuerpo de la caldera para mejorar eficiencia y seguridad operativa. Incluye quemador de gasóleo o dual (gas/gasoil) con atomización por pulverización mecánica, presión de trabajo 5 mbar Incluye montaje sobre base preparada, conexionado hidráulico, alimentación eléctrica y sistemas de control, pruebas, puesta en marcha y ajuste según normativas UNE-EN y RITE aplicables. Materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.						1,00
07.02	ud Depósito Gasóleo C Suministro e instalación de depósito de 2000 litros para almacenamiento de gasóleo tipo C (2,34x1,12 m), fabricado en acero al carbono con doble pared y cámara estanca de control de fugas, conforme a normativas vigentes para uso interior y montaje aéreo. Incluye tubuladuras en boca de hombre para aspiración, carga, venteo, sonda de nivel y demás conexiones necesarias. Montaje completo con anclajes, sellados, pruebas de estanqueidad, conexión a instalaciones existentes y medios auxiliares para correcta puesta en obra. Materiales con marcado CE y documentación técnica según reglamentación vigente.						1,00
07.03	ud Tuberías y equipos accesorios Esta partida incluye el suministro e instalación de 17,5 m de tuberías de acero al carbono SCH 40 DN80 (3") y 12,7 m DN65 (2,5") con aislamiento térmico de lana de roca, soportes, bridas y juntas, junto con accesorios para la red de vapor de una caldera pirotubular de 400 kg/h: 8 codos 90°, 5 codos 45°, 4 válvulas de compuerta, 2 tes, 2 válvulas de retención batiente, 2 válvulas de paso recto y 2 válvulas de retención escuadra (mayormente DN80). La instalación, incluye corte, soldadura, montaje y pruebas de estanqueidad. Todos los materiales tienen marcado CE y cumplen con UNE-EN, RITE y Reglamento (UE) 305/2011. Total: 5.608,99 €, con costes indirectos del 6%.						1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 08 Instalación de frío							
08.01	ud Compresor abierto R-717 4 kW Instalación y montaje de compresor tipo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 4 kW . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente. Comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.						1,00
08.02	ud Evaporador 4,59 kW Instalación y montaje de evaporador cúbico para refrigeración positiva, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm. El equipo tiene una capacidad frigorífica de 4,59 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.						1,00
08.03	ud Condensador Instalación y montaje de condensador aéreo horizontal, fabricado en chapa de acero galvanizado con batería de tubos de cobre de 3/8" en disposición al tresbolillo y aletas de aluminio de alta eficiencia con paso de 3 mm. Equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.						1,00
08.04	ud Compresor semi-hermético 37 kW Suministro e instalación de planta enfriadora de glicol a 2 °C, con potencia frigorífica de 37 kW y potencia de absorción nominal de 21,3 kW (1,65x1,18x2,3 m). Incluye compresor semihermético con carga reducida de refrigerante R-290 (propano). Carrocería autoportante fabricada en chapa de acero galvanizado con acabado en pintura poliéster termoendurecida para alta resistencia a la corrosión, apta para instalación exterior. Equipo equipado con condensador ventilado (ventilador 1x Ø800 mm) y conexión hidráulica de 2". Incluye montaje sobre bancada antivibratoria, conexión hidráulica y eléctrica, pruebas de funcionamiento, puesta en marcha, y documentación técnica conforme a normativa vigente (RITE, UNE-EN 378, marcado CE y DdP según Reglamento UE 305/2011).						1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 09 Maquinaria							
09.01	ud	Tanque pulmón					
Suministro, transporte e instalación de tanque pulmón de acero inoxidable tipo SS304/216L, con un volumen efectivo de 1500 litros, diseñado para el almacenamiento de leche y lactosuero (1,3x1,8 m). La instalación incluye el montaje completo, la conexión a las instalaciones existentes y el uso de medios auxiliares para facilitar las tareas de manipulación y posicionamiento. No se requiere grúa para la manipulación debido a las dimensiones y peso manejables de los equipos. Los materiales cumplen con las normativas vigentes para uso en la industria alimentaria, asegurando la higiene y calidad del producto almacenado.							
Recepción leche		1				1,00	
Expedición lactosuero		1				1,00	
							2,00
09.02	ud	Tanque almacenamiento leche					
Suministro, transporte e instalación de tanque de acero inoxidable (2,32x1,84x1,7 m) con sistema de refrigeración integrado, capacidad 2500 litros, adecuado para el almacenamiento y enfriamiento de productos lácteos. El equipo cuenta con aislamiento térmico para mantener la temperatura constante y sistema de agitación para asegurar una mezcla homogénea. Incluye montaje completo, conexión a las instalaciones existentes, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. Se dispone de medios auxiliares, como grúa, para la correcta manipulación y ubicación del tanque en obra. Materiales certificados y conformes con normativas vigentes para uso en la industria alimentaria.							
		1				1,00	
							1,00
09.03	ud	Intercambiador de calor de placas					
Suministro e instalación de intercambiador de calor de placas en acero inoxidable, dimensiones aproximadas 0,864 × 0,406 × 0,860 m, con placas de 0,260 × 0,710 m (hasta 74 unidades), diseñado para operar entre 0 °C y 110 °C. La partida incluye colocación en su ubicación definitiva, conexión hidráulica de entrada y salida mediante accesorios y válvulas, montaje de elementos de fijación, juntas y estanqueidad, realización de pruebas hidráulicas, ajuste progresivo de placas y puesta en marcha del equipo, siguiendo normativa técnica vigente y recomendaciones del fabricante.							
Termización		1				1,00	
Pasteurización		1				1,00	
Enfriamiento lactosuero		1				1,00	
							3,00
09.04	ud	Intercambiador de calor de placas bastidor					
Suministro e instalación de intercambiador de calor de placas con bastidor compacto, con apertura rápida para tareas de mantenimiento y limpieza manual, fabricado en acero inoxidable. Dimensiones aproximadas del equipo: 0,240 × 0,140 × 0,380 m, con placas de 0,140 × 0,380 m. Diseñado para operar en un rango de temperatura de hasta 110 °C, especialmente indicado para mantener el baño de salmuera por debajo de 13 °C en instalaciones de pequeño volumen. Los trabajos incluyen el posicionamiento del equipo, conexión hidráulica de entrada y salida mediante accesorios (válvulas, racores, juntas), fijación del bastidor, pruebas de estanqueidad y puesta en marcha, todo ello conforme a normativa vigente y especificaciones del fabricante.							
		1				1,00	
							1,00
09.05	ud	Tanque almacenamiento agua					
Suministro e instalación de tanque en acero inoxidable AISI-304L, con capacidad útil de 635 litros y dimensiones aproximadas 0,700 × 1,850 m. Apto para uso en la industria alimentaria como depósito de almacenamiento de agua de lavado o como tanque pulmón para lactosuero. Incluye colocación en su ubicación definitiva mediante medios auxiliares de desplazamiento ligero, fijación, nivelado, instalación de válvula de vaciado, racores y accesorios de conexión. Se realizan pruebas de estanqueidad y limpieza final de la zona. Todos los trabajos se ejecutan conforme a la normativa sanitaria e industrial vigente.							
Lactosuero		1				1,00	
Lavado pasta		1				1,00	
							2,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
09.06	ud					Cuba quesera	
	Suministro e instalación de cuba quesera tipo holandés con volumen útil de 1500 litros, fabricada en acero inoxidable AISI-304L, equipada con aislamiento térmico, palas agitadoras motorizadas, liras de corte y válvula manual de evacuación de cuajada de Ø NW100. Dimensiones aproximadas: 3,35×1,045×1,80 m, con altura de trabajo de 0,90 m. Incluye descarga con grúa o montacargas, desplazamiento a ubicación definitiva, conexión de entrada de vapor, salida de cuajada, fijación al suelo, nivelado y pruebas de funcionamiento. Todos los trabajos se ejecutan conforme a normativa sanitaria e industrial vigente para equipos de transformación alimentaria.	1				1,00	
							1,00
09.07	ud					Prensa neumática vertical	
	Suministro e instalación de prensa neumática vertical para aplicación de presión en fabricación quesera. Equipamiento con 5 puntos de presión y capacidad para 250 kg de queso. Dimensiones 2,5×1×2,4. Incluye conexiones para aire comprimido, anclajes, fijaciones y pruebas de funcionamiento. La instalación se realiza conforme a las normativas de seguridad e higiene aplicables, garantizando la operatividad y el correcto montaje del equipo.	1				1,00	
							1,00
09.08	ud					Tanque de salmuera	
	Suministro e instalación de tanque de salmuera en acero inoxidable AISI 316 con dimensiones 1,6x0,9x0,9 m. El tanque incorpora sistema de recirculación alterna mediante bomba sanitaria que extrae salmuera a través de una única válvula mariposa DN40, combinando salida y retorno en ciclos alternos. El circuito incluye filtro de 50 micras para eliminar impurezas, intercambiador de placas para mantener la temperatura por debajo de 13 °C, y válvula para la correcta regulación del flujo. Se garantiza la homogeneización y concentración adecuada de salmuera mediante adición controlada de solución salina. La instalación contempla conexión completa, montaje, pruebas y puesta en marcha conforme a normativas vigentes.	1				1,00	
							1,00
09.09	ud					Ahumador	
	Suministro e instalación de ahumador diseñado para recipientes de más de 150 litros, que utiliza un sistema de laberinto para una combustión lenta y controlada de polvo de roble. El ahumador se monta dentro de una caja metálica fabricada íntegramente en acero inoxidable AISI 304 de calidad alimentaria.						
	El sistema incluye la perforación de la caja para la fijación estanca de la tubería flexible (longitud máxima 2-3 metros) mediante bridas metálicas, asegurando la conducción óptima del humo hacia la sala de ahumado. La instalación incluye montaje, pruebas y puesta en marcha conforme a normativas vigentes.	1				1,00	
							1,00

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Movimiento de tierras				
01.01	m2 Desbroce y limpieza del terreno Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según NTE-ADE.			
		915,21	1,03	942,67
01.02	m3 Excavación de pozos en terrenos disgregados C/Medios mecánicos Excavación en pozos en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero, y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.			
		86,64	12,01	1.040,55
01.03	m3 Excavación zanja terrenos disgregados C/Medios mecánicos Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.			
		24,97	8,75	218,49
TOTAL CAPÍTULO 01 Movimiento de tierras.....				2.201,71

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 Urbanización				
SUBCAPÍTULO 02.01 Vallado exterior				
02.01.01	m3 Hormigón HA-25/P/20/XC1 Vertido manual Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC1, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.	20,29	121,36	2.462,39
02.01.02	m MALLA SIMPLE TORSIÓN GALVANIZADA 40/14 h=1 m. Cercado de 1 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 de central. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	135,42	15,54	2.104,43
02.01.03	m2 Fábrica bloque hormigón liso gris Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x10 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	81,25	45,67	3.710,69
02.01.04	ud Puerta corredera 4x0,6 m Suministro y montaje de puerta corredera metálica manual para acceso a parcela, de aproximadamente 3,00 m de ancho libre por 0,60 m de altura, con estructura de acero galvanizado y pintura al horno en color negro, formada por bastidor tubular y relleno de malla electrosoldada o bastidor sencillo. Incluye guía inferior galvanizada, ruedas metálicas con rodamientos, perfil guía de carril, cerradura sencilla con llave, topes mecánicos, herrajes de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. Se incluye replanteo, montaje, nivelación, anclajes mecánicos al soporte existente (pilar, muro o valla metálica) y pruebas de funcionamiento. No incluye automatización ni cimentaciones.	2,00	600,00	1.200,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 Vallado exterior				9.477,51

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 02.02 Pavimentación exterior				
02.02.01	m2 Refino, nivelación y apisonado explanación Explanación, refino y nivelación de terrenos, por medios mecánicos, en terrenos limpiados superficialmente con máquinas, con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.	555,21	4,33	2.404,06
02.02.02	m3 BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL Base de zahorra artificial, clasificada (husos ZA25 y ZA40) puesta en obra y compactada, medida sobre perfil. Conforme a ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art.510. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	138,80	31,38	4.355,54
02.02.03	m2 Solera hormigón HM-20/B/40/XC1 Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en soleras de 20 cm de espesor, con HM-20/B/40/XC1 (CEM-II) con árido procedente de cantera de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica.	555,21	37,10	20.598,29
02.02.04	m Junta retracción solera Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frío. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	355,00	2,32	823,60
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 Pavimentación exterior				28.181,49
TOTAL CAPÍTULO 02 Urbanización				37.659,00

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 Cimentación				
03.01	m3 Hormigón limpieza HM-25/B/20/XC1 Vertido grúa Hormigón en masa HM-25/B/20/XC1, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con grúa, vibrado y colocación. Según Código Estructural y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.	13,33	177,56	2.366,87
03.02	m3 Hormigón armado HA-25/B/20XC1 Vertido grúa Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC2 o XC3, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm ²), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.	104,43	129,74	13.548,75
TOTAL CAPÍTULO 03 Cimentación.....				15.915,62

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 Estructura				
04.01	kg Acero laminado S275 (UNE-EN 1025-2) Acero laminado S275 en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación de minio de plomo, montada y colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAE, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
04.02	m Correa chapa perfil tipo Z Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAS, NTE-EAV, NTE-EAF, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	8.756,45	4,15	36.339,27
04.03	ud Placa anclaje S275 350x400x15 mm/4 garrotas D=16mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 350x400x15 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 16 mm de diámetro y 35 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	300,00	22,18	6.654,00
04.04	ud Placa anclaje S275 250x250x11 mm/4 garrotas D=10 mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 250x250x11 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 10 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	4,00	51,82	207,28
04.05	ud Placa anclaje S275 450x450x18 mm/8 garrotas D=20 mm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 450x450x18 mm. con ocho garrotas de acero corrugado de 20 mm de diámetro y 35 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	4,00	51,82	207,28
		10,00	28,42	284,20
TOTAL CAPÍTULO 04 Estructura				43.692,03

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 05 Solado, Cerramientos, cubierta, albañilería y carpintería				
SUBCAPÍTULO 05.01 Solados y pavimento industrial				
05.01.01	m2 Solera hormigón HM-25/B/20/XC1 Solera de hormigón en masa de 25 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25 N/mm2, Tmáx.20 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según Código Estructural, NTE-CCM, NTE-RSS y CTE DB-SE-C. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.	356,36	30,16	10.747,82
05.01.02	m Junta retacción solera Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frío. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
05.01.03	m2 Acabado pavimento poliuretano-cemento Pavimento continuo de 6 mm de espesor, a base de revestimiento de poliuretano-cemento de tres componentes, en base agua, aplicado sobre soporte de hormigón o mortero, para pavimentos industriales sometidos a altas exigencias mecánicas, térmicas y químicas. Colores estándar. No incluye preparación del soporte. Medido en superficie realmente ejecutada. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.	152,00	2,32	352,64
		291,10	111,48	32.451,83
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.01 Solados y pavimento industrial				
43.552,29				
SUBCAPÍTULO 05.02 Cerramiento exterior y cubierta				
05.02.01	m2 Panel Sándwich 3 greas (e = 60 mm) Suministro y colocación de panel sándwich para cubierta, de 60 mm de espesor, formado por dos chapas de acero galvanizado prelacado con tres greas y núcleo de espuma rígida de poliuretano (PUR). Fijación mecánica con tornillería vista sobre correas, solape lateral y sellado con cinta de butilo. Conforme a UNE-EN 14509:2014. Incluye instalación, herrajes y medios auxiliares. Medido por m² ejecutado.			
05.02.02	m2 Paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico anel prefabricado de cerramiento de hormigón armado, de 12 cm de espesor total, formado por dos planchas de 4 cm de espesor de hormigón con aislamiento térmico intermedio de poliestireno expandido (k = 0,0466 W/m·K) de 4 cm de espesor, acabado liso en color gris. Peso aproximado 200 kg/m². Instalado sobre estructura metálica mediante fijaciones mecánicas adaptadas a perfiles HEB-200 y HEB-100, con apoyo sobre perfiles angulares galvanizados donde sea necesario. Incluye sellado de juntas con masilla elástica, uso de grúa para colocación, apeos temporales, limpieza final y medios auxiliares necesarios. Medido en m² realmente ejecutado. Material con marcado CE conforme UNE-EN 14992:2008+A1:2012 y conforme a las exigencias del CTE	371,40	46,86	17.403,80
		395,86	92,79	36.731,85
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.02 Cerramiento exterior y cubierta				
54.135,65				

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.03 Particiones interiores y albañilería				
05.03.01	m2 Fabrica bloque de hormigón liso gris 20x20x40 cm Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x20 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	136,27	53,01	7.223,67
05.03.02	m2 Enfoscado maestreado-fratasado CSIII-WI vertical Enfoscado maestreado y fratasado con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5, en paramentos verticales de 20 mm de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3 m, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPE-07 y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	274,29	17,04	4.673,90
05.03.03	m2 Mural interior con láminas autoadhesivas de PVC multicapa Suministro y colocación de revestimiento mural interior mediante láminas autoadhesivas multicapa de PVC, de 1230 mm de ancho y 0,24 mm de espesor, en color blanco, sobre soporte de hormigón o mortero de cemento, previa regularización de la superficie mediante láminas de PVC de 3 mm de espesor, adheridas con sellador adhesivo tipo MS. Las juntas entre láminas se sellan con masilla elástica con fibras. Conforme a exigencias de higiene en industria alimentaria y normativa aplicable en recintos interiores. Materiales con marcado CE y Declaración de Prestaciones según Reglamento (UE) 305/2011.	18,87	110,06	2.076,83
05.03.04	m2 Plancha vertical de polipropileno extruido de grado alimentario Suministro y colocación de revestimiento mural rígido de polipropileno extrusionado, blanco, grado alimentario, de 3 mm de espesor, instalado sobre rastreles de aluminio anclados a paramentos verticales de bloques, hormigón prefabricado o pilares metálicos. Fijación mecánica mediante tornillería inoxidable. Sellado de juntas con tapetas de PVC macizo del mismo color.	174,46	80,30	14.009,14
05.03.05	m2 Alicatado azulejo blanco 30x60 cm. Recibido adhesivo Alicatado en paramento vertical interior con azulejo blanco de 30x60 cm., colocado a línea, recibido con adhesivo, sin incluir enfoscado de mortero, p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con adhesivo, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. Según NTE-RPA-4. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	21,10	33,55	707,91
05.03.06	m2 Falso techo suspendido con estructura metálica Falso techo continuo de placas de yeso laminado estándar (Tipo A según UNE-EN 520:2005+A1:2010) de 595x595 mm, recubiertas en su cara vista con lámina vinílica blanca, apoyadas sobre una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado (según UNE-EN 14195:2015), a base de maestras primarias en T invertida separadas entre ejes de 1200 mm, y suspendidas del forjado mediante cuelgues con varilla roscada colocados entre 700-1200 mm. Las maestras secundarias se fijan perpendicularmente a las primarias, formando una retícula de 600x600 mm. Totalmente terminado, con acabado liso vinílico, de fácil limpieza, desmontable para mantenimiento, sin necesidad de imprimación, revestimiento o pintura; i/p.p. de placas vinílicas, estructura portante, cuelgues, tornillería, medios auxiliares y limpieza (excepto elevación y transporte). Conforme a UNE 102043:2013 y recomendaciones ATEDY. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	64,74	54,74	3.543,87

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05.03.07	m2 Pavimento de mosaico de vidrio antideslizante 25x25x5 mm Solado de mosaico de vidrio, formado por teselas de 25x25x5 mm montadas sobre malla, adheridas con adhesivo cementoso tipo C2TE según UNE-EN 12004, y rejuntado con mortero cementoso tipo CG2 WA según UNE-EN 13888, en zonas de tránsito húmedo o sanitario. Incluye preparación del soporte, humectación si procede, aplicación de adhesivo con llana dentada, colocación con alineación de juntas y presión, rejuntado con espátula de goma y limpieza final. Medido el solado ejecutado, deduciendo huecos mayores a 1 m². Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
		21,10	69,24	1.460,96
05.03.08	m2 Pavimento laminado flotante de lamas 1200x190 mm Pavimento laminado flotante compuesto por lamas de 1200x190 mm y espesor total 8 mm, con soporte de fibra de alta densidad (HDF) y acabado decorativo imitación pino. Colocado sobre lámina de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor como barrera de humedad y nivelación acústica, sobre superficie seca y nivelada. Unión mediante sistema clic tipo machihembrado. Incluye p.p. de rodapié, perfiles de terminación y sellado de juntas. Según CTE DB-SUA-1, NTE-RSR y UNE-EN 14041:2018. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011. Medida la superficie ejecutada.			
		18,87	97,07	1.831,71
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.03 Particiones interiores y.....				35.527,99
SUBCAPÍTULO 05.04 Carpintería interior y exterior				
05.04.01	ud Ventana doble acristalamiento estándar apertura fija 3x1,5 m Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanales fijos para cerramientos en general, para acristalar, compuesta por, junquillos y accesorios, instalada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.			
		2,00	303,99	607,98
05.04.02	ud Ventana doble acristalamiento estándar corredera 1,5x1,5m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 2 hojas correderas horizontales, de 1,5x1,5 m de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes bicromatados para deslizamiento suave y sistemas de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.			
		2,00	667,84	1.335,68
05.04.03	ud Ventana doble acristalamiento estándar guillotina 0,6x0,6 m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 1 hoja proyectable/basculante con eje horizontal, de 0,6x0,6 m. de medidas totales, compuesta por cerco sin carriles para persiana, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.			
		1,00	301,23	301,23
05.04.04	ud Ventana doble acristalamiento estándar guillotina 0,7x1 m Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 1 hoja proyectable/basculante con eje horizontal, de 0,6x0,6 m. de medidas totales, compuesta por cerco sin carriles para persiana, hoja y herrajes bicromatados de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.			
		1,00	301,23	301,23

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05.04.05	ud Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,5x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,5x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	2,00	783,94	1.567,88
05.04.06	ud Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,9x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,9x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	2,00	783,94	1.567,88
05.04.07	ud Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2H 1,7x Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,7x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	4,00	783,94	3.135,76
05.04.08	ud Puerta batiente lacado blanco 1H 1x2 m Suministro y montaje de puerta batiente de servicio de una hoja, de 40 mm de espesor, formada por bastidor de perfil estructural de aluminio anodizado y revestimiento en ambas caras con chapa de acero galvanizado prelacado en blanco de 0,6 mm de espesor. Con bisagras de PVC de vaivén, con recorrido de hasta 90°, para apertura en ambos sentidos según ubicación y uso previsto. Medidas totales según proyecto. Instalada sobre precerco de aluminio, incluso medios auxiliares, ajuste final y limpieza en obra. Elaborada en taller y probada por la empresa instaladora. Permeabilidad al aire según UNE-EN 12207:2017 – CLASE 4; Estanqueidad al agua según UNE-EN 12208:2000 – CLASE 9A; Resistencia al viento según UNE-EN 12210:2017 – CLASE C5. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.	14,00	715,81	10.021,34
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.04 Carpintería interior y exterior				18.838,98

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.05 Aparatos sanitarios				
05.05.01	ud Lavabo 65x46 cm C/Pedestal gama media blanco grifería monomando Lavabo de porcelana vitrificada blanco, de 65x46 cm, gama media, colocado con pedestal y con anclajes a la pared; conforme UNE-EN 14688:2016+A1:2019. Grifería monomando cromada, con rompechorros; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Válvula de desagüe de 32 mm, acoplamiento a pared acodado de PVC, llaves de escuadra de 1/2" cromadas, latiguillos flexibles de 1/2". Totalmente instalado y conexionado, i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Lavabo con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	3,00	351,41	1.054,23
05.05.02	ud Lavamanos mural acero inoxidable con mando femoral Suministro e instalación de lavamanos mural fabricado en acero inoxidable 400x335x600 mm, con faldón frontal y cubeta embutida, provisto de grifo de accionamiento femoral (por rodilla), para instalación en pared. Incluye válvula de desagüe de 32 mm con cadena, válvula de escuadra de 1/2", latiguillos flexibles de conexión, fijaciones mecánicas, sellado de juntas, y puesta en servicio. Instalado según las especificaciones del fabricante y normativa técnica vigente, especialmente conforme al CTE DB-HS (Salubridad) y DB-SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad). Material con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según el Reglamento (UE) n° 305/2011.	1,00	322,24	322,24
05.05.03	ud Fregadero acero inoxidable 93x61 cm Suministro e instalación de fregadero industrial fabricado en acero inoxidable, de una cubeta, con dimensiones 93x61 cm, profundidad de la pila 40 cm y altura total 100 cm. Incluye válvula de desagüe, sifón sanitario, estructura con patas regulables y refuerzos para soporte, apto para uso alimentario en industria. Instalado con grifería monomando mural cromada, incluso fijaciones, sellado de juntas, y puesta en servicio. Cumple con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) n° 305/2011, y normativa sanitaria vigente para industrias alimentarias.	1,00	377,32	377,32
05.05.04	ud Inodoro tanque bajo serie básica blanco Inodoro de tanque bajo de montaje adosado a pared, fabricado en porcelana vitrificada conforme a UNE-EN 997:2019, de gama básica en color blanco. Dispone de asiento y tapa lacados con bisagras de acero inoxidable y mecanismo doble descarga. Totalmente instalado, conectado y funcionando; i/p.p. de anclajes al pavimento, sellados, llave de escuadra y latiguillo flexible cromados, pequeño material y medios auxiliares. Inodoro con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	3,00	308,30	924,90
05.05.05	ud Plato ducha porcelana 100x100 cm Blanco grifería monomando Plato de ducha de porcelana, cuadrado, de 100x100x8 cm, en color blanco; conforme norma UNE-EN 14527:2016+A1:2019. Grifería mezcladora exterior monomando, acabado cromado, con ducha de mano flexible de 1,50 m y soporte articulado; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Totalmente instalada y conexionada, i/desagüe con salida horizontal de 60 mm, p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Plato de ducha con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	2,00	376,47	752,94
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.05 Aparatos sanitarios.....				3.431,63

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.06 Pinturas				
05.06.01	m2 Epoxi dos componentes Pintura epoxi de dos componentes, aplicada en dos manos, sobre paramentos interiores de bloques o paneles de hormigón, previamente enyesados con reboco fino. Incluye lijado y limpieza previa, mano de imprimación epoxi, emplastecido con masilla especial y lijado de parches para un acabado liso y uniforme. En pilares de acero, limpieza y aplicación de imprimación anticorrosiva antes de la pintura. Productos con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	67,66	19,20	1.299,07
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.06 Pinturas.....				1.299,07
SUBCAPÍTULO 05.07 Cámara de maduración				
05.07.01	m2 Falso techo panel sándwich EPS e = 50 mm Suministro y montaje de falso techo tipo cámara frigorífica formado por panel sándwich de 50 mm de espesor, compuesto por núcleo de espuma rígida de poliestireno expandido, conductividad térmica 0,021 W/m·K, y doble revestimiento en chapa de acero galvanizado prelacado (espesor 0,5 mm), fijado directamente sobre correas metálicas estructurales mediante tornillería autotaladrante. Se incluye perfilería auxiliar perimetral, fijaciones, sellado de juntas, medios auxiliares y limpieza final. Según CTE DB-HE y DB-HS. Marcado CE y Declaración de Prestaciones conforme a Reglamento (UE) 305/2011.	72,52	78,90	5.721,83
05.07.02	ud Puerta corredera frigorífica para temperatura positiva Suministro y montaje de puerta corredera frigorífica para uso interior, para temperatura positiva, compuesta por: hoja de 70 mm de espesor con núcleo de poliuretano inyectado, acabado en chapa plástica blanca (opcional en acero inoxidable), borde perimetral en perfil de aluminio. Sistema de deslizamiento mediante guías superiores de aluminio anodizado con tapa, con poleas y soportes de tecnopolímero, adecuada para hojas de tamaño pequeño o mediano. Incluye manilla con sistema de apertura interior y exterior mediante palancas y cerradero antirrotura. Marco en forma de "L" de PVC (140×45 mm), con módulos adicionales de ajuste a grosor de panel. Contramarco en PVC (opcionalmente en aluminio). Sin umbral inferior (opcional rasante). Dimensiones máximas de paso libre: 220×330 cm. Totalmente instalada sobre estructura soporte, incluyendo herrajes, medios auxiliares de montaje, sellado perimetral y limpieza final. Conforme a CTE DB-SI y DB-HE, ejecutado según recomendaciones del fabricante y normativa aplicable. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	1,00	918,36	918,36
05.07.03	m2 Panel vertical autoportante EPS e = 80 mm Cerramiento vertical formado por panel sándwich compuesto por dos láminas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, con núcleo aislante de espuma de poliestireno expandido de 80 mm de espesor (k = 0,021 W/m·K). Panel diseñado para uso en paredes de cámara frigorífica, instalado sobre estructura auxiliar metálica (perfiles L y T galvanizados de 1,5 mm), fijado mediante pies angulares galvanizados y tornillería, incluyendo elementos de fijación, solapes, tapajuntas, juntas de estanqueidad y medios auxiliares. Medido en verdadera magnitud, deduciendo huecos mayores de 1 m². Cumple con el Reglamento (UE) 305/2011 y marcado CE.	31,60	114,17	3.607,77
TOTAL SUBCAPÍTULO 05.07 Cámara de maduración.....				10.247,96
TOTAL CAPÍTULO 05 Solado, Cerramientos, cubierta, albañilería y carpintería.....				167.033,57

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 06 Instalaciones: Electricidad, abastecimiento de agua, saneamiento				
SUBCAPÍTULO 06.01 Instalación eléctrica				
06.01.01	Caja general de protección y acometida	1,00	5.192,79	5.192,79
06.01.02	Instalación fuerza	1,00	93,20	93,20
06.01.03	Iluminación	1,00	435,04	435,04
TOTAL SUBCAPÍTULO 06.01 Instalación eléctrica.....				5.721,03
SUBCAPÍTULO 06.02 Abastecimiento de agua				
06.02.01	Acometida	1,00	252,28	252,28
06.02.02	Instalación interior	1,00	69,70	69,70
TOTAL SUBCAPÍTULO 06.02 Abastecimiento de agua				321,98
SUBCAPÍTULO 06.03 Saneamiento				
TOTAL SUBCAPÍTULO 06.03 Saneamiento				621,01
SUBCAPÍTULO 06.04 Evacuación aguas pluviales				
06.04.01	m CANALÓN PVC CIRCULAR DESARROLLO 125 mm Canalón de PVC circular, de 125 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, con una pendiente mínima de 0,5%; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	2,00	20,83	41,66
06.04.02	m BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm. Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	40,00	11,54	461,60
TOTAL SUBCAPÍTULO 06.04 Evacuación aguas pluviales ..				503,26
TOTAL CAPÍTULO 06 Instalaciones: Electricidad, abastecimiento de agua, saneamiento.....				7.167,28

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 07 Instalación vapor saturado				
07.01	ud Caldera pirotubular 305 kW Caldera de vapor pirotubular horizontal (2,4x1,5x2,03 m), tres pasos de humos con inversión de llama, capacidad de producción 400 kg/h y potencia térmica 305 kW. Totalmente refrigerada por el agua del cuerpo de la caldera para mejorar eficiencia y seguridad operativa. Incluye quemador de gasóleo o dual (gas/gasoil) con atomización por pulverización mecánica, presión de trabajo 5 mbar Incluye montaje sobre base preparada, conexionado hidráulico, alimentación eléctrica y sistemas de control, pruebas, puesta en marcha y ajuste según normativas UNE-EN y RITE aplicables. Materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.	1,00	16.370,64	16.370,64
07.02	ud Depósito Gasóleo C Suministro e instalación de depósito de 2000 litros para almacenamiento de gasóleo tipo C (2,34x1,12 m), fabricado en acero al carbono con doble pared y cámara estanca de control de fugas, conforme a normativas vigentes para uso interior y montaje aéreo. Incluye tubuladuras en boca de hombre para aspiración, carga, venteo, sonda de nivel y demás conexiones necesarias. Montaje completo con anclajes, sellados, pruebas de estanqueidad, conexión a instalaciones existentes y medios auxiliares para correcta puesta en obra. Materiales con marcado CE y documentación técnica según reglamentación vigente.	1,00	4.657,64	4.657,64
07.03	ud Tuberías y equipos accesorios Esta partida incluye el suministro e instalación de 17,5 m de tuberías de acero al carbono SCH 40 DN80 (3") y 12,7 m DN65 (2,5") con aislamiento térmico de lana de roca, soportes, bridas y juntas, junto con accesorios para la red de vapor de una caldera pirotubular de 400 kg/h: 8 codos 90°, 5 codos 45°, 4 válvulas de compuerta, 2 tes, 2 válvulas de retención batiente, 2 válvulas de paso recto y 2 válvulas de retención escuadra (mayormente DN80). La instalación, incluye corte, soldadura, montaje y pruebas de estanqueidad. Todos los materiales tienen marcado CE y cumplen con UNE-EN, RITE y Reglamento (UE) 305/2011. Total: 5.608,99 €, con costes indirectos del 6%.	1,00	3.500,00	3.500,00
TOTAL CAPÍTULO 07 Instalación vapor saturado.....				24.528,28

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 08 Instalación de frío				
08.01	ud Compresor abierto R-717 4 kW Instalación y montaje de compresor tipo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 4 kW . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente. Comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.			
08.02	ud Evaporador 4,59 kW Instalación y montaje de evaporador cúbico para refrigeración positiva, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm. El equipo tiene una capacidad frigorífica de 4,59 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.	1,00	2.911,82	2.911,82
08.03	ud Condensador Instalación y montaje de condensador aéreo horizontal, fabricado en chapa de acero galvanizado con batería de tubos de cobre de 3/8" en disposición al tresbolillo y aletas de aluminio de alta eficiencia con paso de 3 mm. Equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.	1,00	1.023,96	1.023,96
08.04	ud Compresor semi-hermético 37 kW Suministro e instalación de planta enfriadora de glicol a 2 °C, con potencia frigorífica de 37 kW y potencia de absorción nominal de 21,3 kW (1,65x1,18x2,3 m). Incluye compresor semihermético con carga reducida de refrigerante R-290 (propano). Carrocería autoportante fabricada en chapa de acero galvanizado con acabado en pintura poliéster termoendurecida para alta resistencia a la corrosión, apta para instalación exterior. Equipo equipado con condensador ventilado (ventilador 1x Ø800 mm) y conexión hidráulica de 2". Incluye montaje sobre bancada antivibratoria, conexión hidráulica y eléctrica, pruebas de funcionamiento, puesta en marcha, y documentación técnica conforme a normativa vigente (RITE, UNE-EN 378, marcado CE y DdP según Reglamento UE 305/2011).	1,00	952,94	952,94
		1,00	11.346,24	11.346,24
TOTAL CAPÍTULO 08 Instalación de frío				16.234,96

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 09 Maquinaria				
09.01	ud Tanque pulmón Suministro, transporte e instalación de tanque pulmón de acero inoxidable tipo SS304/216L, con un volumen efectivo de 1500 litros, diseñado para el almacenamiento de leche y lactosuero (1,3x1,8 m). La instalación incluye el montaje completo, la conexión a las instalaciones existentes y el uso de medios auxiliares para facilitar las tareas de manipulación y posicionamiento. No se requiere grúa para la manipulación debido a las dimensiones y peso manejables de los equipos. Los materiales cumplen con las normativas vigentes para uso en la industria alimentaria, asegurando la higiene y calidad del producto almacenado.			
09.02	ud Tanque almacenamiento leche Suministro, transporte e instalación de tanque de acero inoxidable (2,32x1,84x1,7 m) con sistema de refrigeración integrado, capacidad 2500 litros, adecuado para el almacenamiento y enfriamiento de productos lácteos. El equipo cuenta con aislamiento térmico para mantener la temperatura constante y sistema de agitación para asegurar una mezcla homogénea. Incluye montaje completo, conexión a las instalaciones existentes, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. Se dispone de medios auxiliares, como grúa, para la correcta manipulación y ubicación del tanque en obra. Materiales certificados y conformes con normativas vigentes para uso en la industria alimentaria.	2,00	586,18	1.172,36
09.03	ud Intercambiador de calor de placas Suministro e instalación de intercambiador de calor de placas en acero inoxidable, dimensiones aproximadas 0,864 × 0,406 × 0,860 m, con placas de 0,260 × 0,710 m (hasta 74 unidades), diseñado para operar entre 0 °C y 110 °C. La partida incluye colocación en su ubicación definitiva, conexión hidráulica de entrada y salida mediante accesorios y válvulas, montaje de elementos de fijación, juntas y estanqueidad, realización de pruebas hidráulicas, ajuste progresivo de placas y puesta en marcha del equipo, siguiendo normativa técnica vigente y recomendaciones del fabricante.	1,00	5.544,86	5.544,86
09.04	ud Intercambiador de calor de placas bastidor Suministro e instalación de intercambiador de calor de placas con bastidor compacto, con apertura rápida para tareas de mantenimiento y limpieza manual, fabricado en acero inoxidable. Dimensiones aproximadas del equipo: 0,240 × 0,140 × 0,380 m, con placas de 0,140 × 0,380 m. Diseñado para operar en un rango de temperatura de hasta 110 °C, especialmente indicado para mantener el baño de salmuera por debajo de 13 °C en instalaciones de pequeño volumen. Los trabajos incluyen el posicionamiento del equipo, conexión hidráulica de entrada y salida mediante accesorios (válvulas, racores, juntas), fijación del bastidor, pruebas de estanqueidad y puesta en marcha, todo ello conforme a normativa vigente y especificaciones del fabricante.	3,00	8.624,11	25.872,33
09.05	ud Tanque almacenamiento agua Suministro e instalación de tanque en acero inoxidable AISI-304L, con capacidad útil de 635 litros y dimensiones aproximadas 0,700 × 1,850 m. Apto para uso en la industria alimentaria como depósito de almacenamiento de agua de lavado o como tanque pulmón para lactosuero. Incluye colocación en su ubicación definitiva mediante medios auxiliares de desplazamiento ligero, fijación, nivelado, instalación de válvula de vaciado, racores y accesorios de conexión. Se realizan pruebas de estanqueidad y limpieza final de la zona. Todos los trabajos se ejecutan conforme a la normativa sanitaria e industrial vigente.	1,00	1.946,16	1.946,16
09.06	ud Cuba quesera Suministro e instalación de cuba quesera tipo holandés con volumen útil de 1500 litros, fabricada en acero inoxidable AISI-304L, equipada con aislamiento térmico, palas agitadoras motorizadas, liras de corte y válvula manual de evacuación de cuajada de Ø NW100. Dimensiones aproximadas: 3,35x1,045x1,80 m, con altura de trabajo de 0,90 m. Incluye descarga con grúa o montacargas, desplazamiento a ubicación definitiva, conexión de entrada de vapor, salida de cuajada, fijación al suelo, nivelado y pruebas de funcionamiento. Todos los trabajos se ejecutan conforme a normativa sanitaria e industrial vigente para equipos de transformación alimentaria.	2,00	7.680,76	15.361,52
		1,00	13.372,96	13.372,96

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
09.07	ud Prensa neumática vertical Suministro e instalación de prensa neumática vertical para aplicación de presión en fabricación quesera. Equipamiento con 5 puntos de presión y capacidad para 250 kg de queso. Dimensiones 2,5×1×2,4. Incluye conexiones para aire comprimido, anclajes, fijaciones y pruebas de funcionamiento. La instalación se realiza conforme a las normativas de seguridad e higiene aplicables, garantizando la operatividad y el correcto montaje del equipo.	1,00	8.995,16	8.995,16
09.08	ud Tanque de salmuera Suministro e instalación de tanque de salmuera en acero inoxidable AISI 316 con dimensiones 1,6x0,9x0,9 m. El tanque incorpora sistema de recirculación alterna mediante bomba sanitaria que extrae esalmuera a través de una única válvula mariposa DN40, combinando salida y retorno en ciclos alternos. El circuito incluye filtro de 50 micras para eliminar impurezas, intercambiador de placas para mantener la temperatura por debajo de 13 °C, y válvula para la correcta regulación del flujo. Se garantiza la homogeneización y concentración adecuada de salmuera mediante adición controlada de solución salina. La instalación contempla conexión completa, montaje, pruebas y puesta en marcha conforme a normativas vigentes.	1,00	15.477,06	15.477,06
09.09	ud Ahumador Suministro e instalación de ahumador diseñado para recipientes de más de 150 litros, que utiliza un sistema de laberinto para una combustión lenta y controlada de polvo de roble. El ahumador se monta dentro de una caja metálica fabricada íntegramente en acero inoxidable AISI 304 de calidad alimentaria. El sistema incluye la perforación de la caja para la fijación estanca de la tubería flexible (longitud máxima 2-3 metros) mediante bridas metálicas, asegurando la conducción óptima del humo hacia la sala de ahumado. La instalación incluye montaje, pruebas y puesta en marcha conforme a normativas vigentes.	1,00	440,96	440,96
TOTAL CAPÍTULO 09 Maquinaria				88.183,37
TOTAL				402.615,82

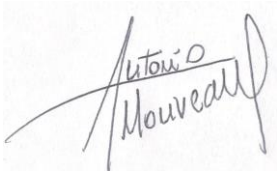
RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	Movimiento de tierras	2.201,71	0,55
02	Urbanización	37.659,00	9,35
03	Cimentación	15.915,62	3,95
04	Estructura	43.692,03	10,85
05	Solado, Cerramientos, cubierta, albañilería y carpintería	167.033,57	41,49
06	Instalaciones: Electricidad, abastecimiento de agua, saneamiento	7.167,28	1,78
07	Instalación vapor saturado	24.528,28	6,09
08	Instalación de frío	16.234,96	4,03
09	Maquinaria	88.183,37	21,90
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		402.615,82	
13,00 % Gastos generales		52.340,06	
6,00 % Beneficio industrial		24.156,95	
SUMA DE G.G. y B.I.		76.497,01	
21,00 % I.V.A.....		100.613,69	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		579.726,52	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		579.726,52	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de QUINIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS VEINTISEIS EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

Calahorra, a 7 de julio de 2025.

El alumno



Antonio Monreal Siulik