



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural
Industrias Agrarias y Alimentarias

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE
UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE
ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO
INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)

FACTORY DESIGN AND CONSTRUCCION
PROJECT FOR TINNED ASPARAGUS
PRODUCTION IN MALPICA'S INDUSTRIAL
STATE (ZARAGOZA)

Autor/es

Raquel Asensio López

Director/es

Jesús Gillén Torres

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

2020



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA
PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN
CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA
(ZARAGOZA)

DOCUMENTO N°1:

MEMORIA

Autor/es

Raquel Asensio López

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

2020

MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO	4
1.1. Localización del proyecto	5
1.2. Comunicaciones	6
1.3. Dimensión del Proyecto	6
2. MOTIVACIONES DEL PROYECTO	6
3. CRITERIOS Y CONDICIONANTES	7
3.1. Criterios de explotación	7
3.2. Condicionantes.....	8
3.2.1. Condicionantes del promotor.....	8
3.2.2. Condicionantes externos.....	8
4. PROCESO PRODUCTIVO	9
4.1. Recepción y almacenamiento de materias primas y envases.....	9
4.2. Corte y lavado	10
4.3. Escaldado	10
4.4. Enfriado	10
4.5. Pelado.....	11
4.6. Envasado.....	11
4.7. Dosificadoras	12
4.8. Precalentamiento.....	12
4.9. Cerrado.....	12
4.10. Esterilización.....	12
4.11. Enfriado.....	12
4.12. Almacenamiento.....	13
5. BALANCE DE MATERIA	16
6. BALANCE DE ENERGÍA	17
7. DIMENSIONADO DE EQUIPOS.....	17

Memoria

8.	INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN.....	19
8.1.	Cerramientos.....	19
8.2.	Carpintería.....	19
8.2.1.	Puertas.....	19
8.2.2.	Ventanas.....	20
8.3.	Solera.....	21
8.4.	Estructura de la nave.....	21
8.5.	Urbanización.....	23
9.	INGENIERÍA DE LAS INSTALACIONES.....	23
9.1.	Instalación frigorífica.....	23
9.2.	Instalación de fontanería.....	24
9.3.	Instalación de saneamiento.....	25
9.4.	Instalación de iluminación.....	25
9.5.	Instalación eléctrica.....	27
9.6.	Instalación de protección contra incendios.....	27
10.	SISTEMA DE ANÁLISIS DE RIESGOS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS (A.R.C.P.C.).....	27
11.	PRESUPUESTO.....	29
11.1.	Resumen del presupuesto de obra civil.....	29
11.2.	Resumen del presupuesto de maquinaria y equipos.....	29
12.	ESTUDIO ECONOMICO.....	29
13.	DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	31

1. OBJETO DEL PROYECTO

La finalidad de dicho trabajo, es la realización y diseño de un proyecto técnico constructivo de una planta de elaboración de espárragos en conserva con una capacidad de transformación de 2.000 kg de espárragos/día.

La Cooperativa Ribera Del Ebro encarga la redacción del proyecto para analizar la viabilidad técnica y económica de la instalación. El título del mismo es “PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA).”

El presente proyecto se realiza como trabajo final de carrera de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural con mención en Industrias Agrarias y Alimentarias.

Los objetivos específicos serán:

- Diseño y cálculo de la estructura de la planta de procesado.
- Diseño del sistema de recepción y procesado de la materia prima, con la finalidad de obtener conservas de espárragos de calidad e inocuas desde el punto de vista de la seguridad alimentaria.
- Diseño de las instalaciones interiores de la planta: Zona de recepción de la materia prima, zona de procesado, zona de almacenamiento de producto terminado, oficina, vestuarios y aseos, entre otros departamentos.
- Diseño de todas las infraestructuras, maquinaria e instalaciones necesarias teniendo en cuenta la cantidad de materia prima a procesar.
- Diseño y cálculo de las instalaciones frigoríficas, de fontanería, de saneamiento, de iluminación, de eléctrica y contra incendios.

Para la consecución de dichos objetivos, se tendrán en cuenta todas las variables que puedan afectar tanto a la construcción como al proceso productivo, desde la llegada de la materia prima hasta la expedición del producto terminado. Las cuales quedarán reflejadas

Memoria

a lo largo de este trabajo. Teniendo en cuenta que dichos espárragos quedan amparados bajo Indicación Geográfica Protegida (I.G.P.) de ``Espárrago de Navarra``.

1.1. Localización del proyecto

La planta se ubicará en una parcela en el Polígono Industrial de Malpica, dentro del Término Municipal de Zaragoza.

Se encuentra a una altitud de 208 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo con el sistema ETRS89 la planta está en el huso UTM 30 y sus coordenadas son Latitud: 41° 39' 20.47" N y Longitud: 0° 47' 14.77" W.

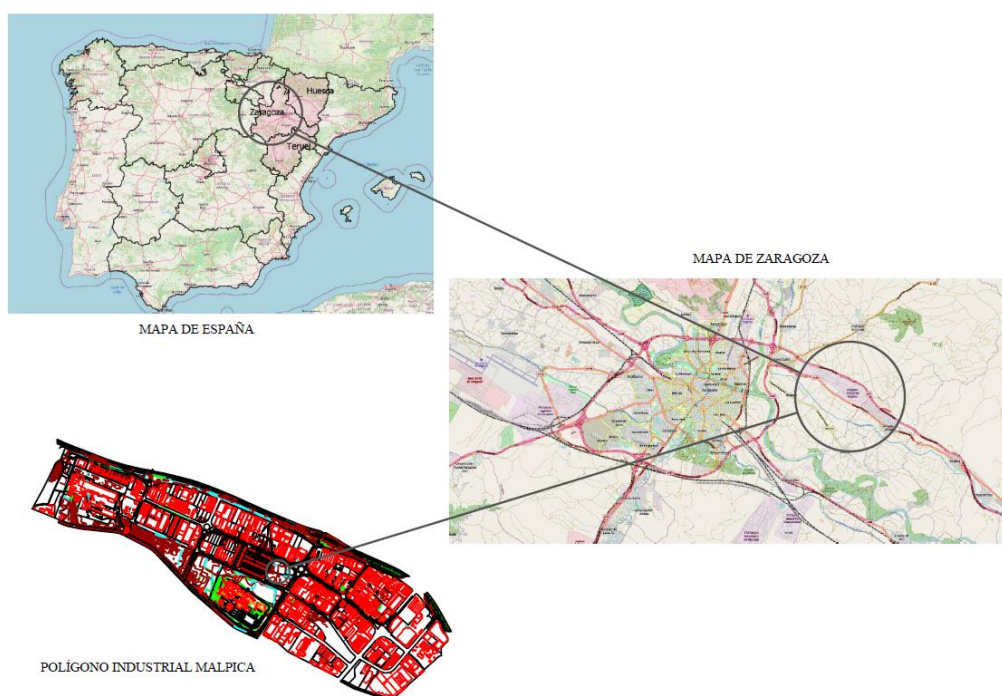


Figura 1. Localización de la planta.

Dentro del Polígono Industrial Malpica, la nave junto con el vallado perimetral ocupará 2.720 m² de las 5,11 Ha disponibles.

Concretamente la planta se encuentra en la calle M del polígono Malpica II.

Las ventajas de que se localice la planta en un Polígono es que dispone de servicios de red de agua potable, red de saneamiento, suministro de iluminación, suministro eléctrico de media y baja tensión, red de incendios, red de telefonía fija y móvil y depuradora.

1.2. Comunicaciones

El acceso al Polígono Industrial Malpica puede ser por varias carreteras:

- N-II que comunica Zaragoza con La Puebla de Alfindén.
- Autovía del Nordeste (A-2) que comunica Madrid con Barcelona y pasa por Zaragoza.

Posee servicio de autobús urbano con la línea 211 que te lleva desde Zaragoza hasta Pina de Ebro.

Las estación de ferrocarril más cercana es Miraflores, pero hay más. Todas localizadas en Zaragoza como Zaragoza-Goya, el Portillo, Zaragoza-Delicias y Zaragoza-Plaza.

Respecto al aeropuerto más cercano es el Aeropuerto de Zaragoza, a 22,5 Km de distancia por la A-2/Z-40.

1.3. Dimensión del Proyecto

La planta esta dimensionada para transformar diariamente un mínimo de 2.000 kg de espárragos. Esta cantidad corresponde con la producción de Aragón, donde se cultivan alrededor de 20 hectáreas con una producción aproximada de 60.000 kg/anuales.

Sin embargo, se podría llegar a procesar diariamente 3500 kg/día de espárragos ya que la cadena de procesado esta diseñada para poder transformar como máximo entre 200/250 espárragos por minuto.

2. MOTIVACIONES DEL PROYECTO

La necesidad de construir dicho proyecto es procesar, mediante diversos tratamientos tecnológicos, los espárragos (*Asparagus officinalis*) cultivados en la Huerta del Bajo Gállego y dentro del Valle del Ebro para obtener un producto apto para el consumo. De este modo, imponer la calidad del espárrago autóctono en el sector agroalimentario y mantener las hectáreas de cultivo en la provincia. Para compensar la competencia entre el espárrago blanco aragonés y las importaciones de Perú y China, donde los costes de producción son más baratos y, por lo tanto, el consumidor los encuentra en el mercado a un precio inferior.

Memoria

Con todo esto se pretende que, dentro de unos años, aumenten las hectáreas de cultivo de espárrago blanco en Aragón bajo la Indicación Geográfica Protegida (I.G.P.) de ``Espárrago de Navarra´´. Además de crear 2 puestos de trabajo a tiempo completo y 10 puestos de trabajo discontinuos en la planta. Ya que el espárrago no se fabrica durante todo el año, sino que solo se transformará durante determinados meses al año. Y también generar puestos de trabajo tanto indirectos como directos, como los agricultores o los transportistas, entre otros, y los que se generen durante la construcción de la planta.

Todos los beneficios generados por la Planta de elaboración de espárragos en conserva se repartirán entre los socios de la Cooperativa Ribera Del Ebro.

Gracias a la construcción de la planta de procesado, se generarán beneficios para la economía local.

3. CRITERIOS Y CONDICIONANTES

3.1. Criterios de explotación

El promotor trata de elaborar conservas de espárragos de alta calidad, teniendo en cuenta todas las consideraciones necesarias para encontrarse amparado bajo la Indicación Geográfica Protegida (I.G.P.) de ``Espárrago de Navarra´´.

Se pretende comercializar tanto los espárragos enteros de distintos grosores y capacidades de envase, como las yemas y tallos. Con el objetivo de aprovechar la máxima cantidad de materia prima y aumentar los rendimientos. Ya que aproximadamente un 41% de la materia prima se desecha a lo largo de la línea de procesado.

La planta dispone de todas las dependencias necesarias para obtener un producto de calidad. Además, casi toda la línea de procesado del espárrago esta automatizada para que el operario manipule la menor cantidad de materia posible y así evitar posibles parones por la mano de obra. Por otro lado, los operarios estarán formados en manipulación de alimentos para evitar contaminaciones que puedan derivar en un producto de baja calidad o no apto para el consumo desde el punto de vista de la seguridad alimentaria.

3.2. Condicionantes

3.2.1. Condicionantes del promotor

Los condicionantes impuestos por el promotor son determinantes para la realización del proyecto y la ejecución del mismo, los cuales son:

- La planta de elaboración de espárragos en conserva se ubicará en la provincia de Zaragoza, concretamente en una parcela situada en el Polígono Industrial Malpica en Zaragoza propiedad de la Cooperativa Ribera Del Ebro.
- La planta tendrá la obligación de comprar los espárragos a los agricultores que estén inscritos en la Indicación Geográfica Protegida Espárrago de Navarra y que tengan los cultivos ubicados dentro de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Se dispone de un presupuesto para la redacción y ejecución del mismo de 2.000.000.

3.2.2. Condicionantes externos

Los condicionantes externos son los proveedores, las infraestructuras, la comercialización, las subvenciones y el marco legislativo.

- Los proveedores con los que va contar la planta son múltiples ya que se encuentra recogida dentro de la I.G.P del Espárrago de Navarra. Por lo tanto, no va a tener problemas para obtener las materias primas necesarias.
- Las infraestructuras necesarias están cubiertas tanto por el polígono industrial como por la provincia de Zaragoza.
- La comercialización de los espárragos de Navarra, ha aumentado en los últimos años. A pesar de la competencia con las importaciones de Perú y China, donde los costes de producción son más baratos y, por lo tanto, el consumidor los encuentra en el mercado a un precio inferior. Después de que se produjera una enorme bajada en la renovación de las plantaciones de espárragos, los agricultores han decidido volver a plantar más. Entonces, en los últimos años, se ha producido un aumento de los cultivos de espárragos y con ello el incremento de la comercialización de los mismos.
- Respecto a las posibles subvenciones, dentro del Consejo regulador de la Denominación Específica Espárrago de Navarra del Ejercicio 2020, puede beneficiarse de una parte de los 38.249,19 € totales.

Memoria

- El marco legislativo, en el sector del espárrago en conserva y en concreto de la I.G.P del Espárrago de Navarra, esta afectado por diversa legislación a nivel europeo, nacional y autonómico. Los cuales se tendrán en cuenta para la elaboración de dicho proyecto.

4. PROCESO PRODUCTIVO

En cualquier proceso de fabricación de conservas de espárragos, se debe partir siempre de una materia prima de calidad. Con el objetivo de obtener un producto final, acogido a la Indicación Geográfica Protegida “Espárrago de Navarra”, con una coloración blanca, textura suave, con fibrosidad escasa o nula y un perfecto equilibrio en la suavidad de su amargor en el paladar.

El proceso productivo consta de una serie de etapas, las cuales se van a describir brevemente a continuación.

4.1. Recepción y almacenamiento de materias primas y envases

La materia prima principal en nuestro proceso de elaboración es el espárrago. Además, también usaremos como ingredientes el agua y la sal.

Los espárragos se recibirán en cajas de plástico con las yemas y las puntas en la misma dirección. Pueden llegar del campo mezclados, o bien seleccionados en diferentes cajas, los de categoría primera y segunda. De todos modos, una vez que entren en la fábrica se efectuara un muestreo para determinar la cantidad de espárragos de categoría primera y segunda, e incluso eliminaremos aquellos espárragos que no sirvan en nuestro proceso de elaboración.

Una vez realizado el muestreo de los espárragos, se llevarán directamente a la línea de fabricación y en el caso de que no sea posible se almacenará en la cámara de refrigeración. La materia prima se almacenará en refrigeración durante un máximo de 3 días entre 2-4°C y con una Humedad relativa elevada entorno al 95%. No se puede almacenar a temperatura ambiente, ya que el espárrago es un vegetal y, por lo tanto, tiene actividad metabólica en las horas siguientes a su recolección.

La sal se compra en sacos de 25-30 kg y se almacenan en una sala. Los envases, al igual que la sal se almacenan en el almacén de envases, el cual debe ser un lugar ventilado para evitar fenómenos de corrosión en los botes metálicos por condensación.

4.2. Corte y lavado

Los espárragos se colocan en unos cangilones sobre una cadena transportadora, entre uno a dos operarios se dedican a meterlos, con las puntas de las yemas hacia abajo. Los espárragos pasan por unos discos de cortes regulados a 20 cm. de la punta del espárrago, con la finalidad de quitarle entre 1 a 2 cm. de la base del espárrago. Estos 2 cm. se desechan. A continuación, los espárragos vuelven a pasar por otro disco de corte y quedan a la medida que estamos utilizando, que es de 16 cm. La parte sobrante son los tallos.

Los tallos, se derivan de la línea principal de elaboración y pasan a una línea automática donde se lavan con agua, escaldan a 90°C/4 minutos, calibran por diámetros, pelan y envasan.

El espárrago continua la línea principal de producción, donde se lava por aspersión en inmersión.

4.3. Escaldado

Los espárragos llegan en los cangilones con las puntas hacia arriba y se van sumergiendo en el agua, durante un tiempo. Al principio solamente se sumerge 1/3 de la parte del espárrago, que corresponde a la zona más alejada de la yema y por lo tanto más lignificada. Después, pasa a sumergirse durante otro tiempo 2/3 del espárrago y solamente al final del proceso se sumerge la totalidad del vegetal. Este proceso sucede a 90°C durante 4 minutos.

4.4. Enfriado

Tras el escaldado, el espárrago se descarga de los cangilones y se deposita en una cinta transportadora, donde se enfría por medio de duchas de agua. En este proceso, una persona retira las unidades anómalas (puntas, trozos, espárragos rotos, torcidos, huecos...) que no sirvan para la producción de espárragos enteros. Las unidades retiradas, se utilizarán para la elaboración de yemas de espárrago o puntas y trozos. La cinta descarga sobre otra máquina con agua, con el objetivo de enfriar bien el espárrago. La máquina con agua, eleva posteriormente el espárrago hasta la máquina calibradora. Durante la elevación, el espárrago continúa sometido a duchas de agua.

4.5. Pelado

Una vez llega el vegetal a la máquina calibradora, en el primer tramo se separan los espárragos de menos de 9 mm. de diámetro, que son los comercializaremos como espárragos delgados. Los cortamos a la medida del envase entre 90 o 95 mm. y los envasamos. Este tipo de espárragos no se pelan. Los espárragos de diámetro superior 9 mm. se calibran en 24 diámetros diferentes, con diferencias progresivas de 0,25 mm. y en otros casos de 0,50 mm.

De acuerdo con la Orden del 21 de noviembre de 1984 por la que se aprueban las normas de calidad para conservas vegetales, se establece que el calibrado de los espárragos se dividirá en diversos calibres:

- Extra grueso: Más de 19 mm. de diámetro.
- Muy grueso: De 14 a 19 mm. de diámetro.
- Grueso: De 11 a 14 mm. de diámetro.
- Medio: De 9 a 11 mm. de diámetro.
- Delgado: Menos de 9 mm. de diámetro.

En función de la clasificación por diámetros, caen en una máquina alimentadora que se encarga de introducir unidad por unidad, en cada una de las máquinas peladoras, donde se les elimina mediante cuchillas la parte endurecida, dejando a los espárragos con la misma forma que tenían antes de ser pelados.

4.6. Envasado

En la parte posterior de cada máquina peladora, habrá un operario, dedicado a envasar el producto. Una vez colocados los espárragos en el envase, el operario los coloca sobre una cinta transportadora que los lleva hasta el control de peso. Al mismo tiempo, esta cinta transportadora sirve de soporte en batería de las máquinas peladoras. En una dirección lleva los envases llenos al control de peso, y en otra paralela, evacua la piel que le hemos quitado al espárrago hacia el depósito de basura.

4.7. Dosificadoras

Las dosificadoras, son el equipo que rellena los envases con el líquido de gobierno. En este paso, se juntan los diferentes envases que se estén elaborando, tanto tallos, como puntas, trozos, yemas y espárragos enteros.

El líquido de gobierno, está constituido únicamente con sal (cloruro sódico) y agua. Los depósitos donde se mezclan los ingredientes suelen ser de acero inoxidable, tapados y provistos de un agitador, con el fin de homogeneizar la mezcla. Del depósito pasa el líquido de gobierno a la máquina dosificadora, donde se calienta a 60°C mediante una camisa de vapor. Tras la adición del líquido de gobierno procederemos a crear el ``espacio libre de cabeza``.

4.8. Pre calentamiento

Tras adicionar a los envases el líquido de gobierno, pasan al precalentador. Esto consiste en calentar los envases mediante una camisa de vapor a una temperatura de 90°C, durante unos 6-8 minutos, dependiendo de la capacidad del envase.

4.9. Cerrado

Inmediatamente después del precalentado, los envases pasan a los equipos selladores o cerradores. Este cerrado deberá realizarse de forma rápida para conseguir un vacío adecuado que certifique la conservación y el buen aspecto interior de los envases esterilizados.

4.10. Esterilización

Tras ser cerrados, los envases deberán esterilizarse lo antes posible, no se dejarán más de 30 minutos las canastillas a temperatura ambiente.

El tratamiento térmico aplicado por excelencia en las conservas no ácidas ($\text{pH} > 4,5$) es la esterilización, en este caso de 121°C durante 4 minutos.

4.11. Enfriado

El proceso de enfriado se realiza con agua fría en el mismo autoclave hasta alcanzar una temperatura aproximada de 40°C. Se establece un tiempo de enfriamiento entre 10-12

Memoria

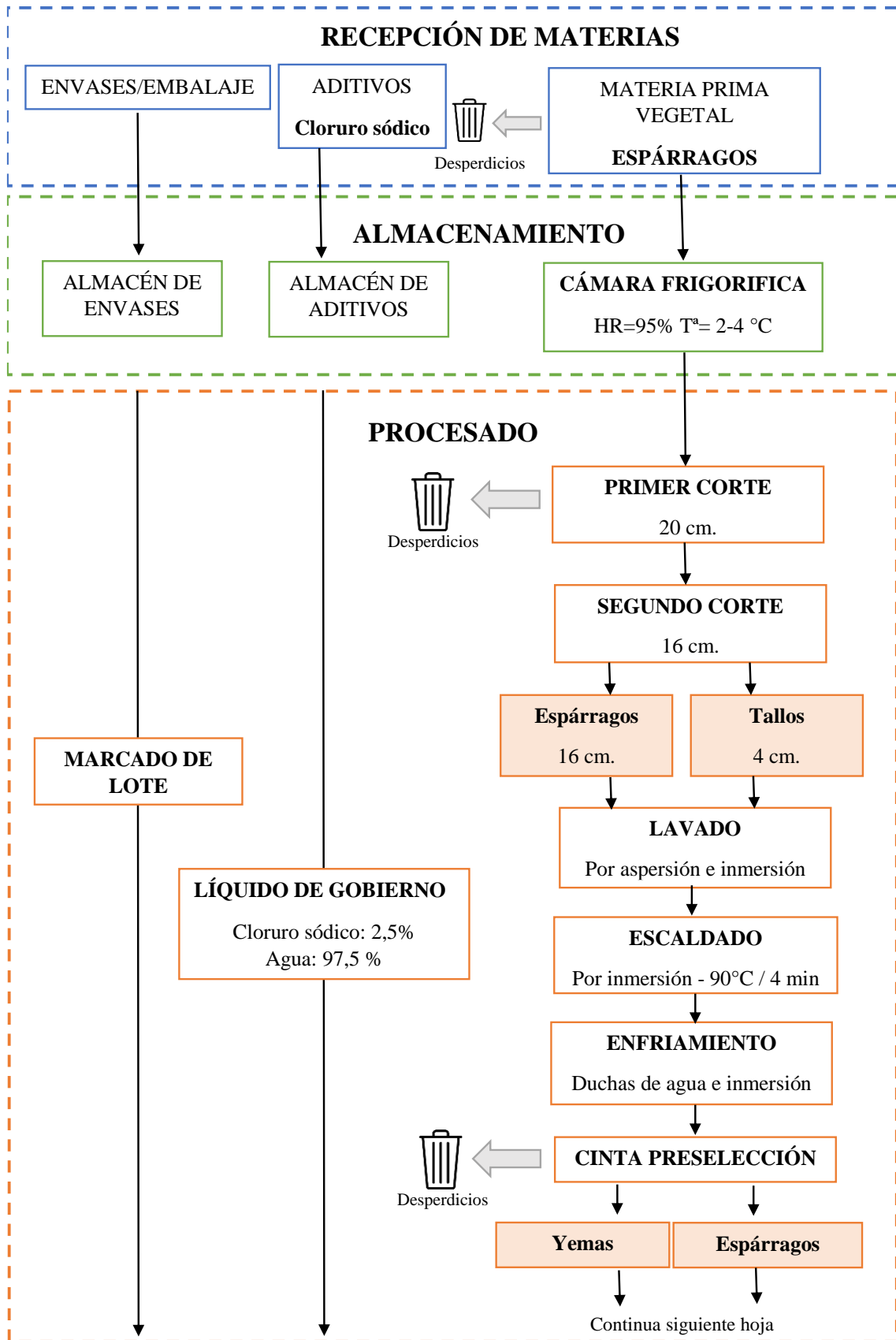
minutos y a una temperatura del agua medida en el termómetro aproximada de 40°C, para asegurar que los envases salen a esa temperatura.

4.12. Almacenamiento

Una vez secos los envases se introducen en cajas de cartón. Estas cajas son paletizadas y cada pallet es identificado con una etiqueta en la que figura el producto, la fecha de fabricación, el número de jaula y el total de unidades.

Se almacenarán en un lugar fresco y ventilado, con temperaturas inferiores a 25°C. Para evitar la acumulación de calor y humedad excesiva.

En la siguiente figura se puede observar de forma esquematizada el diagrama de flujo de la producción de espárrago en conserva.



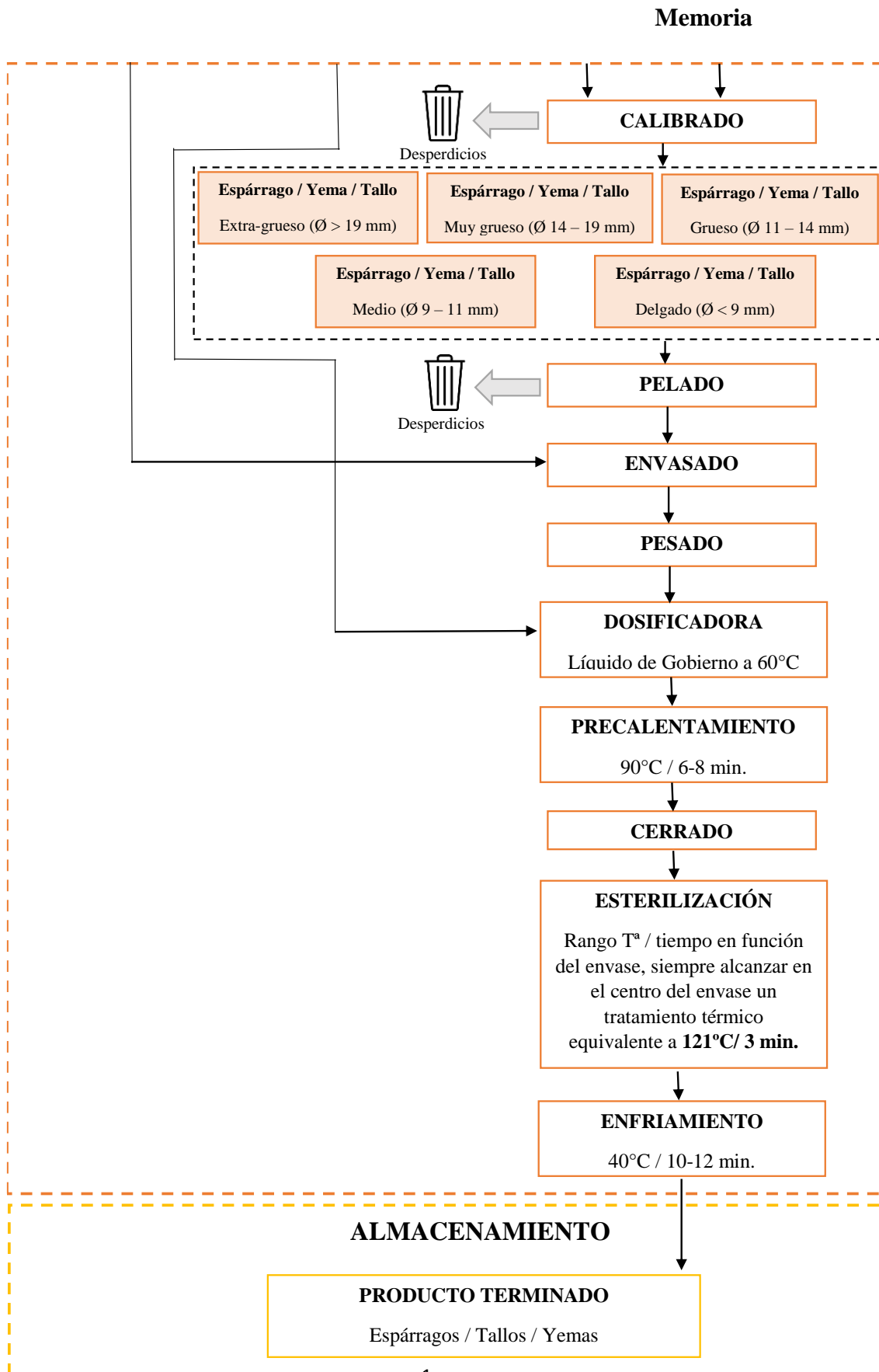


Figura 2. Diagrama de flujo

5. BALANCE DE MATERIA

A lo largo del balance de materia se detalla cuantitativamente la materia prima vegetal a procesar, los desperdicios que se generan y el rendimiento obtenido de producto final respecto a la cantidad inicial. Las estimaciones de cantidades en porcentaje de mermas, pérdidas o rendimientos de cada producto, han sido facilitadas por industrias dedicadas a la elaboración de este tipo de conservas.

La cantidad a procesar es de 250 kg/hora de espárragos. A lo largo del “Anejo III. Balance de Materia” quedan reflejados todos los cálculos.

Como resumen, se desecha alrededor de un 41% del total de kg de espárragos que entran a la cadena de producción. Se van a procesar en la planta 140 espárragos/minuto. A pesar de ello, la cadena automática elegida es la que procesa entre 200/250 espárragos por minuto.

Tabla 1. Tabla resumen de las entradas y salida de materia prima vegetal.

Entrada de Materia Prima (sin pelar, ni escaldar)		Espárragos enteros	Tallos	Yemas
		143,06 kg/h	39 kg/h	1,45 kg/h
Calibres a envasar: Salida de yemas, espárragos y tallos	E-G.	13,57 kg/h	3,96 kg/h	0,17 kg/h
	M-G.	33,91 kg/h	8,48 kg/h	0,52 kg/h
	G.	22,61 kg/h	5,52 kg/h	0,32 kg/h
	M.	28,25 kg/h	6,78 kg/h	0,44 kg/h
	D.	18,60 kg/h	4,47 kg/h	-

E-G.: Extra grueso

M-G.: Muy grueso

G.: Grueso

M.: Mediano

D.: Delgado

En esta tabla se refleja la entrada y la salida de yemas, espárragos y tallos de acuerdo con las cantidades de materia vegetal suministradas por los agricultores.

6. BALANCE DE ENERGÍA

En el “Anejo IV. Balance de Energía” quedan reflejados todos los cálculos referidos a los equipos de la planta donde se requiera calor para transformar el producto, y consecuentemente el cálculo de las necesidades caloríficas y pérdidas de calor a través de dichos equipos. Estos cálculos permiten decidir el tipo de caldera necesaria para cubrir la demanda energética en forma de vapor. La elección de la caldera y del depósito de gasóleo se detalla en el “Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo”.

7. DIMENSIONADO DE EQUIPOS

A lo largo del “Anejo VI. Dimensionado de equipos” se detallan los equipos y zonas implicadas en la producción del espárrago en conserva. Se describen dos líneas de trabajo a partir del segundo corte, una para los tallos y otra para el espárrago entero y las yemas. Para más información consultar el Anejo VI.

Tabla 2. Dimensionado de los equipos.

Área		Máquina	Unidades	Superficie (m ²)
Zona de caldera		Caldera	1	20,024
Exterior		Depósito de gasóleo	1	7,5445
Línea de procesado	Línea del espárrago entero	Escaldador	1	5,5
		Cinta	1	2
		Elevador	1	3,3
		Calibradora	1	18,15
		Mesa de embotado y transporte	1	14,4
		Peladora	1	Sobre la cinta transportadora
	Línea del tallo	Criba preselección	1	1,4
		Escaldador-Elevador	1	1,845
		Peladora	1	Sobre la cinta transportadora
		Calibradora	1	2,304

Memoria

		Dosificadora líquido de gobierno	1	2,8
	Línea del espárrago entero y tallos	Mesa de envases	1	14,4
		Depósito líquido de gobierno	1	0,502
		Pre calentador	1	1,5
		Cerradoras	1	11,175
		Autoclave	1	5,65
Sala de procesado		Cámara de refrigeración	1	17,5
Sala de procesado	Maquinaria auxiliar	Carretilla elevadora eléctrica	1	3,56
		Transpaleta manual	1	1,06
		Pórtico Ligero Motorizado (PLM) / Empuje manual (PLE)	1	3

Tabla 3. Dimensionado de las zonas.

Zona	Superficie (m2)
Zona de recepción de materias primas	16,66
Almacén de envases	44,16
Cámara de refrigeración	16,16
Sala de procesado	617,24
Recepción	18
Pasillo	23,58
Vestuario masculino	33,81
Vestuario femenino	33,81
Comedor	29,64
Oficina	29,15
Almacén limpieza	10,62
Almacén materias primas (sal)	10,62
Almacén producto terminado	51,92

8. INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN

8.1. Cerramientos

Se realizarán los cerramientos a través de paneles tipo sándwich con materiales aislantes. Ya que aporta una serie de ventajas al ser una industria alimentaria como controlar la temperatura, aislar acústicamente la planta y una buena limpieza. En el caso de los cerramientos exteriores, se debe tener en cuenta el comportamiento ante el fuego.

La cubierta estará constituida por panel sándwich de espesor de 50 mm. Además, estará formada por dos chapas de acero prelacado de 0,5 mm de espesor y una capa de poliuretano en la parte central entre ambas.

La fachada, se cubrirá por ambas caras partiendo desde el pilar. La parte exterior se colocará un panel sándwich tipo fachada con un espesor de 50 mm, conformado por dos chapas de acero prelacado de 0,5 mm de espesor y una capa intermedia de poliuretano y en la parte interior, se colocará un panel frigorífico como acabado interior sanitario de 80 mm de espesor. El cual está conformado por dos chapas de acero prelacado de 0,5 mm de espesor y una capa intermedia de poliuretano.

Se colocarán en la cámara de refrigeración y en la zona de oficinas, vestuarios, pasillo y recepción techos más bajos que el de la cubierta de la nave, llamados falsos techos. En la cámara de refrigeración se coloca un techo de 60 mm a una altura de 2 metros y en la zona de oficinas, vestuarios... se colocará un falso techo de pladur aislado superiormente con lana mineral a una altura de 3 m.

8.2. Carpintería

8.2.1. Puertas

Las puertas que hay en la planta son:

- **Puerta de acceso a la cámara de refrigeración:** La puerta de la cámara de refrigeración poseerá el mismo espesor que las paredes de la cámara, de 80 mm. Las dimensiones de la misma serán de 2 metros de ancho por 1,5 de altura. Será una puerta corredera.
- **Puerta acceso a la zona de recepción de materias primas:** La puerta de acceso a la zona de recepción de materias primas desde la zona exterior de la parcela, será

Memoria

corredera con unas dimensiones de 2 metros de ancha por 3 metros de altura. La puerta poseerá las mismas características que las fachadas, será de paneles de acero tipo sándwich.

- **Puerta acceso a la zona de almacén de envases:** La puerta de acceso a la zona de almacén de envases desde la zona exterior de la parcela, será de 2 metros de ancha por 3 metros de altura. La puerta poseerá las mismas características que las fachadas, será de paneles de acero tipo sándwich.
- **Puerta de acceso personal y visitantes:** La puerta de acceso del personal y visitantes desde la zona exterior de la parcela, serán cortafuegos. Estos modelos de puertas se emplearán a la entrada de los diferentes recintos de incendios.
- **Puertas de acceso a vestuarios, oficinas y comedor:** Las puertas interiores de oficina, de la sala de comedor, pasillo de servicio para personal, aseos y vestuarios serán de madera con una anchura de 0,69 m y una altura de 2,1 metros.
- **Puerta acceso personal a la sala de procesado:** La puerta de acceso del personal a la sala de procesado, será de aluminio con una anchura de 2 metros y altura de 2,1 metros.
- **Puerta acceso a almacén de envases y almacén de producto terminado:** Estas puertas comunican la sala de procesado con dichos almacenes, las dimensiones de las mismas serán de 2 metros de ancho por 3 metros de altura.
- **Puerta almacén de limpieza y almacén de materias primas:** Estas puertas serán de aluminio anchura de 0,69 m y una altura de 2,1 metros.
- **Puerta de expedición del producto terminado:** La puerta de expedición del producto terminado la zona exterior de la parcela, será corredera con unas dimensiones de 3 metros de ancha por 3 metros de altura. La puerta poseerá las mismas características que las fachadas, será de paneles de acero tipo sándwich.

8.2.2. Ventanas

Se colocarán ventanas en la zona de oficinas, servicios y zona de recepción. Las ventanas serán de aluminio lacado en negro, con sistema de apertura corredera. Todas las ventanas tendrán la misma altura de 1,20 metros y la anchura de 0,99 m. En cambio, las ventanas de los vestuarios, tienen una altura de 60 cm, la misma anchura y con vidrio translucido.

8.3. Solera

La solera de la nave estará formada por una capa común en toda la instalación, formada por una solera de hormigón de 25 cm de espesor con barras de acero B-500S de 8 mm de espesor en cuadrícula de 15×15 cm. Como base a la solera, por debajo de estas se colocan 15 cm de zahorra. Para el caso de la cámara de refrigeración, posee una presolera de hormigón de 15 cm de espesor y como base a la solera y a la presolera, por debajo de estas se colocan 15 cm de zahorra.

8.4. Estructura de la nave

Para contener todos los espacios citados en la tabla 3, se realiza una estructura metálica con la siguiente geometría y características:

- Longitud de la nave: 48 m.
- Luz de la nave: 20 m.
- Altura del pilar: 6 m.
- Altura de cumbrera: 8 m.
- Pendiente de cubierta (a dos aguas): 20%
- Separación entre pórticos: 6 m.
- Número de pórticos: 7 pórticos interiores y 2 pórticos hastiales.
- Pilares en hastial: 3 pilares, 1 en cumbrera y 2 en cada semivano.
- Término municipal: Zaragoza
- Altitud topográfica: 208 m.

Para el cálculo de la estructura se recurre a los materiales facilitados por el profesor de la asignatura de Construcciones Agroindustriales y se adoptaran Acciones consideradas en Documento básico SE-AE Acciones en la edificación (CTE DB SE-AE). Las comprobaciones de los distintos elementos que conforman la estructura se muestran en el Anejo VII.

El pórtico hastial está formado por perfiles IPE-220 en los pilares hastiales y perfiles IPE-140 en los dinteles. Para los pilares exteriores del pórtico hastial se utiliza el mismo perfil que para los pórticos interiores.

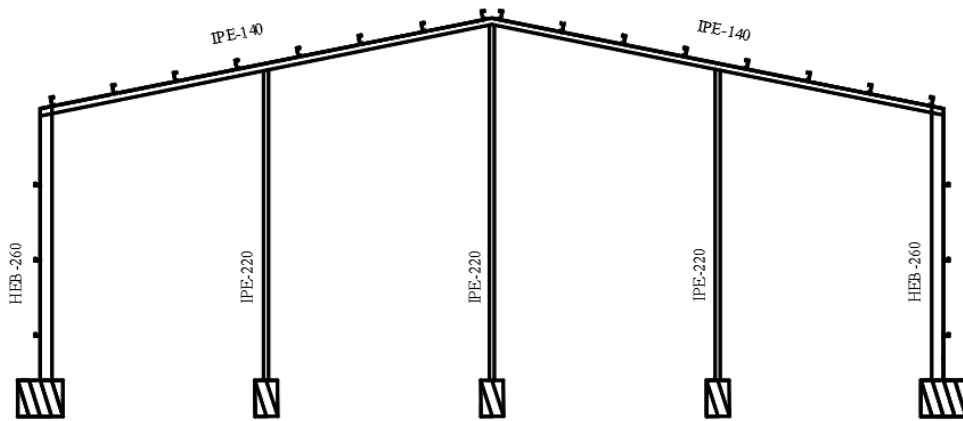


Figura 3. Pórtico hastial junto con la descripción de perfiles

Las uniones de los pilares son empotramientos y la unión de los pilares esquina con el dintel es rígida, con la diferencia de que la unión entre los pilares hastiales y el dintel que es articulada.

Los pórticos interiores están formados por perfiles IPE 400 para los pilares y perfil HEB 260 para las vigas o dinteles.

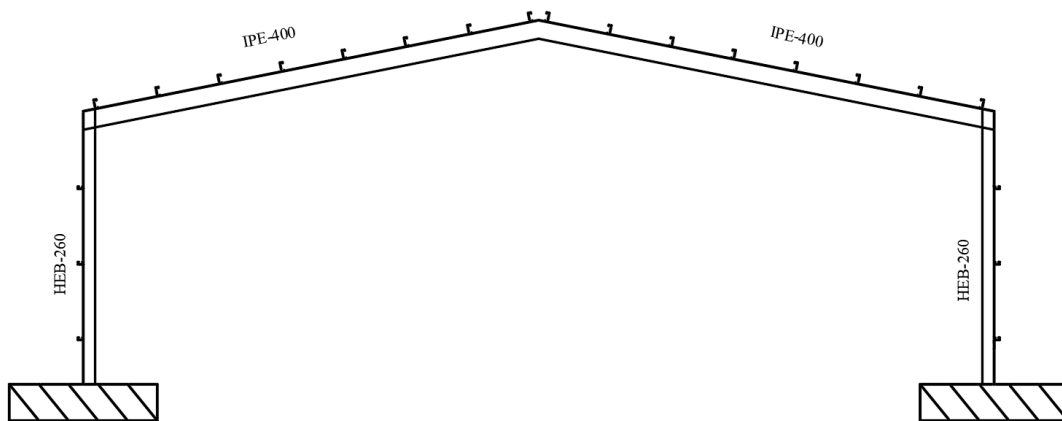


Figura 4. Pórtico central junto con la descripción de perfiles.

Las correas galvanizadas de cubierta de la nave se realizan con perfil C 200-60-3 y para correas de fachada cortas y largas sacada del pronuario correas C galvanizadas se obtiene que las correas sean la C 120-50-2,5 para fachadas horizontales largas y la C100-40-2,5 para fachadas horizontales cortas.

Memoria

La cimentación de la nave está formada por dos tipos de zapatas distintas, una para los pilares esquina y hastiales y otra para los pilares centrales. Las zapatas se realizan mediante hormigón armado HA-25 y armadas con acero B 500S.

8.5. Urbanización

La parcela debe disponer de un vallado perimetral. Como cerramiento perimetral se van a utilizar dos tipos de cerramientos, uno para la zona que está en contacto con la calle M y otro para los otros tres laterales de la parcela. Tendrán una altura de 2 m. La parcela cuenta con un acceso para vehículos por la calle M del Polígono Industrial Malpica. El acceso, está formado por una puerta de acero de 2 metros de altura y 6 metros de longitud. A su vez, hay una puerta para el acceso para personas, compuesta por una sola puerta metálica de 1,4 metros de anchura y 2 metros de altitud.

Las dimensiones finales de la parcela serán de 40 metros de ancho y 68 metros de largo, ocupando una superficie de 2.720 m².

Se pavimentará toda la zona exterior de la nave, mediante un pavimento flexible de mezcla bituminosa. Se lleva a cabo con pavimento de 8 cm de espesor en caliente de composición densa tipo D12.

9. INGENIERÍA DE LAS INSTALACIONES

9.1. Instalación frigorífica

La cámara frigorífica, podrá albergar un volumen de 30,39 m³. Con un número máximo de cajas de 180. Las dimensiones exteriores serán de 3,5 m de longitud, 5 m de anchura y 2 m de altura.

Se construirá la cámara con paneles prefabricados de tipo sándwich aislados en poliuretano y dos planchas metálicas. Los paneles con los que se trabajará tendrán un espesor máximo comercial de 8 cm. para todas las paredes de las cámaras, a excepción del suelo y cubierta donde se colocará uno de espesor comercial de 6 cm.

La potencia frigorífica necesaria, calculada en el ``Anejo VII. Instalación Frigorífica'', corresponde al sumatorio de todas las cargas térmicas. La cual es:

Memoria

$$Q_{necesaria} = 3.451,4124 \frac{Kcal}{h} = 4,014 kW$$

El refrigerante elegido para esta instalación va a ser el R-404 A, ya que ha demostrado ser uno de los refrigerantes de vanguardia de la industria para la refrigeración comercial a temperaturas de evaporación bajas.

En función de la potencia frigorífica necesaria, se seleccionan los equipos de la instalación:

- La selección realizada por el software *Bitzer v6.13.0* es la instalación de un compresor de Tornillo Semi-herméticos HS modelo HSK5343-30-40P con una potencia de 55,8 kW.
- La selección realizada por el software *Frimental Kselect 2020* es la instalación de un evaporador de expansión directa FRL-420.
- La selección realizada por el software *Frimental Kselect 2020* es la instalación de un condensador por aire CPN-83.

9.2. Instalación de fontanería

Para realizar el dimensionado de la instalación, resulta necesario recurrir al Código Técnico de la Edificación DB-HS 4: Salubridad.

Los requerimientos de agua de la instalación se dividen en:

- **Servicios y usos generales**, entre los cuales se incluyen el aseo masculino y femenino, vestuarios y comedor. Las condiciones mínimas de suministro y con ello el valor del caudal de cada elemento se toma siguiendo el punto 2.1 del CTE HS 4.
- **Línea de procesado**. En la línea de procesado hay varios equipos que requieren para su funcionamiento el suministro de agua, que son para la línea de espárrago entero el escaldador, cinta, elevador, calibradora y mesa de embotado y transporte, para la línea de tallos la criba preselección, escaldador-elevador y calibradora y para ambas la dosificadora de líquido de gobierno y autoclave.
- **Limpieza**. Para la tarea de limpieza se coloca una toma de agua provista de manguera, cual se ubica en la pared oeste de la sala de procesado, para la limpieza de toda la sala.

Memoria

Estos puntos de suministro se dividirán en tres líneas de consumo, por un lado, la línea 1, por otro la línea 2 y por otro la línea 3.

La red que abastece a todos los grupos se realiza con tuberías de polietileno reticulado (PE-X).

Se realiza una red de agua caliente para abastecer a todos los vestuarios, tanto en las duchas como en los lavabos, y en el fregadero de la cocina. El calentamiento del agua se realizará a través de un calentador eléctrico que acumula 200 litros de agua caliente. El material de las conducciones será PE-X (polietileno reticulado).

En el plano de fontanería se muestra el trazado de las tuberías y en el Anejo IX se indican los cálculos para el dimensionado de las mismas.

9.3. Instalación de saneamiento

Para el cálculo de la instalación de saneamiento se recurrirá al Código Técnico de la Edificación DB-HS 5: Salubridad.

Se dispondrá de dos redes diferenciadas, que se unirán al final de las mismas para dirigir sus aguas a un pozo de registro ubicado en la calzada del vial del polígono industrial que pasa junto a la parcela.

Las dos redes diferencias serán:

- Red de saneamiento de aguas pluviales: recogerá las aguas pluviales procedentes de la cubierta de la nave y de la zona pavimentada exterior.
- Red de saneamiento de aguas residuales: recogerá las aguas residuales procedentes de los vestuarios (duchas, inodoros y lavamanos), de los equipos de la sala de procesado, del fregadero de la cocina y de la cámara.

El saneamiento diseñado esta explicado en el ``Anejo X. Instalación de Saneamiento`` y en el plano de saneamiento.

9.4. Instalación de iluminación

Para realizar el diseño, dimensionado y cálculo de las luminarias que se deben colocar en las distintas zonas que conforman el interior de la nave se calculan gracias al método del flujo.

Memoria

El cálculo queda reflejado en el "Anejo XII. Instalación de Iluminación" y la disposición de las luminarias se puede observar en el plano de iluminación.

El número de luminarias y potencia queda reflejado en la tabla 4.

Tabla 4. Potencia y número de luminarias.

Elemento		Potencia (W)	Número	Potencia total (W)
Vestuario masculino	Aseo/Ducha	8	6	48
	Cambiador	20	3	60
	Pasillo	20	1	20
Vestuario Femenino	Aseo/Ducha	8	6	48
	Cambiador	20	3	60
	Pasillo	20	1	20
Comedor		2×58	2	232
Oficinas		2×58	3	348
Recepción		2×36	4	288
Pasillo		2×18	9	324
Sala de procesado		150	26	3900
Almacén de producto terminado		150	2	300
Almacén de MP		150	1	150
Almacén de limpieza		150	1	150
Almacén de envases		150	2	300
Sala de recepción de MP		150	3	450
Cámara de refrigeración		13	4	52
Zona exterior		150	16	2400
Emergencia tipo 1 y 2*		6 / 8	22	288

9.5. Instalación eléctrica

La parcela recibe una acometida eléctrica del polígono en media tensión, por lo que se instala un transformador, con el que se obtiene la electricidad en baja tensión, 400/230V. Se realiza con conductores enterrados, que transportan la corriente eléctrica desde el transformador hasta el cuadro general de protección y medida (CGPM) en baja tensión. La instalación estará compuesta por un cuadro general desde el que se distribuye corriente a dos cuadros secundarios desde donde se alimenta a los receptores y donde se colocan los interruptores y las protecciones.

Para el cálculo de la instalación eléctrica se recurre al software *EcoStruxure Power Design – Ecodial ES V4,91*.

El cálculo queda reflejado en el “Anejo XII. Instalación Eléctrica” y el esquema unifilar se puede observar en el plano.

9.6. Instalación de protección contra incendios

Las instalación contra incendios se realiza de acuerdo al Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales y al Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación.

En este anejo se va a calcular el nivel de riesgo de incendio en la planta de conservas de espárragos y se van a definir las medidas que deben adoptarse para lograr minimizar el riesgo de incendio y conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial.

Siguiendo las indicaciones del R.D. 2267/2004, se desarrolla el “Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios”. Se puede observar la distribución de las protecciones tanto en el anejo como en el plano de protección contra incendios.

10. SISTEMA DE ANÁLISIS DE RIESGOS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS (A.R.C.P.C.)

El manual desarrollado en el “Anejo X. Sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos (A.R.C.P.C.)” es aplicable a los espárragos elaborados por la planta ubicada en el Polígono Industrial Malpica.

Memoria

En este manual se identifican los peligros específicos (físicos, químicos y biológicos) y medidas para el control de los mismos con el fin de asegurar la seguridad de los alimentos.

Se desarrollan a lo largo del Anejo diversos planes, también llamados prerequisites, donde se instauran medidas de control para diversos peligros. Si a través de esas medidas se elimina o reduce el peligro a un nivel aceptable y tampoco puede darse lugar a una recontaminación o aumentar el peligro a niveles inaceptables. Y, además en la siguiente etapa se puede reducir ese posible peligro, dicha etapa no se considera punto crítico y por lo tanto se controla a través de los prerequisites y no es necesario tenerla en cuenta en el cuadro de gestión del A.R.P.C.P.

Los planes desarrollados son:

- Plan de higienización, desinsectación y desratización
- Características higiénico-sanitarias del agua
- Plan de mantenimiento de equipos y locales
- Higiene personal y buenas prácticas de manipulación
- Plan de formación

En cuanto a la determinación y valoración de puntos críticos, se han evaluado los posibles riesgos que entraña cada etapa, las medidas preventivas a implantar, los límites críticos, la vigilancia y las medidas correctoras a tener en cuenta. Además, todas las incidencias y acciones correctoras tomadas en las diferentes fases se anotarán en sus correspondientes registros.

Para más información véase “Anejo X. Sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos (A.R.C.P.C.)”.

11. PRESUPUESTO

11.1. Resumen del presupuesto de obra civil

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
P01	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	6.810,41	0,78
P02	CIMENTACIÓN-SOLERA.....	46.969,41	5,39
P03	CUBIERTA.....	16.068,67	1,84
P04	ESTRUCTURA.....	40.103,72	4,60
P05	ALBAÑILERÍA.....	157.970,40	18,13
P06	AISLAMIENTOS.....	1.117,51	0,13
P07	CARPINTERÍA.....	9.496,95	1,09
P09	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.....	10.893,19	1,25
P10	INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO.....	4.533,40	0,52
P11	ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN.....	87.315,45	10,02
P12	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	2.507,09	0,29
P13	URBANIZACIÓN.....	388.117,44	44,54
P14	INSTALACIÓN FRIGORÍFICA.....	44.333,72	5,09
P15	SEGURIDAD Y SALUD.....	35.280,04	4,05
P17	DEPÓSITO DE GASOLEO Y CALDERA.....	19.939,74	2,29
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		871.457,14	
	13,00% Gastos generales.....	113.289,43	
	6,00% Beneficio industrial.....	52.287,43	
SUMA DE G.G. y B.I.		165.576,86	
	21,00% I.V.A.....	217.777,14	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		1.254.811,14	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		1.254.811,14	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS ONCE EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

11.2. Resumen del presupuesto de maquinaria y equipos

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
M01	MAQUINARIA PROCESO PRODUCTIVO.....	133.630,00	94,78
M02	MOBILIARIO Y OFICINAS.....	7.356,84	5,22
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		140.986,84	
	13,00% Gastos generales.....	18.328,29	
	6,00% Beneficio industrial.....	8.459,21	
SUMA DE G.G. y B.I.		26.787,50	
	21,00% I.V.A.....	35.232,61	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		203.006,95	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		203.006,95	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS TRES MIL SEIS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

12. ESTUDIO ECONOMICO

El proyecto tendrá una vida útil de 20 años. La inversión total de este proyecto incluyendo la adquisición de la parcela asciende a 1.702.618,09 €. Se analiza la viabilidad de la construcción y desarrollo del proyecto mediante los flujos de caja que se originan cada año, teniendo en cuenta tanto los cobros, como los pagos generados.

Memoria

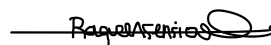
Se utilizan los flujos de caja para calcular distintos ratios económicos. En el presente proyecto se calcula el VAN y TIR. Para que sea viable, el $VAN > 0$ y el TIR poseer un valor superior a la tasa de actualización.

En este caso, el VAN es igual a 8.771.459,14 € y el TIR es igual a un 49% y el plazo de recuperación corresponde a 5 años. Por lo que se puede apreciar que la inversión es viable económicamente.

13. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

- Documento nº1: Memoria
 - Anejos a la memoria:
 - Anejo I. Antecedentes y objeto del proyecto
 - Anejo II. Proceso Productivo
 - Anejo III. Balance de Materia
 - Anejo IV. Balance de Energía
 - Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo
 - Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas
 - Anejo VII. Instalación Frigorífica
 - Anejo VIII. Instalación de Fontanería
 - Anejo X. Instalación de Saneamiento
 - Anejo XI. Sistema de Análisis de riesgos y control de puntos críticos
 - Anejo XII. Instalación de Iluminación
 - Anejo XIII. Instalación Eléctrica
 - Anejo XIV. Instalación de Protección contra Incendios
 - Anejo XV. Estudio económico
 - Anejo XVI. Bibliografía
- Documento nº2: Planos
- Documento nº3: Pliego de condiciones
- Documento nº4: Presupuesto
- Documento nº5: Estudio de Seguridad y Salud

En Huesca, a 13 de noviembre de 2020


Raquel Asensio López

Fdo. Raquel Asensio López

Graduada en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA
PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN
CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA
(ZARAGOZA)

ANEJOS A LA MEMORIA

Autor/es

Raquel Asensio López

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
2020

ÍNDICE

ANEJO I. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

ANEJO II. PROCESO PRODUCTIVO

ANEJO III. BALANCE DE MATERIA

ANEJO IV. BALANCE DE ENERGÍA

ANEJO V. CALDERA Y DEPÓSITO DE GASÓLEO

ANEJO VI. DIMENSIONADO DE EQUIPOS Y ZONAS

ANEJO VII. INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

ANEJO VIII. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

ANEJO X. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

ANEJO XI. SISTEMA DE ANÁLISIS DE RIESGOS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS

ANEJO XII. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

ANEJO XIII. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ANEJO XIV. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

ANEJO XV. ESTUDIO ECONÓMICO

ANEJO XVI. BIBLIOGRAFÍA

ANEJO I:

**ANTECEDENTES Y OBJETIVO
DEL PROYECTO**

Anejo I. Antecedentes y objeto del proyecto

ANEJO I. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

1. OBJETO DEL PROYECTO

El espárrago, que se cultiva en la zona de la Ribera del Ebro, está acogido bajo la Denominación Específica (D.O.) desde el año 1986 y a la Indicación Geográfica Protegida (I.G.P.) desde el año 1996, con el nombre ``Espárrago de Navarra``.

La zona de producción de espárragos amparados bajo esta denominación, está constituida por terrenos ubicados en Navarra, Aragón y La Rioja.

Conforme, con los requisitos exigidos por la legislación y las normas impuestas por el Consejo Regulador, el Espárrago de Navarra se comercializa fresco y en conserva.

En 2018, de acuerdo con los datos aportados por el Consejo Regulador I.G.P ``Espárrago de Navarra``, la superficie total cultivada fue de 1700 hectáreas con una producción de 4876 toneladas (Tm.). De las cuales, 4.472 Tm. se destinaron a producción de conservas y 404 Tm. a su comercialización en fresco. Finalmente, el producto certificado en conserva fue de 3.575 Tm. y en fresco de 181 Tm. Ya que de los 4876 Tm., 3.756 obtuvieron la certificación. En total hay 42 empresas inscritas, 5 comercializadores de producto fresco y 31 empresas de producción de conservas, todas ellas de producto certificado. Tal y como se puede observar en la Figura adjunta:

Tabla 1. *Datos aportados de producción por el Consejo Regulador I.G.P ``Espárrago de Navarra``*

Indicación Geográfica Protegida Espárrago de Navarra	2018
Superficie total (Ha.)	1.700
Nº de parcelas	1.955
Nº de agricultores	507
Producto entregado por agricultores inscritos (Tm.)	4.876
Producto acogible recepcionado en comercializadores inscritos (Tm.)	404
Producto acogible recepcionado en conserveras inscritas (Tm.)	4.472
Producto certificado (Tm.)	3.756
Producto certificado en fresco (Tm.)	181
Producto certificado en conserva (Tm.)	3.575

Anejo I. Antecedentes y objeto del proyecto

Empresas inscritas	42
Numero de comercializadores con producto certificado	5
Numero de conserveras con producto certificado	31

Concretamente, en la Comunidad Autónoma de Aragón se dedican al cultivo del Espárrago de Navarra, 6 localidades de Huesca y 36 de Zaragoza. De acuerdo con los datos obtenidos en la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos de 2019, en Aragón se cultivan alrededor de 20 hectáreas con una producción aproximada de 60.000 kg/anuales. Además, hay dos industrias inscritas dedicadas a la transformación y comercialización de dicho producto en la Provincia de Zaragoza.

Es necesaria la transformación de la cantidad de espárrago producida en las hectáreas cultivadas en Aragón, y en concreto en la Provincia de Zaragoza, con el objetivo de imponer la calidad del espárrago autóctono en el sector agroalimentario y mantener las hectáreas de cultivo. Para compensar la competencia entre el "Espárrago de Navarra" y las importaciones de Perú y China, donde los costes de producción son más baratos y, por lo tanto, el consumidor los encuentra en el mercado a un precio inferior. Después de que se produjera una enorme bajada en la renovación de las plantaciones de espárragos, los agricultores han decidido volver a plantar más. Entonces, en los últimos años, se ha producido un aumento de los cultivos de espárragos.

Por todo ello, la Cooperativa Ribera Del Ebro encarga la redacción del proyecto para analizar la viabilidad técnica y económica de la instalación.

La finalidad de dicho trabajo, es la realización y diseño de un proyecto técnico constructivo de una planta de elaboración de espárragos en conserva con una capacidad de transformación de 2.000 kg de espárragos/día.

ANEJO II:

PROCESO PRODUCTIVO

ANEJO II. PROCESO PRODUCTIVO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA	3
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	4
3.1. Recepción y almacenamiento de materias primas y envases.....	4
3.2. Corte y lavado	7
3.3. Escaldado	8
3.4. Enfriado	9
3.5. Pelado.....	10
3.6. Envasado	11
3.7. Dosificadoras	12
3.8. Precalentamiento.....	13
3.9. Cerrado.....	13
3.10. Esterilización.....	14
3.11. Enfriado.....	15
3.12. Almacenamiento.....	15
4. DIAGRAMA DE FLUJO.....	16

1. INTRODUCCIÓN

En cualquier proceso de fabricación de conservas de espárragos, se debe partir siempre de una materia prima de calidad. Con el objetivo de obtener un producto final, acogido a la Indicación Geográfica Protegida “Espárrago de Navarra”, con una coloración blanca, textura suave, con fibrosidad escasa o nula y un perfecto equilibrio en la suavidad de su amargor en el paladar.

Por ello, exigiremos a nuestros agricultores, tal y como se establece en el Reglamento de la Denominación Específica “Espárrago de Navarra”, que la recolección y el transporte del producto a los centros de transformación se realizarán con el mayor esmero procurando evitar la rotura y desecación de los turiones.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima principal en nuestro proceso de elaboración es el espárrago. Además, también usaremos como ingredientes el agua y la sal.

A nuestro proveedor de la materia prima principal, que son los agricultores inscritos en la IGP, les exigiremos una serie de parámetros de calidad. En esta fábrica en cuestión, la entrada de espárragos es diaria y directa del agricultor, a razón de 1450-1500 kg/día durante la época de cosecha del espárrago. Al trabajar durante 5 días a la semana, la cantidad de espárragos a procesar diaria será de 2000 kg/día.

El motivo por el cual entra la materia prima diariamente, se debe a las características de este producto. Ya que, es recomendable transformarlo cuanto antes. Como máximo puede ser almacenado en refrigeración durante un periodo de 3 días, aunque la IGP nos exige que como máximo sea 1 día. Sino se producirán alteraciones no deseables, que modificarán las cualidades organolépticas de nuestro producto final.

Las condiciones mínimas que deben reunir los espárragos, independientemente de la categoría, al entrar en la fábrica serán:

- Los turiones deben estar sanos, frescos, tiernos y recién recolectados de *Asparagus officinalis* L. de las variedades Argenteuil, Dariana, Desto, Cipres, Grolim, Junon, Steline y Thielim, para ser consumidos frescos o en conserva

Anejo II. Proceso Productivo

- Clasificados en: blancos, verdes, o blancos con cabeza verde o morada.
- Deben estar prácticamente exentos de tierra, barro o cualquier otro tipo de suciedad.
- Se excluirán aquellos con defectos de podredumbre o alteraciones que los hagan impropios para el consumo.
- Exentos de magulladuras, de ataques de roedores, insectos u otras plagas.
- Desprovistos de olores y sabores extraños.
- La longitud del espárrago debe ser superior, por lo menos, en 4 centímetros a la longitud del envase que vayamos a utilizar. Es decir, los productores podrán entregar turiones de hasta 22 centímetros de longitud. De este modo, eliminaremos la parte restante de mayor dureza. Porque el espárrago aumenta su lignificación desde la punta hacia la zona basal y la destinaremos para utilizarla como subproducto. Así, siempre obtendremos un producto menos fibroso.
- Desprovistos de humedad exterior, ya que, si el espárrago esta muy húmedo y la temperatura exterior es elevada, la contaminación inicial será alta.
- Firmes, pero no demasiado fibrosos.
- Enteros y, por lo tanto, con presencia de yemas, sino tienen no se considerarán espárragos los turiones desprovistos de ella.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

3.1. Recepción y almacenamiento de materias primas y envases

- **Materia prima vegetal:** La materia prima se recibirá en fábrica a granel por el propio agricultor, en cajas de plástico con las yemas y las puntas en la misma dirección. Pueden llegar del campo mezclados, o bien seleccionados en diferentes cajas, los de categoría primera y segunda. De todos modos, una vez que entren en la fábrica se efectuara un muestreo para determinar la cantidad de espárragos de categoría primera y segunda, e incluso eliminaremos aquellos espárragos que no sirvan en nuestro proceso de elaboración.

La diferenciación entre categoría primera y segunda es:

- Espárragos de categoría primera:
 - Con un diámetro superior a 12 mm.
 - Longitud máxima de unos 22 mm.

Anejo II. Proceso Productivo

- Deben tener la yema completamente blanca o ligeramente morada o verde.
- Prácticamente rectos.
- Libres de daños mecánicos o de insectos, salvo aquellos que puedan ser eliminados durante el proceso de elaboración, donde desaparecerán en la sección de pelado.
- o Espárragos de categoría segunda:
 - El resto de espárragos recepcionados, que cumplan con las condiciones mínimas.
 - Todos aquellos, que tengan un diámetro inferior a 12 mm. y superior a 6 mm., ya que los que posean un diámetro menor se considerará desperdicio.
 - Con una longitud máxima de 22 mm. y como máximo 1 cm. inferior a la del envase. Por ejemplo, todos aquellos que tengan una longitud inferior de 15 cm. se desecharán. Ya que la longitud de nuestros envases será de 16 cm. Siempre que estemos hablando de espárragos enteros.
 - Los que tengan las yemas ligeramente espigadas.
 - Los que tengan las yemas con una coloración verde, la longitud de esta zona suele variar mucho de unas a otras, se suelen aceptar aquellas que la longitud de verde no supere un tercio de la longitud total del turión en el momento de recepcionarlo en fábrica.
 - Aquellos que estén ligeramente torcidos, los que estén excesivamente torcidos los consideraremos desperdicio. Es difícil evaluar esta diferencia, entre "prácticamente rectos", "ligeramente torcidos" y "excesivamente torcidos". Su diferenciación, dependerá de la ley de oferta y demanda, es decir, de la necesidad que tengamos de comprar espárrago o la que tenga el agricultor de venderlo.
- o Desecharemos los espárragos que tengan:
 - Un diámetro inferior a 6 mm.
 - Yemas aplastadas o excesivamente espigadas.
 - La proporción de coloración verde sea superior a 1/3 de la longitud total del espárrago.

Anejo II. Proceso Productivo

- Aquellos que presenten magulladuras que sean irreparables.
- Todos aquellos que no cumplan con las condiciones mínimas exigidas.

Una vez realizada esta evaluación de la materia prima, junto con un muestreo significativo, aplicaremos los porcentajes de primera, segunda y desperdicio a todo el lote de espárragos.

A partir de aquí, el espárrago se intentará que vaya directamente a la línea de fabricación y en el caso de que no sea posible se almacenará en la cámara de refrigeración.

La materia prima se almacenará en refrigeración un máximo de 3 días. No se puede almacenar a temperatura ambiente, ya que el espárrago es un vegetal y, por lo tanto, tiene actividad metabólica en las horas siguientes a su recolección. Se cosechan en estado de desarrollo inmaduro, y los principales problemas post-recolección es que disminuye su calidad al aumentar su fibrosidad, se lignifica. Los espárragos, son productos con una alta tasa de actividad respiratoria, en refrigeración entre 0 a 2°C, el espárrago posee un calor de respiración 2,65 kcal/kg.día, en comparación con otros vegetales como la remolacha que posee un valor de 0,74 kcal/kg.día o la lechuga 0,93 kcal/kg.día.

Por ello, es recomendable su almacenamiento en refrigeración entre 2-4°C y a una Humedad relativa elevada entorno al 95% para evitar la deshidratación del producto. Y de este modo, disminuir su actividad respiratoria y, en consecuencia, reducir su lignificación.

- **Aditivos:** El cloruro sódico se compra en sacos de 25-30 kg y se almacenan en una habitación, separado de la materia prima y del producto terminado, de forma que los recipientes no contacten directamente con el suelo del almacén. Todos los aditivos y sus embalajes se mantendrán en las condiciones correctas para que el producto no se degrade.
- **Envases:** Los envases se reciben paletizados y retractilados. Se almacenan en el almacén de envases, el cual debe ser un lugar ventilado para evitar fenómenos de corrosión en los botes metálicos por condensación.

Anejo II. Proceso Productivo

Su almacenamiento, se realizará de forma que el embalaje de los envases se mantenga íntegro para evitar contaminaciones.

3.2. Corte y lavado

Los espárragos se colocan en unos cangilones sobre una cadena transportadora, entre uno a dos operarios se dedican a meterlos, con las puntas de las yemas hacia abajo. Los espárragos pasan por unos discos de cortes regulados a 20 cm. de la punta del espárrago, con la finalidad de quitarle entre 1 a 2 cm. de la base del espárrago. Esta zona a veces la cortan en el campo. Debe ser un corte recto y perpendicular al eje longitudinal. Ya que esa zona, además de ser la zona más lignificada, suele ser la más sucia. Esta parte una vez cortada, se evacua a unos recipientes para tirarla a la basura.

A continuación, los espárragos vuelven a pasar por otro disco de corte y quedan a la medida que estamos utilizando, que es de 16 cm. La parte sobrante o tallo, tiene dos cortes transversales limpios, y todos tienen la misma longitud.

El tallo sale hacia una línea Automática de elaboración. En esta línea se lava con agua, se le quitan las unidades de un diámetro inferior al que deseamos pelar, se escalda durante 4 minutos a 90°C. Se calibran por diámetros y automáticamente caen en las maquinas peladoras y ya pelados, a unos depósitos con agua para su posterior envasado. Una persona, puede envasar los tallos que se generen durante todo el proceso de producción.

Por otro lado, el espárrago que lo tenemos en los canjilones ya cortado y a medida del envase, con las yemas hacia abajo. En la zona de lavado, estos dan la vuelta en la máquina y quedan con las yemas hacia arriba.

El espárrago se lava por aspersión e inmersión. En primer lugar, lo pasamos por una zona de inmersión en agua con el objetivo de reblandecer las sustancias adheridas al espárrago, y a continuación pasa por una zona de duchas a presión, todo esto con las yemas hacia arriba. De este modo, se ha reblandecido la suciedad por inmersión y se ha terminado de lavar con agua a presión.

Una de las partes más difíciles de limpiar del espárrago son las yemas, ya que durante su crecimiento han tenido que atravesar la tierra y en sus brácteas pueden contener parte. Mediante este sistema de lavado nos aseguramos la completa eliminación de la misma y conseguimos un lavado completo.

Anejo II. Proceso Productivo

El lavado es una parte muy importante del proceso, ya que la mayoría de la contaminación por bacterias, procede de la tierra del cultivo y realizando un buen lavado conseguimos reducir una parte de la contaminación inicial del producto. La contaminación inicial, es un factor muy importante que tendremos en cuenta durante todo el proceso y nos va a repercutir, entre otros factores, en los tiempos de esterilización.

Una vez tenemos el espárrago cortado y lavado, procedemos a escaldarlo.

3.3. Escaldado

El escaldado, puede realizarse mediante dos sistemas, con vapor o sumergiéndolo en agua caliente.

Por un lado, el escaldado a vapor es mucho más rápido y, por lo tanto, más barato. Sin embargo, nosotros hemos elegido el escaldado por inmersión en agua caliente, ya que este escaldado tiene la ventaja de reducir la corrosión de los envases metálicos, porque elimina en mayor medida la cantidad de compuestos sulfurados.

El escaldado tiene varios objetivos, y consiste en someter al producto a un tratamiento térmico de poca intensidad para:

- Inactivar los enzimas para evitar o inhibir el pardeamiento del producto durante el proceso.
- Eliminar el aire ocluido en el vegetal, lo que luego derivará en la obtención de un mejor vacío de cabeza y en impedir reacciones de oxidación y corrosión en el interior del envase.
- Reblandecer el producto para facilitar su manipulación posterior.
- Eliminar la asparagina del producto, que es una sustancia natural presente en el espárrago en mayor o menor concentración y que le aporta un sabor amargo.

Otra de las ventajas de realizar el escaldado con agua, es que puede ser progresivo, cosa que con el vapor no podríamos hacer.

Los espárragos llegan en los cangilones con las puntas hacia arriba y se van sumergiendo en el agua, durante un tiempo. Al principio solamente se sumerge 1/3 de la parte del espárrago, que corresponde a la zona más alejada de la yema y por lo tanto más lignificada. Después, pasa a sumergirse durante otro tiempo 2/3 del espárrago y solamente

Anejo II. Proceso Productivo

al final del proceso se sumerge la totalidad del vegetal. Este proceso sucede a 90°C durante 4 minutos.

Este proceso se desarrolla por partes con la finalidad, de que la parte más lignificada y con mayor actividad enzimática, este sometida al tratamiento durante más tiempo y la yema mucho menos, al ser más delicada.

Con esto conseguimos que la textura del espárrago sea homogénea y la yema no este excesivamente blanda. Durante el proceso de elaboración, no se suele observar que la yema este demasiado blanda, ya que las manipulaciones del producto acabado suelen ser pocas y cuando se realizan son con cuidado. Pero este problema, aparece en los supermercados, cuando el consumidor va a comprar el producto. Ya que desde que el producto sale de la fábrica, las manipulaciones son numerosas y no siempre bien hechas. Cuando el consumidor ve el producto en la estantería, sobre todo en los casos de frascos, puede que encuentre muchas deposiciones de brácteas de las yemas en el fondo y en consecuencia rechace el producto.

Como he dicho anteriormente, el espárrago posee una elevada actividad respiratoria y metabólica, tras su recolección. Sufre unas transformaciones rápidas, crece, cambia de color, de sabor y se endurece o lignifica. Lo que ocurre, es que, en la epidermis del espárrago se lignifican los haces fibrovasculares. Esta actividad puede disminuirse al almacenarlo en refrigeración, pero para cesar este proceso la mejor opción es el escaldado.

La lignificación, es causada por reacciones enzimáticas, estas reacciones se aceleran con la luz y al ser cortado el vegetal. Por ello, se ha decidido pelarlo después de escaldarlo y no antes. Además, al pelarlo después el espárrago es más flexible y evitamos roturas.

3.4. Enfriado

Tras el escaldado, el espárrago se descarga de los cangilones y se deposita en una cinta transportadora, donde se enfría por medio de duchas de agua. En este proceso, una persona retira las unidades anómalas (puntas, trozos, espárragos rotos, torcidos, huecos...) que no sirvan para la producción de espárragos enteros. Las unidades retiradas, se utilizarán para la elaboración de yemas de espárrago o puntas y trozos.

Anejo II. Proceso Productivo

Estas unidades se retiran ahora, no antes, porque cualquier manipulación del espárrago fresco, sin escaldar, conlleva a roturas de materias prima y como consecuencia pérdida de dinero.

La cinta descarga sobre otra máquina con agua, con el objetivo de enfriar bien el espárrago, deteniendo el proceso de cocción y evitando el desarrollo de bacterias termófilas. Este tipo de bacterias son muy perjudiciales en las conservas. La máquina con agua, eleva posteriormente el espárrago hasta la maquina calibradora. Durante la elevación, el espárrago continúa sometido a duchas de agua.

3.5. Pelado

Una vez llega el vegetal a la máquina calibradora, en el primer tramo se separan los espárragos de menos de 9 mm. de diámetro, que son los comercializaremos como espárragos delgados. Los cortamos a la medida del envase entre 90 o 95 mm. y los envasamos.

Los espárragos de diámetro superior 9 mm. se calibran en 24 diámetros diferentes, con diferencias progresivas de 0,25 mm. y en otros casos de 0,50 mm.

La razón por la cual se realiza la separación en tantos calibres es:

- Aumentar la precisión en el pelado, aprovechando mucho más la materia prima.
- Facilitar la fase de envasado a los operarios. Entonces, convertimos la fase de envasado en algo sencillo.

De acuerdo con la Orden del 21 de noviembre de 1984 por la que se aprueban las normas de calidad para conservas vegetales, se establece que el calibrado de los espárragos de dividirá en diversos calibres:

- Extra grueso: Más de 19 mm. de diámetro.
- Muy grueso: De 14 a 19 mm. de diámetro.
- Grueso: De 11 a 14 mm. de diámetro.
- Medio: De 9 a 11 mm. de diámetro.
- Delgado: Menos de 9 mm. de diámetro.

Anejo II. Proceso Productivo

En función de la clasificación por diámetros, caen en una máquina alimentadora que se encarga de introducir unidad por unidad, en cada una de las máquinas peladoras, donde se les elimina mediante cuchillas la parte endurecida, dejando a los espárragos con la misma forma que tenían antes de ser pelados.

En aquellos casos, donde el espárrago este ligeramente torcido, pero aceptable, se pelará de forma manual. Así se desperdiciará la menor parte de materia prima posible. Posteriormente se devolverá al proceso de transformación, para ser envasado.

3.6. Envasado

En la parte posterior de cada máquina peladora, habrá un operario, dedicado a envasar el producto. En las que, para las denominaciones sobre el calibre de los espárragos (extra grueso, muy grueso, grueso, medio, delgado), se tendrá en cuenta una tolerancia máxima y mínima en el número de frutos.

Aunque se cumpla con la legislación, colocando en los envases espárragos con distintos calibres entre 14 y 19 mm. de diámetro, la presentación de cara al consumidor no es la deseable. Por lo tanto, con este sistema que llevamos a cabo en el proceso de selección por calibres conseguimos que los espárragos que contiene cada envase sean del mismo diámetro o con diferencias de décimas de milímetro, que son prácticamente inapreciables.

El espárrago se encuentra en la parte posterior de las máquinas peladoras, en unas bandejas de acero inoxidable con agua. Entonces, el operario cuenta un número determinado de espárragos con el mismo diámetro y la misma longitud. Por lógica, estos espárragos pesaran aproximadamente lo mismo. El responsable de fabricación, le indicará al operario el número de espárragos que debe introducir en cada envase.

Antes de colocar los espárragos en el envase de comercialización, se deberá comprobar que los envases cumplen con las condiciones higiénico-sanitarias exigidas. Además, el envase estará codificado, con el número de lote, para saber la denominación en almacén. Si hubiera cualquier problema con el producto acabado una vez comercializado, poder detectar el origen de la incidencia a través de número de lote y retirar, en caso necesario la partida. De este modo tener un registro de trazabilidad fiable a lo largo de todo nuestro proceso de producción.

Anejo II. Proceso Productivo

Una vez colocados los espárragos en el envase, el operario los coloca sobre una cinta transportadora que los lleva hasta el control de peso. Al mismo tiempo, esta cinta transportadora sirve de soporte en batería de las máquinas peladoras. En una dirección lleva los envases llenos al control de peso, y en otra paralela, evacua la piel que le hemos quitado al espárrago hacia el depósito de basura.

El control de peso de los envases, es un simple muestreo, ya que no sería preciso comprobar el peso de todos los envases, sino tomar muestras representativas de los distintos tipos.

3.7. Dosificadoras

Las dosificadoras, son el equipo que rellena los envases con el líquido de gobierno. En este paso, se juntan los diferentes envases que se estén elaborando, tanto tallos, como puntas, trozos, yemas y espárragos enteros.

El líquido de gobierno, esta constituido únicamente con sal (cloruro sódico) y agua. Con una relación de 2,5% de sal por cada 97,5 % de agua. En algunas conserveras añaden ácido cítrico, pero nosotros consideramos que no es necesario.

Los depósitos donde se mezclan los ingredientes suelen ser de acero inoxidable, tapados y provistos de un agitador, con el fin de homogeneizar la mezcla. Del depósito pasa el líquido de gobierno a la máquina dosificadora, donde se calienta a 60°C mediante una camisa de vapor. Como en todos los procesos en los que interviene la temperatura, tendremos un regulador para adicionar el líquido siempre a 60°C.

Tras la adición del líquido de gobierno procederemos a crear el ``espacio libre de cabeza''. Esto es el espacio que queda entre el líquido de gobierno y la tapa. Se podría realizar mientras se añade el líquido de gobierno o retirando el exceso a posteriori.

El espacio de cabeza, es necesario porque durante la esterilización, actúa como cámara de condensación de vapor y como espacio de expansión para permitir la dilatación del producto. Si no hubiera un espacio de cabeza, y sobrellenamos los envases, puede provocar que el tratamiento térmico aplicado resulte inferior al necesario. Además, si el envase esta más lleno, queda menor espacio para la agitación del producto y por ello, la transferencia de calor resulta diferente a la prevista. También se pueden originar grietas

Anejo II. Proceso Productivo

en las uniones del envase por el desplazamiento y aumento de tamaño del producto en el interior haciendo presión sobre las juntas.

3.8. Pre calentamiento

Tras adicionar a los envases el líquido de gobierno, pasan al precalentador. Esto consiste en calentar los envases mediante una camisa de vapor a una temperatura de 90°C, durante unos 6-8 minutos, dependiendo de la capacidad del envase.

Con esta etapa conseguimos:

- Eliminar el aire presente en el interior del envase, con el objetivo de disminuir la presión interna.
- Reducir las presiones internas durante el proceso de esterilización. Si se cierra el envase en frío, quedaría un espacio entre el líquido y la tapa con aire, el cual durante la esterilización aumentaría su presión en relación a la presión gobernante en el esterilizador, pudiendo llegar a producir deformaciones del envase y en el caso de envases de vidrio podría saltar la tapa.
- Producir un vacío parcial en el espacio de cabeza, de este modo conseguiremos que el fondo de la tapa se quede con una posición cóncava y si posteriormente pierde esta forma, será un indicio de posibles alteraciones en el producto. En el caso de los envases de vidrio, permite a mantener la adherida la tapa a la corona del frasco.
- Disminuir el tiempo de esterilización, hasta que el centro del envase alcanza la temperatura de régimen del autoclave.
- Generar dentro del envase unas condiciones anaerobias, lo cual dificulta el crecimiento y multiplicación de microorganismos aeróbicos.

3.9. Cerrado

Inmediatamente después del precalentado, los envases pasan a los equipos selladores o cerradores. Este cerrado deberá realizarse de forma rápida para conseguir un vacío adecuado que certifique la conservación y el buen aspecto interior de los envases esterilizados.

Anejo II. Proceso Productivo

3.10. Esterilización

El tratamiento térmico aplicado por excelencia en las conservas no ácidas ($\text{pH} > 4,5$) es la esterilización. En este caso, los envases se esterilizarán y se aplicarán distintos baremos de temperatura en función de la capacidad de los mismos en el autoclave.

Tras ser cerrados, los envases deberán esterilizarse lo antes posible, no se dejarán más de 30 minutos las canastillas a temperatura ambiente. Ya que, si la temperatura de los envases desciende alrededor de los 50°C , llevaría a diferencias significativas en los valores de esterilización en relación con los baremos previamente establecidos. Como consecuencia se pueden producir alteraciones de la conserva después de la esterilización.

Con el objetivo de controlar y registrar la temperatura durante el tratamiento térmico, se registrará la temperatura a través de un gráfico. Al finalizar el tratamiento se anotará en un registro: el número de lote, temperatura y tiempo. Pero de esto hablaremos más adelante en el Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos.

Si se trabaja con frascos de vidrio, cuando se vayan a colocar en las canastillas, se pondrá en cada una, unas láminas de nylon perforado. Con el objetivo de proteger las tapas y dejar circular el agua del autoclave durante el tratamiento térmico.

Esta etapa es la más importante en el proceso de elaboración del espárrago. Es un producto que tiene baja acidez y requiere de tratamientos más intensos mediante el uso del autoclave para garantizar su inocuidad del producto.

La razón por la cual, se necesita aplicar el proceso de esterilización es, principalmente, por la posible presencia de toxinas de *Clostridium botulinum* en el producto. La toxina botulínica genera la toxiinfección llamada "Botulismo", la cual afecta al sistema nervioso. De acuerdo con varios estudios, la cocción botulínica mínima tiene una $F_0=3$, calculado con un valor de $z=10^{\circ}\text{C}$. Esto significa, que en el centro del envase se debe alcanzar una temperatura de 121°C durante por lo menos tres minutos o un tratamiento térmico equivalente. Pueden sobrevivir bacterias termófilas, las cuales son resistentes a temperaturas elevadas. La presencia de estas bacterias se evitará mediante unas buenas prácticas higiénicas a lo largo de todo el proceso de elaboración, entre otras. Ya que, si se pretende eliminar este tipo de bacterias termófilas mediante el tratamiento térmico, se

Anejo II. Proceso Productivo

terminaría por destruir el producto al perder todas sus características sensoriales y organolépticas.

3.11. Enfriado

El proceso de enfriado se realiza con agua fría en el mismo autoclave hasta alcanzar una temperatura aproximada de 40°C, para evitar el posible desarrollo de microorganismos termófilos y que a la vez retengan el calor suficiente para secarse por si mismos y evitar el desarrollo de oxidaciones en los envases. Se establece un tiempo de enfriamiento entre 10-12 minutos y a una temperatura del agua medida en el termómetro aproximada de 40°C, para asegurar que los envases salen a esa temperatura.

El proceso de enfriamiento debe realizarse lo más rápido posible para controlar el tiempo de esterilización y evitar que la sobrecocción del producto, con la consiguiente alteración de consistencia y color.

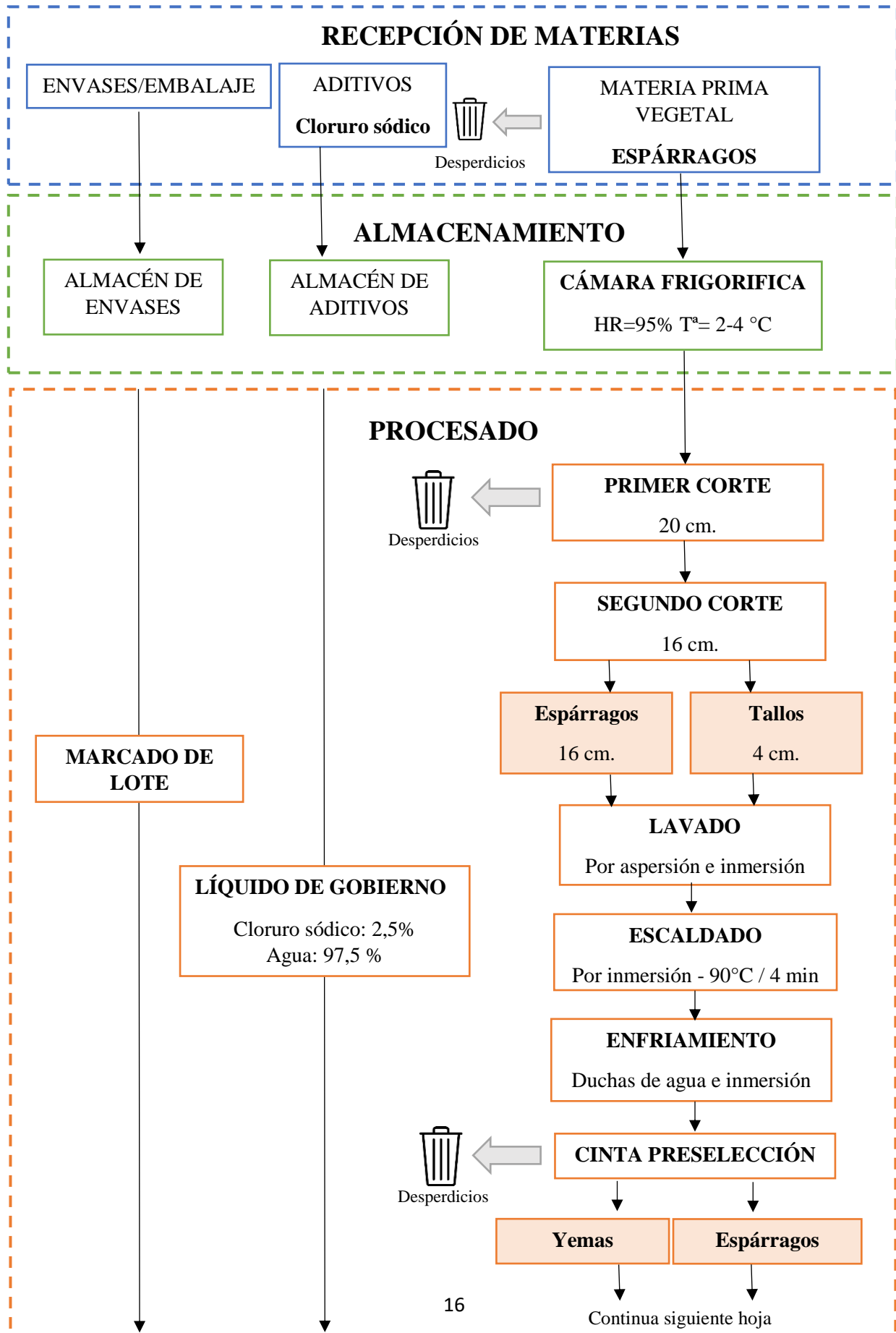
3.12. Almacenamiento

Una vez secos los envases se introducen en cajas de cartón. Estas cajas son paletizadas y cada pallet es identificado con una etiqueta en la que figura el producto, la fecha de fabricación, el número de jaula y el total de unidades. El espárrago recién elaborado es un producto muy blando y poco resistente a la manipulación y transporte. Por ello, todas estas operaciones se realizarán con cuidado, evitando dañar el producto. Se almacenarán por lo menos 30 días antes de comercializarlo. Los envases se etiquetarán automáticamente en función de los pedidos que se reciban.

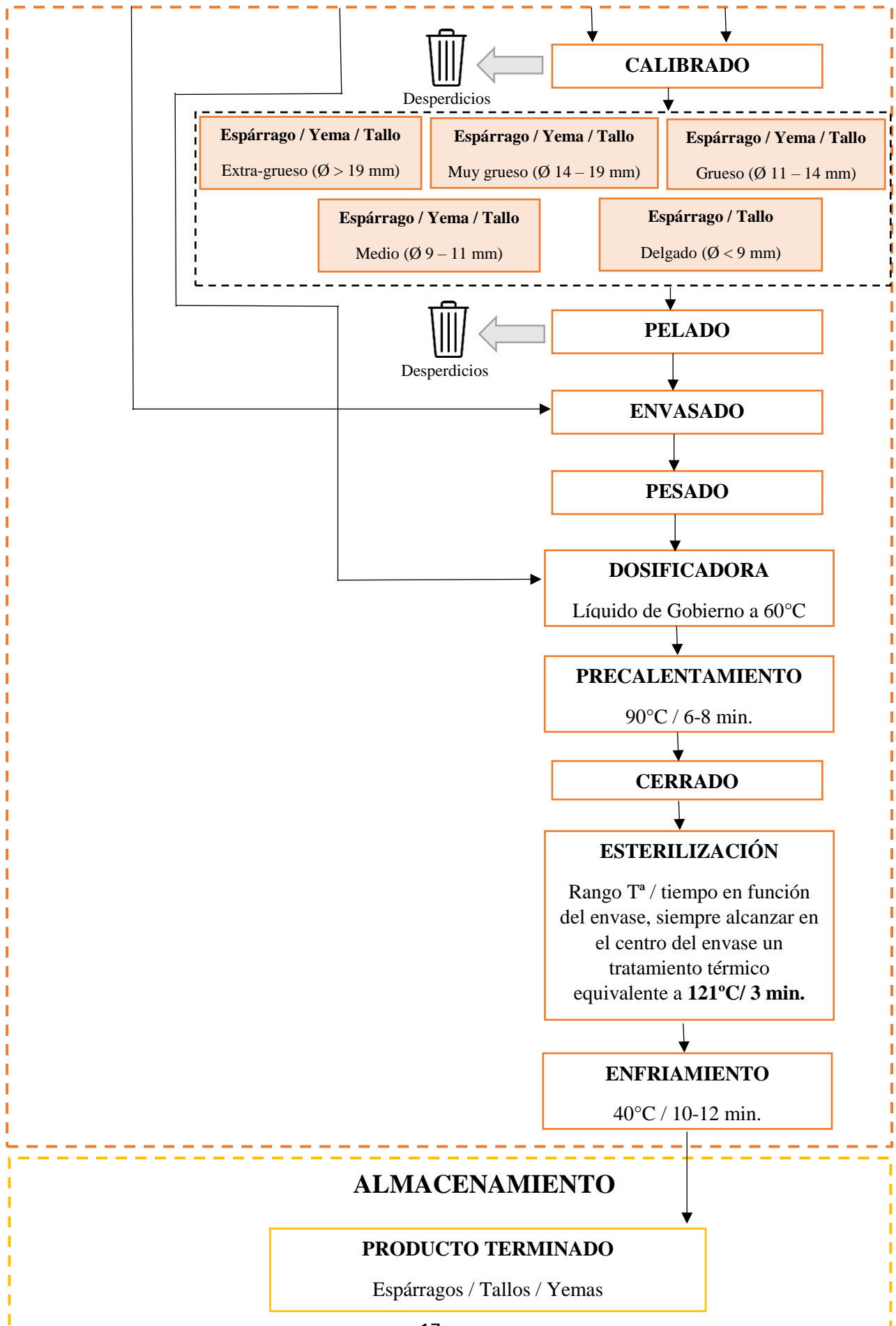
Los palets se ordenarán de forma que se pueda acceder fácilmente a los productos y se puedan expedir en primer lugar los lotes más antiguos. Debemos evitar las agitaciones, golpes... ya que modifican las condiciones internas de la relación envase-producto, aumentando las posibilidades de corrosión interna, las cuales pueden provocar alteraciones graves en el envase.

Se almacenarán en un lugar fresco y ventilado, con temperaturas inferiores a 25°C. Para evitar la acumulación de calor y humedad excesiva.

4. DIAGRAMA DE FLUJO



Anejo II. Proceso Productivo



ANEJO III:

BALANCE DE MATERIA

ANEJO III. BALANCE DE MATERIA

1. INTRODUCCIÓN	5
2. RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA VEGETAL.....	5
3. PRIMER CORTE: LIMPIEZA DE LA BASE DEL ESPÁRRAGO.....	6
4. SEGUNDO CORTE: OBTENCIÓN DEL ESPÁRRAGO Y TALLO.....	6
4.1. Balance a los tallos	6
4.2. Balance al espárrago entero	6
5. LAVADO POR INMERSIÓN Y ASPERSIÓN	7
6. ESCALDADO.....	7
7. CINTA PRESELECCIÓN	7
8. CALIBRADO DE LAS YEMAS.....	8
8.1. Calibre extra grueso (E-G).....	8
8.2. Calibre muy grueso (M-G)	8
8.3. Calibre grueso (G)	8
8.4. Calibre mediano (M).....	8
9. CALIBRADO Y PELADO DEL ESPÁRRAGO ENTERO.....	9
9.1. Espárrago Extra grueso (E-G).....	9
9.1.1. Calibrado espárrago extra grueso	9
9.1.2. Pelado espárrago extra grueso	9
9.2. Espárrago muy grueso (M-G).....	9
9.2.1. Calibrado espárrago muy grueso	9
9.2.2. Pelado espárrago muy grueso	9
9.3. Espárrago grueso (G).....	10
9.3.1. Calibrado espárrago grueso	10
9.3.2. Pelado espárrago grueso	10
9.4. Espárrago mediano (M)	10
9.4.1. Calibrado espárrago mediano	10

Anejo III. Balance de materia

9.4.2.	Pelado espárrago mediano	10
9.5.	Espárrago delgado (D)	10
9.5.1.	Calibrado espárrago delgado	11
10.	BALANCE DE LA SECCIÓN DE TALLOS	11
10.1.	Selección	11
10.2.	Lavado	11
10.3.	Escaldado	11
10.4.	Calibrado y pesado de los tallos	12
10.4.1.	Tallos extra gruesos (E-G)	12
10.4.2.	Tallos muy gruesos (M-G)	12
10.4.3.	Tallos gruesos (G)	12
10.4.4.	Tallos medianos (M)	13
10.4.5.	Tallos delgados (D)	13
11.	BALANCE DEL LÍQUIDO DE GOBIERNO	13
12.	CÁLCULOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CADENA AUTOMÁTICA A UTILIZAR	16
13.	TABLAS RESUMEN	19
13.1.	Tabla N.º 1. Cantidad de entrada de materia prima (kg/h) y salida de tallos, yemas y espárragos enteros de diferentes calibres a envasar	19
13.2.	Tabla N.º 2. Tabla resumen (kg/h) de la etapa de corte y corte a medida	19
13.3.	Tabla N.º 3. Tabla resumen (kg/h) de la etapa de lavado y escaldado	20
13.4.	Tabla N.º 4. Tabla resumen (kg/h) de la etapa de preselección	20
13.5.	Tabla N.º 5. Tabla resumen (kg/h) de la línea del espárrago entero	20
13.6.	Tabla N.º 6. Tabla resumen (kg/h) de la línea de tallos: selección, lavado y escaldado	20
13.7.	Tabla N.º 7. Tabla resumen (kg/h) de la línea de tallos: calibrado y pelado	21
13.8.	Tabla N.º 8. Tabla resumen (kg/h) de la línea de yemas	21
14.	ESQUEMAS DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN	22

Anejo III. Balance de materia

14.1.	Esquema 1: Línea general de procesado	22
14.2.	Esquema 2: Línea general tallos (1).....	23
14.3.	Esquema 3: Línea general tallos (2).....	24
14.4.	Esquema 4: Línea general espárragos	25
14.5.	Esquema 5: Línea general yemas	26

Anejo III. Balance de materia

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo, se va a detallar cuantitativamente la materia prima vegetal a procesar, los desperdicios que se generan y el rendimiento obtenido de producto final respecto a la cantidad inicial. Las estimaciones de cantidades en porcentaje de mermas, pérdidas o rendimientos de cada producto, han sido facilitadas por industrias dedicadas a la elaboración de este tipo de conservas.

2. RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA VEGETAL

En esta industria de transformación de vegetales, en concreto de espárragos, la entrada diaria de materia prima directa del agricultor es de aproximadamente 1450 kg/día.

El espárrago debe crecer debajo de la tierra y no recibir la luz del sol. Porque en el momento en que sobresale del surco en el que crece, la punta adquiere un color verde o violeta por el efecto de la luz solar, lo que hace que varíe su clasificación comercial. La recolección se efectúa de manera manual, abriendo un pequeño agujero en el surco y extrayendo el espárrago con cuidado para que no se rompa. Por ello, durante toda la época de recolección, la entrada de espárragos en la empresa será diaria, pero solo transformaremos entre semana.

Por lo tanto, la cantidad de materia prima a procesar será:

$$1450 \frac{kg}{día} \times \frac{7 \text{ días}}{1 \text{ semana}} \approx 10.000 \frac{kg}{semana} \text{ espárragos}$$

La jornada laboral en la fábrica será de 5 días a la semana y 8 horas diarias, la cantidad diaria de espárragos a procesar será de:

$$10.000 \frac{kg}{semana} \times \frac{1 \text{ semana}}{5 \text{ días laborales}} = 2000 \frac{kg}{día} \text{ espárragos}$$

$$2000 \frac{kg}{día} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas laborales}} = 250 \frac{kg}{hora} \text{ espárragos}$$

Anejo III. Balance de materia

3. PRIMER CORTE: LIMPIEZA DE LA BASE DEL ESPÁRRAGO

Se realiza este corte con el objetivo de eliminar 1-2 cm. de la base del espárrago, esta zona a veces no es necesario retirarla porque el agricultor ya la ha cortado en el campo. Es la zona más sucia y dura del espárrago.

De acuerdo con datos facilitados por distintas fábricas de conservas de espárragos, las pérdidas o mermas al cortar la base oscilan alrededor de un 22%:

$$250 \frac{kg}{hora} \times \frac{22 \text{ kg desperdicios}}{100 \text{ kg entrada espárrago}} = 55 \frac{kg}{hora} \text{ desperdicio}$$

$$250 \frac{kg}{hora} \times \frac{78 \text{ kg de espárrago cortado}}{100 \text{ kg entrada espárrago}} = 195 \frac{kg}{hora} \text{ espárrago cortado}$$

4. SEGUNDO CORTE: OBTENCIÓN DEL ESPÁRRAGO Y TALLO

Este segundo corte, sirve para obtener a medida idónea para poder envasar el espárrago y el tallo, tras ser procesado.

La longitud del espárrago será de aproximadamente 16 cm. y la del tallo de 4 cm.

4.1. Balance a los tallos

El tallo, se procesa en una línea a parte de los espárragos. Debido a su tamaño, se considera que es mejor procesarlo a parte. Según las estimaciones facilitadas por distintas empresas de fabricantes el promedio de tallos en la cadena es de un 20% aproximadamente.

$$195 \frac{kg}{hora} \times \frac{20 \text{ kg tallos}}{100 \text{ kg esp. cortado}} = 39 \frac{kg}{h} \text{ tallos}$$

4.2. Balance al espárrago entero

La cantidad de espárragos enteros a procesar y que siguen en la línea de procesado será de un 80%. Debido a que el promedio de tallos es del 20%.

$$195 \frac{kg}{hora} \times \frac{80 \text{ kg espárragos enteros}}{100 \text{ kg esp. cortado}} = 156 \frac{kg}{h} \text{ espárragos enteros}$$

5. LAVADO POR INMERSIÓN Y ASPERSIÓN

Como ya se reflejó en el anejo II, el lavado por inmersión y aspersion sirve principalmente para reducir la contaminación inicial del producto. Las mermas a lo largo de este procesado, son aproximadamente de un 2%.

$$156 \frac{kg}{hora} \text{ esp. enteros} \times \frac{2 \text{ kg suciedad}}{100 \text{ kg esp. cortado}} = 3,12 \frac{kg}{h} \text{ suciedad}$$

$$156 \frac{kg}{hora} \text{ esp. enteros} \times \frac{98 \text{ kg esp. entero limpio}}{100 \text{ kg esp. cortado}} = 152,88 \frac{kg}{h} \text{ esp. limpio}$$

6. ESCALDADO

El escaldado se realiza mediante una inmersión progresiva en agua caliente y con el espárrago entero sin pelar. De acuerdo con diversas estimaciones, las pérdidas o mermas son del 5%.

$$152,88 \frac{kg}{hora} \text{ esp. entero} \times \frac{5 \text{ kg de pérdidas aire - vapor}}{100 \text{ kg esp. limpio}} = 7,64 \frac{kg}{h} \text{ pérdidas}$$

$$152,88 \frac{kg}{hora} \text{ esp. enteros} \times \frac{95 \text{ kg esp. entero esc.}}{100 \text{ kg esp. limpio}} = 145,24 \frac{kg}{h} \text{ esp. escaldado}$$

7. CINTA PRESELECCIÓN

En la cinta preselección se separan de la línea de procesado principal las yemas y los espárragos no válidos. La relación estimada entre espárragos aptos, yemas y espárragos no válidos es de:

- Espárragos aptos: 98,5%
- Espárragos no válidos: 0,5%
- Yemas: 1%

Por lo tanto, las cantidades quedaran así:

$$145,24 \frac{kg}{h} \text{ esp. esc.} \times \frac{1 \text{ kg yemas}}{100 \text{ kg esp. esc.}} = 1,45 \frac{kg}{h} \text{ yemas}$$

Anejo III. Balance de materia

$$145,24 \frac{kg}{h} \text{ esp. esc.} \times \frac{0,5 \text{ kg esp. no válidos}}{100 \text{ kg esp. esc.}} = 0,73 \frac{kg}{h} \text{ yemas}$$

$$145,24 \frac{kg}{h} \text{ esp. esc.} \times \frac{98,5 \text{ kg esp. aptos}}{100 \text{ kg esp. esc.}} = 143,06 \frac{kg}{h} \text{ esp. aptos}$$

8. CALIBRADO DE LAS YEMAS

Tras preseleccionar y separar las yemas de los espárragos enteros, las yemas se calibran en función de su diámetro. Se ha estimado que tengan:

- Calibre extra grueso: 12%
- Calibre muy grueso: 36%
- Calibre grueso: 22%
- Calibre mediano: 30%

Las yemas no se pelan, por lo tanto, pasarán directamente al envasado tras ser divididas en función de su diámetro.

8.1. Calibre extra grueso (E-G)

$$1,45 \frac{kg}{h} \text{ yemas} \times \frac{12 \text{ kg yemas extra - grueso}}{100 \text{ kg yemas}} = 0,17 \frac{kg}{h} \text{ yemas E - G}$$

8.2. Calibre muy grueso (M-G)

$$1,45 \frac{kg}{h} \text{ yemas} \times \frac{36 \text{ kg yemas extra - grueso}}{100 \text{ kg yemas}} = 0,52 \frac{kg}{h} \text{ yemas M - G}$$

8.3. Calibre grueso (G)

$$1,45 \frac{kg}{h} \text{ yemas} \times \frac{22 \text{ kg yemas extra - grueso}}{100 \text{ kg yemas}} = 0,32 \frac{kg}{h} \text{ yemas G}$$

8.4. Calibre mediano (M)

$$1,45 \frac{kg}{h} \text{ yemas} \times \frac{30 \text{ kg yemas extra - grueso}}{100 \text{ kg yemas}} = 0,44 \frac{kg}{h} \text{ yemas M}$$

9. CALIBRADO Y PELADO DEL ESPÁRRAGO ENTERO

Como para las yemas, los espárragos también se calibran en función de su diámetro y los porcentajes empleados son estimaciones aportadas por diversos fabricantes. Dichas estimaciones podrían variar en función del año y de las exigencias de entrada de materia prima.

Una vez divididos por tamaños, se pelan. Para facilitar los cálculos en el pelado, estimamos una pérdida uniforme para todos calibres: Se aprovechará aproximadamente un 79% del espárrago que llegue a esta etapa del proceso y lo demás se eliminará, serán desperdicios. Por lo tanto, las mermas o pérdidas oscilan en un valor medio de un 21%.

9.1. Espárrago Extra grueso (E-G)

Estimamos que un 12% de los espárragos son extra gruesos ($\varnothing \geq 19$ mm.).

9.1.1. Calibrado espárrago extra grueso

$$143,06 \frac{kg}{h} \text{ esp. aptos} \times \frac{12 \text{ kg esp. } E - G}{100 \text{ kg esp. aptos}} = 17,17 \frac{kg}{h} \text{ esp. } E - G$$

9.1.2. Pelado espárrago extra grueso

$$17,17 \frac{kg}{h} \text{ esp. } E - G \times \frac{21 \text{ kg mermas}}{100 \text{ kg esp. } E - G} = 3,6 \frac{kg}{h} \text{ mermas}$$

$$17,17 \frac{kg}{h} \text{ esp. } E - G \times \frac{79 \text{ kg esp. pelado}}{100 \text{ kg esp. } E - G} = 13,57 \frac{kg}{h} \text{ esp. } E - G \text{ pelado}$$

9.2. Espárrago muy grueso (M-G)

Estimamos que un 30% de los espárragos son muy gruesos ($19 \leq \varnothing \leq 14$ mm.).

9.2.1. Calibrado espárrago muy grueso

$$143,06 \frac{kg}{h} \text{ esp. aptos} \times \frac{30 \text{ kg esp. } M - G}{100 \text{ kg esp. aptos}} = 42,92 \frac{kg}{h} \text{ esp. } M - G$$

9.2.2. Pelado espárrago muy grueso

$$42,92 \frac{kg}{h} \text{ esp. } M - G \times \frac{21 \text{ kg mermas}}{100 \text{ kg esp. } M - G} = 9,01 \frac{kg}{h} \text{ mermas}$$

$$42,92 \frac{kg}{h} \text{ esp. } M - G \times \frac{79 \text{ kg esp. pelado}}{100 \text{ kg esp. } M - G} = 33,91 \frac{kg}{h} \text{ esp. } M - G \text{ pelado}$$

9.3. Espárrago grueso (G)

Estimamos que un 20% de los espárragos son gruesos ($14 \leq \emptyset \leq 11$ mm.).

9.3.1. Calibrado espárrago grueso

$$143,06 \frac{kg}{h} \text{ esp. aptos} \times \frac{20 \text{ kg esp. } G}{100 \text{ kg esp. aptos}} = 28,61 \frac{kg}{h} \text{ esp. } G$$

9.3.2. Pelado espárrago grueso

$$28,61 \frac{kg}{h} \text{ esp } G \times \frac{21 \text{ kg mermas}}{100 \text{ kg esp. } G} = 6,00 \frac{kg}{h} \text{ mermas}$$

$$28,61 \frac{kg}{h} \text{ esp. } G \times \frac{79 \text{ kg esp. pelado}}{100 \text{ kg esp. } G} = 22,61 \frac{kg}{h} \text{ esp. } G \text{ pelado}$$

9.4. Espárrago mediano (M)

Estimamos que un 25% de los espárragos son medianos ($11 \leq \emptyset \leq 9$ mm.).

9.4.1. Calibrado espárrago mediano

$$143,06 \frac{kg}{h} \text{ esp. aptos} \times \frac{25 \text{ kg esp. } M}{100 \text{ kg esp. aptos}} = 35,77 \frac{kg}{h} \text{ esp. } M$$

9.4.2. Pelado espárrago mediano

$$35,77 \frac{kg}{h} \text{ esp } M \times \frac{21 \text{ kg mermas}}{100 \text{ kg esp. } M} = 7,51 \frac{kg}{h} \text{ mermas}$$

$$35,77 \frac{kg}{h} \text{ esp. } M \times \frac{79 \text{ kg esp. pelado}}{100 \text{ kg esp. } M} = 28,26 \frac{kg}{h} \text{ esp. } M \text{ pelado}$$

9.5. Espárrago delgado (D)

Estimamos que un 13% de los espárragos son delgados ($\emptyset < 9$ mm.). Estos espárragos al tener un diámetro pequeño, no se pelan.

9.5.1. Calibrado espárrago delgado

$$143,06 \frac{kg}{h} \text{ esp. aptos} \times \frac{13 \text{ kg esp. D}}{100 \text{ kg esp. aptos}} = 18,60 \frac{kg}{h} \text{ esp. D}$$

10. BALANCE DE LA SECCIÓN DE TALLOS

10.1. Selección

Normalmente la relación entre tallos válidos y no validos es de:

- Tallos válidos: 98,5 %
- Tallos no válidos: 1,5 %

$$39 \frac{kg}{h} \text{ tallos} \times \frac{1,5 \text{ kg de tallos no válidos}}{100 \text{ kg tallos}} = 0,58 \frac{kg}{h} \text{ tallos no válidos}$$

$$39 \frac{kg}{h} \text{ tallos} \times \frac{98,5 \text{ kg de tallos válidos}}{100 \text{ kg tallos}} = 38,42 \frac{kg}{h} \text{ tallos válidos}$$

10.2. Lavado

Las pérdidas por lavado se estiman entorno a un 2%.

$$38,42 \frac{kg}{h} \text{ tallos válidos} \times \frac{2 \text{ kg suciedad}}{100 \text{ kg tallos válidos}} = 0,77 \frac{kg}{h} \text{ suciedad}$$

$$38,42 \frac{kg}{h} \text{ tallos válidos} \times \frac{98 \text{ kg tallos limpios}}{100 \text{ kg tallos válidos}} = 37,65 \frac{kg}{h} \text{ tallos limpios}$$

10.3. Escaldado

Las pérdidas por escaldado se estiman entrono a un 5%.

$$37,65 \frac{kg}{hora} \text{ tallo limpio} \times \frac{5 \text{ kg pérdidas aire - vapor}}{100 \text{ kg tallo limpio}} = 1,88 \frac{kg}{h} \text{ de pérdidas}$$

$$37,65 \frac{kg}{hora} \text{ tallo limpio} \times \frac{95 \text{ kg tallo esc.}}{100 \text{ kg tallo limpio}} = 35,77 \frac{kg}{h} \text{ tallo escaldado}$$

10.4. Calibrado y pesado de los tallos

Los porcentajes de diámetros de los tallos, como en los anteriores casos para las yemas y espárragos, han sido facilitados por los fabricantes.

Respecto al pelado, la cantidad porcentual de pérdidas o mermas es la misma que para los espárragos.

10.4.1. Tallos extra gruesos (E-G)

10.4.1.1. Calibrado tallos extra gruesos

$$35,77 \frac{kg}{h} \text{ tallo esc.} \times \frac{14 \text{ kg tallo E - G}}{100 \text{ kg tallo esc.}} = 5,01 \frac{kg}{h} \text{ tallo E - G}$$

10.4.1.2. Pelado tallos extra gruesos

$$5,01 \frac{kg}{h} \text{ tallo E - G} \times \frac{21 \text{ kg mermas}}{100 \text{ kg tallo E - G}} = 1,05 \frac{kg}{h} \text{ mermas}$$

$$5,01 \frac{kg}{h} \text{ tallo E - G} \times \frac{79 \text{ kg tallo E - G pelado}}{100 \text{ kg tallo E - G}} = 3,96 \frac{kg}{h} \text{ tallo E - G pelado}$$

10.4.2. Tallos muy gruesos (M-G)

10.4.2.1. Calibrado tallos muy gruesos

$$35,77 \frac{kg}{h} \text{ tallo esc.} \times \frac{30 \text{ kg tallo M - G}}{100 \text{ kg tallo esc.}} = 10,73 \frac{kg}{h} \text{ tallo M - G}$$

10.4.2.2. Pelado tallos muy gruesos

$$10,73 \frac{kg}{h} \text{ tallo M - G} \times \frac{21 \text{ kg mermas}}{100 \text{ kg tallo M - G}} = 2,25 \frac{kg}{h} \text{ mermas}$$

$$10,73 \frac{kg}{h} \text{ tallo M - G} \times \frac{79 \text{ kg tallo M - G pelado}}{100 \text{ kg tallo M - G}} = 8,48 \frac{kg}{h} \text{ tallo M - G pelado}$$

10.4.3. Tallos gruesos (G)

10.4.3.1. Calibrado tallos gruesos

$$35,77 \frac{kg}{h} \text{ tallo esc.} \times \frac{19,5 \text{ kg tallo G}}{100 \text{ kg tallo esc.}} = 6,975 \frac{kg}{h} \text{ tallo G}$$

10.4.3.2. Pelado tallos gruesos

$$6,975 \frac{kg}{h} \text{ tallo G} \times \frac{21 kg \text{ mermas}}{100 kg \text{ tallo G}} = 1,465 \frac{kg}{h} \text{ mermas}$$

$$6,975 \frac{kg}{h} \text{ tallo G} \times \frac{79 kg \text{ tallo G pelado}}{100 kg \text{ tallo G}} = 5,51 \frac{kg}{h} \text{ tallo G pelado}$$

10.4.4. Tallos medianos (M)

10.4.4.1. Calibrado tallos medianos

$$35,77 \frac{kg}{h} \text{ tallo esc.} \times \frac{24 kg \text{ tallo M}}{100 kg \text{ tallo esc.}} = 8,59 \frac{kg}{h} \text{ tallo M}$$

10.4.4.2. Pelado tallos medianos

$$8,585 \frac{kg}{h} \text{ tallo M} \times \frac{21 kg \text{ mermas}}{100 kg \text{ tallo M}} = 1,81 \frac{kg}{h} \text{ mermas}$$

$$8,585 \frac{kg}{h} \text{ tallo M} \times \frac{79 kg \text{ tallo M pelado}}{100 kg \text{ tallo M}} = 6,78 \frac{kg}{h} \text{ tallo M pelado}$$

10.4.5. Tallos delgados (D)

Los tallos delgados no se pelan.

10.4.5.1. Calibrado tallos delgados

$$35,77 \frac{kg}{h} \text{ tallo esc.} \times \frac{12,5 kg \text{ tallo D}}{100 kg \text{ tallo esc.}} = 4,47 \frac{kg}{h} \text{ tallo D}$$

11. BALANCE DEL LÍQUIDO DE GOBIERNO

El líquido de gobierno, es una solución acuosa, formulada únicamente por dos componentes:

- Agua: 97,5 %
- Cloruro sódico: 2,5 %

Esta proporción se añade a todos los tipos de envasados de espárragos que generemos (yemas, tallos y espárragos enteros). En la siguiente tabla relacionamos el formato (kg),

Anejo III. Balance de materia

la capacidad de la latas (ml.), el peso neto (gramos), el peso escurrido (gramos) y la cantidad de líquido de gobierno (ml.):

Tabla 2. Cantidad de líquido de gobierno por envase.

Formato	Capacidad (ml.)	Peso neto (g)	Peso escurrido (P.E.) (g)	Cantidad de líquido de gobierno (ml.)
Espárrago entero (1 kg)	850	780	500	280
Tallo (1 kg)	850	780	500	280
Yemas (1/4 kg)	212,5	195	125	70

Tal y como se observa en la tabla adjunta, todos los formatos contienen la misma cantidad de líquido en relación a la cantidad de espárragos. Por lo tanto, la cantidad a adicionar de líquido de gobierno depende del formato del envase (1 kg, ½ kg o ¼ kg) y no del tipo de producto (yemas, tallos y espárragos enteros).

Para calcular la cantidad de líquido de gobierno a elaborar, debemos saber la cantidad de producto total que tenemos:

- Yemas:
 - Calibre extra grueso: 0,17 kg/h
 - Calibre muy grueso: 0,52 kg/h
 - Calibre grueso: 0,32 kg/h
 - Calibre mediano: 0,44 kg/h
 - **Total de yemas: 1,45 kg/h**
- Tallo:
 - Calibre extra grueso: 3,96 kg/h
 - Calibre muy grueso: 8,48 kg/h
 - Calibre grueso: 5,51 kg/h
 - Calibre mediano: 6,78 kg/h
 - Calibre delgado: 4,47 kg/h
 - **Total de tallos: 29,2 kg/h**

Anejo III. Balance de materia

- Espárrago entero:
 - Calibre extra grueso: 13,57 kg/h
 - Calibre muy grueso: 33,91 kg/h
 - Calibre grueso: 22,612 kg/h
 - Calibre mediano: 28,25 kg/h
 - Calibre delgado: 18,60 kg/h
- **Total de espárragos enteros: 116,945 kg/h**

El total de materia (yemas, tallos y espárragos) a envasar será de:

Total materia: 1,45 + 29,2 + 116,945 = 147,595 kg/h = 147.595 g/h

Por lo tanto, de 250 kg/h de materia prima vegetal se obtiene 147,595 kg/h de producto envasado. La diferencia entre ambos corresponderá a las mermas o pérdidas. El porcentaje de producto que se desecha es de:

$$\frac{250 \frac{kg}{h} \text{ mat. prima} - 147,595 \frac{kg}{h} \text{ producto}}{250 \frac{kg}{h} \text{ mat. prima}} \times 100 = 40,96 \% \text{ desecha o mermas}$$

De acuerdo con los datos de la tabla anterior, se calcula la cantidad de líquido de gobierno necesaria para envases de formato de 1 kg. Sería lo mismo calcular las necesidades de líquido de gobierno para otro formato de ½ o ¼ kg.

$$780 \text{ g Peso Neto} - 500 \text{ g Peso Ecurrido} = 280 \text{ g de líquido de gobierno}$$

Para los 147.595 g/h de producto a envasar, se requiere:

$$147.595 \frac{g}{h} \text{ de producto} \times \frac{280 \text{ g de líq. de gobierno}}{500 \text{ g de producto}} = 82.653,2 \frac{g}{h} \text{ de líq. de gobierno}$$

Es importante añadir el líquido de gobierno en exceso:

- Para evitar que se ocluya el aire durante la dosificación. Se adiciona el líquido de gobierno sobre las pareces del envase, entonces algo puede caer fuera.
- Porque al sacar la lata de máquina dosificadora, puede gotear y perderse parte del líquido.
- El líquido se puede evaporar, desde su adición hasta el cierre del envase.

De acuerdo con datos facilitados por las fábricas de conservas, se suele añadir un 5% de líquido de gobierno en exceso.

Anejo III. Balance de materia

$$82.653,2 \frac{g}{h} \text{ de líq. gob.} \times \frac{5 g \text{ líq. gob. exceso}}{100 g \text{ líq. de gob.}} = 4132,66 \frac{g}{h} \text{ líq. gob. exceso}$$

La cantidad de líquido de gobierno añadida en exceso es de 4132,66 g/h.

El total de líquido de gobierno a añadir:

$$82.653,2 \frac{g}{h} \text{ de líq. gob.} + 4132,66 \frac{g}{h} \text{ líq. gob. exceso} = 86.785,86 \frac{g}{h} \text{ líq. gob.}$$

Para saber la cantidad de líquido de gobierno en l/h se debe utilizar la composición del líquido y la densidad de los dos componentes:

- Agua: 97,5% y su densidad es 1 g/cm³
- NaCl: 2,5% y su densidad es 2,163 g/cm³

La densidad del líquido de gobierno es:

$$d_{\text{líq. gobierno}} = \frac{97,5 g \text{ agua}}{100 g \text{ líquido}} \times 1 \frac{g}{\text{cm}^3} + \frac{2,5 g \text{ NaCl}}{100 g \text{ líquido}} \times 2,163 \frac{g}{\text{cm}^3} = 1,0291 \frac{g}{\text{cm}^3}$$

$$d_{\text{líq. gobierno}} = 1,0291 \frac{g}{\text{cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 l} = 1029,1 \frac{g}{l}$$

La cantidad de líquido de gobierno en l/h es:

$$86.785,86 \frac{g}{h} \text{ líq. gob.} \times \frac{1 \text{ litro}}{1029,1 \frac{g}{l}} = 84,33 \frac{l}{h} \text{ líq. gob.}$$

Sabiendo la cantidad de líquido de gobierno necesaria y la materia a envasar, calculamos los kg/h totales envasados:

$$147,595 \frac{kg}{h} \text{ de producto} + 86,785 \frac{kg}{h} \text{ líq. gob.} = 234,38 \frac{kg}{h} \text{ totales envasados}$$

Entonces la cantidad total de materia vegetal (espárragos enteros, yemas y tallos) y líquido de gobierno a envasar es de 234,38 kg/h.

12. CÁLCULOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CADENA AUTOMÁTICA A UTILIZAR

Para saber el tipo de cadena automática a utilizar en el procesado de los espárragos, debemos calcular la cantidad total de espárragos en unidades, en función de los diámetros y la cantidad que se introduce en cada envase.

Anejo III. Balance de materia

Para realizar los cálculos recurrimos a la siguiente tabla:

Tabla 3. Denominación y diámetros.

Denominación calibre	Diámetro del espárrago (mm.)	Número de espárragos por bote (P.E. 500 g)
Extra grueso	Más de 19 mm.	13-16
Muy grueso	De 14 a 19 mm.	17-24
Grueso	De 11 a 14 mm.	25-34
Mediano	De 9 a 11 mm.	35-44
Delgado	Menos de 9 mm.	45-60

Se han hecho los cálculos respecto a un peso escurrido de 500 gramos de espárragos. Esto no indica que solo comercialicemos este tipo de envase con esta cantidad de 500 g. Ya que, por ejemplo, en el caso de los espárragos delgados normalmente trabajemos con cantidades inferiores de peso. Esto sirve para realizar los cálculos y decidir la cadena a utilizar para su procesado.

A la hora de realizar los cálculos para el número de espárragos por bote o envase, se ha tomado el valor máximo para cada tipo. Además, resulta importante recalcar que se puede fijar con exactitud el número de espárragos a introducir por envase porque con este sistema se obtiene en cada calibre espárragos de igual diámetro y longitud. Por ello, aproximadamente todos los que tengan igual calibre tendrán el mismo peso.

A continuación, se reflejan los cálculos necesarios, mediante reglas de tres, para obtener la cantidad de espárragos por minuto a procesar:

- **Extra grueso:**

- Producción: 13,744 kg/h = 13.744 g/h

$$500 \text{ g} \rightarrow 16 \text{ espárragos}$$
$$13.744 \frac{\text{g}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \rightarrow x \text{ espárragos}$$
$$x = 7,33 \approx 7 \frac{\text{espárragos}}{\text{minuto}}$$

- **Muy grueso:**

- Producción: 34,432 kg/h = 34.432 g/h

Anejo III. Balance de materia

$$500 \text{ g} \rightarrow 24 \text{ espárragos}$$
$$34.432 \frac{\text{g}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \rightarrow x \text{ espárragos}$$
$$x = 27,54 \approx 28 \frac{\text{espárragos}}{\text{minuto}}$$

- **Grueso:**

- Producción: 22,93 kg/h = 22.930 g/h

$$500 \text{ g} \rightarrow 34 \text{ espárragos}$$
$$22.930 \frac{\text{g}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \rightarrow x \text{ espárragos}$$
$$x = 25,98 \approx 26 \frac{\text{espárragos}}{\text{minuto}}$$

- **Mediano:**

- Producción: 28,690 kg/h = 28.690 g/h

$$500 \text{ g} \rightarrow 44 \text{ espárragos}$$
$$28.690 \frac{\text{g}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \rightarrow x \text{ espárragos}$$
$$x = 42,07 \approx 42 \frac{\text{espárragos}}{\text{minuto}}$$

- **Delgado:**

- Producción: 18,60 kg/h = 18600 g/h

$$500 \text{ g} \rightarrow 60 \text{ espárragos}$$
$$18600 \frac{\text{g}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} \rightarrow x \text{ espárragos}$$
$$x = 37,2 \approx 37 \frac{\text{espárragos}}{\text{minuto}}$$

Total, de espárragos por minuto:

$$7 + 28 + 26 + 42 + 37 = 140 \text{ espárragos/minuto}$$

Como se producen 140 espárragos por minuto, la cadena automática elegida es la que procesa entre 200/250 espárragos por minuto. La capacidad a procesar de esta cadena es superior a la cantidad de materia prima que se procesa por minuto en la fábrica. La razón por la cual se sobredimensiona esta cadena de procesado es que a veces se podría dar la situación llegar a procesar una cantidad superior a 140 espárragos/minutos, por ejemplo en el caso de que se produzcan posibles averías y obliguen a procesar posteriormente mayores cantidades de producto o que aumenten las entradas diarias de materia prima.

Anejo III. Balance de materia

A continuación, se van a construir unas tablas resumen donde se muestran los kg/h que pasan por las distintas secciones de la cadena de procesado. Estas tablas resumen, nos ayudarán a calcular el balance de energía.

13. TABLAS RESUMEN

13.1. Tabla N.º 1. Cantidad de entrada de materia prima (kg/h) y salida de tallos, yemas y espárragos enteros de diferentes calibres a envasar

Entrada de Materia Prima (sin pelar, ni escaldar)			Espárragos enteros	Tallos	Yemas
				143,06 kg/h	39 kg/h
Calibres a envasar: Salida de yemas, espárragos y tallos		E-G.	13,57 kg/h	3,96 kg/h	0,17 kg/h
		M-G.	33,91 kg/h	8,48 kg/h	0,52 kg/h
		G.	22,61 kg/h	5,52 kg/h	0,32 kg/h
		M.	28,25 kg/h	6,78 kg/h	0,44 kg/h
		D.	18,60 kg/h	4,47 kg/h	-

E-G.: Extra grueso

M-G.: Muy grueso

G.: Grueso

M.: Mediano

D.: Delgado

13.2. Tabla N.º 2. Tabla resumen (kg/h) de la etapa de corte y corte a medida

Cantidad inicial de Materia Prima	Primer corte		Segundo corte	
	Espárrago cortado (≈ 22 cm.)	Desperdicio (≈ 2 cm.)	Espárrago Entero (16 cm.)	Tallos (4 cm.)
250 kg/h	195 kg/h	55 kg/h	156 kg/h	39 kg/h

Anejo III. Balance de materia

13.3. Tabla N.º 3. Tabla resumen (kg/h) de la etapa de lavado y escaldado

Cantidad de espárragos	Lavado		Escaldado	
	Espárrago Limpio	Suciedad	Espárrago escaldado	Pérdidas aire-vapor
156 kg/h	152,88 kg/h	3,12 kg/h	145,24 kg/h	7,64 kg/h

13.4. Tabla N.º 4. Tabla resumen (kg/h) de la etapa de preselección

Cinta preselección	Espárrago válido	Espárrago no válido (Desechos)	Yemas
145,24 kg/h	143,06 kg/h	0,726 kg/h	1,45 kg/h

13.5. Tabla N.º 5. Tabla resumen (kg/h) de la línea del espárrago entero

Calibres	Calibrado	Pelado	
		Espárrago pelado	Desperdicio
Extra grueso	17,17 kg/h	13,57 kg/h	3,60 kg/h
Muy Grueso	42,92 kg/h	33,91 kg/h	9,01 kg/h
Grueso	28,61 kg/h	22,61 kg/h	6,00 kg/h
Mediano	35,77 kg/h	28,25 kg/h	7,51 kg/h
Delgado	18,60 kg/h	-	-

13.6. Tabla N.º 6. Tabla resumen (kg/h) de la línea de tallos: selección, lavado y escaldado

Cantidad de tallos	Selección		Lavado		Escaldado	
	Válidos	No válidos	Tallo limpio	Suciedad	Tallo escaldado	Aire - Vapor
39 kg/h	38,42 kg/h	0,58 kg/h	37,65 kg/h	0,77 kg/h	35,77 kg/h	1,88 kg/h

Anejo III. Balance de materia

13.7. Tabla N.º 7. Tabla resumen (kg/h) de la línea de tallos: calibrado y pelado

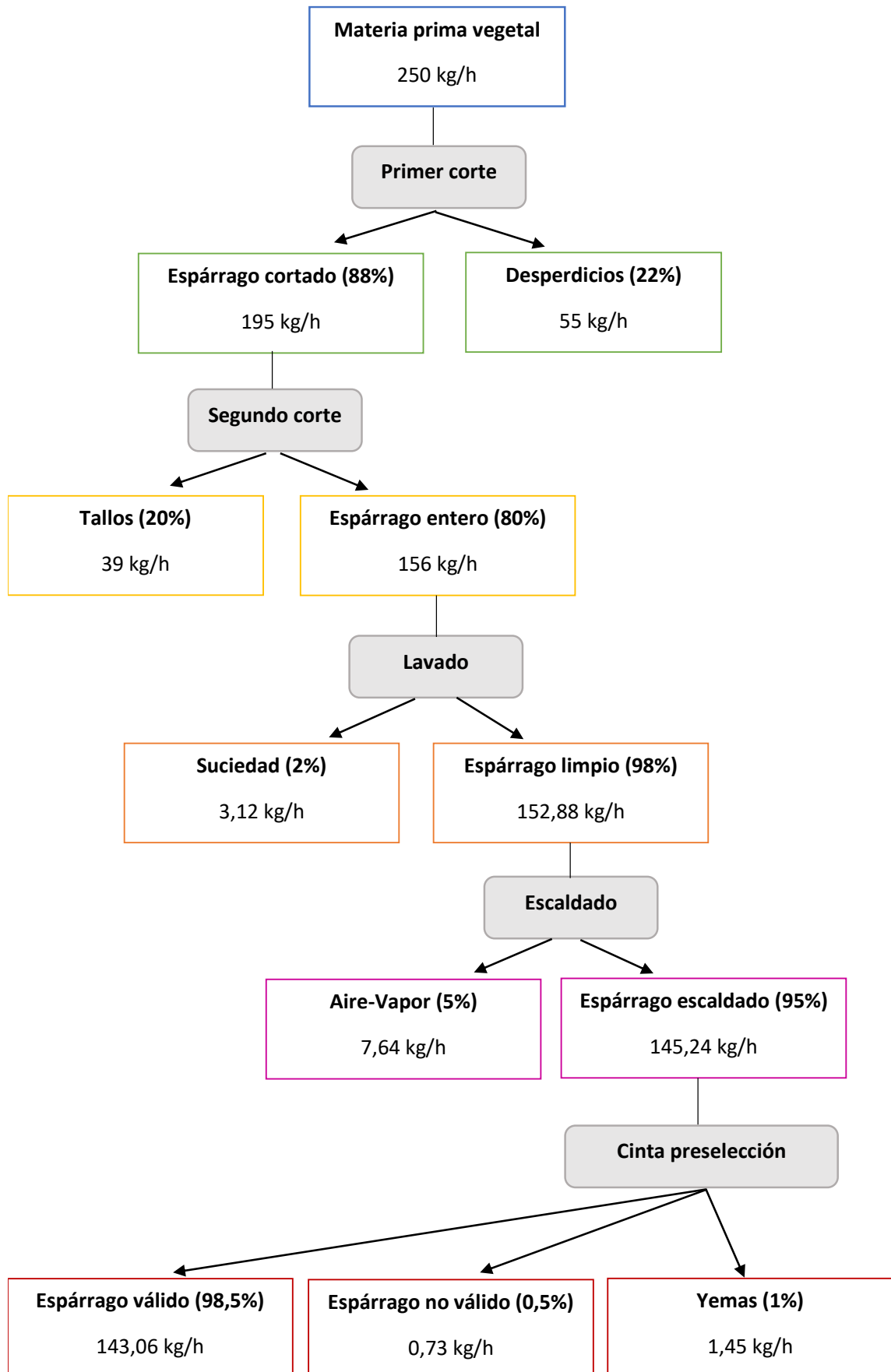
Calibres	Calibrado	Pelado	
		Tallo pelado	Desperdicio
Extra grueso	5,01 kg/h	3,96 kg/h	1,05 kg/h
Muy Grueso	10,73 kg/h	8,48 kg/h	2,25 kg/h
Grueso	6,98 kg/h	5,51 kg/h	1,47 kg/h
Mediano	8,59 kg/h	6,78 kg/h	1,81 kg/h
Delgado	4,47 kg/h	-	-

13.8. Tabla N.º 8. Tabla resumen (kg/h) de la línea de yemas

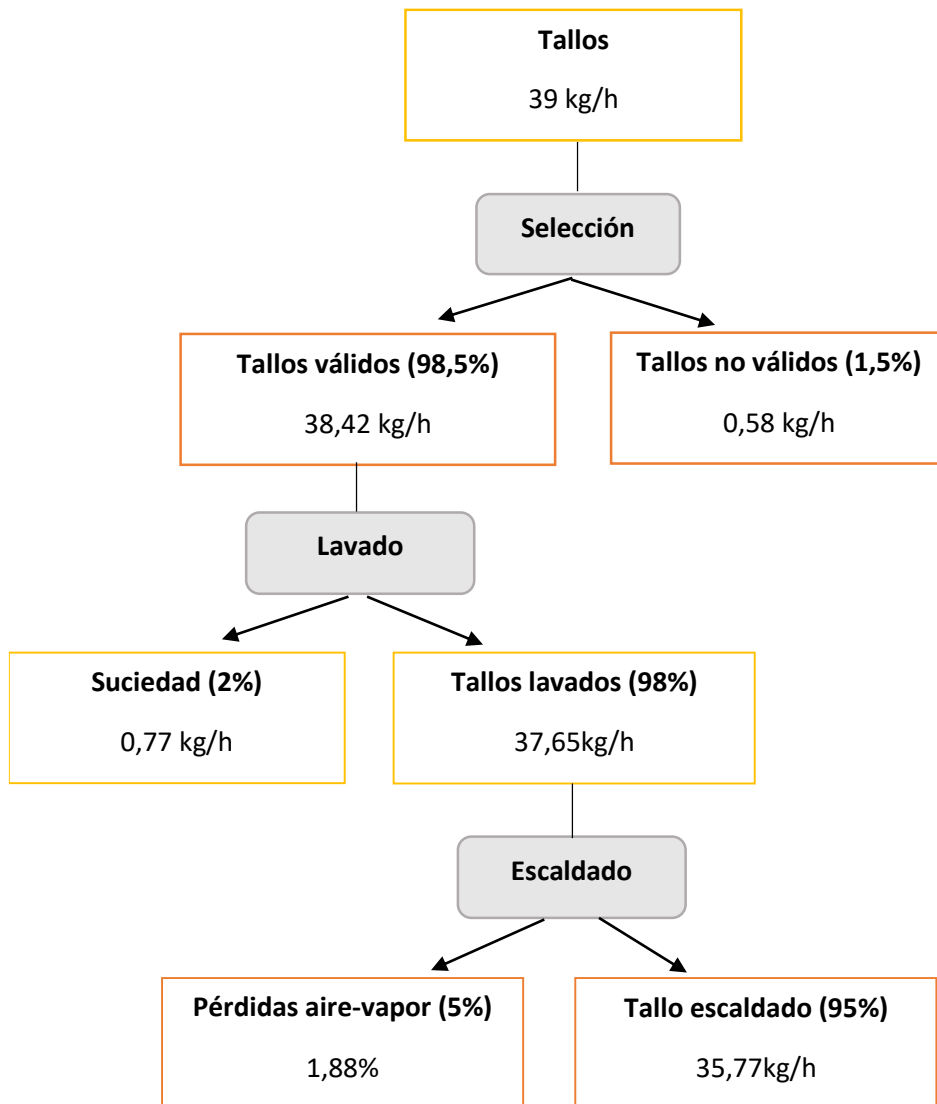
Calibres	Calibrado
Extra grueso	0,17 kg/h
Muy Grueso	0,52 kg/h
Grueso	0,32 kg/h
Mediano	0,44 kg/h

14. ESQUEMAS DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

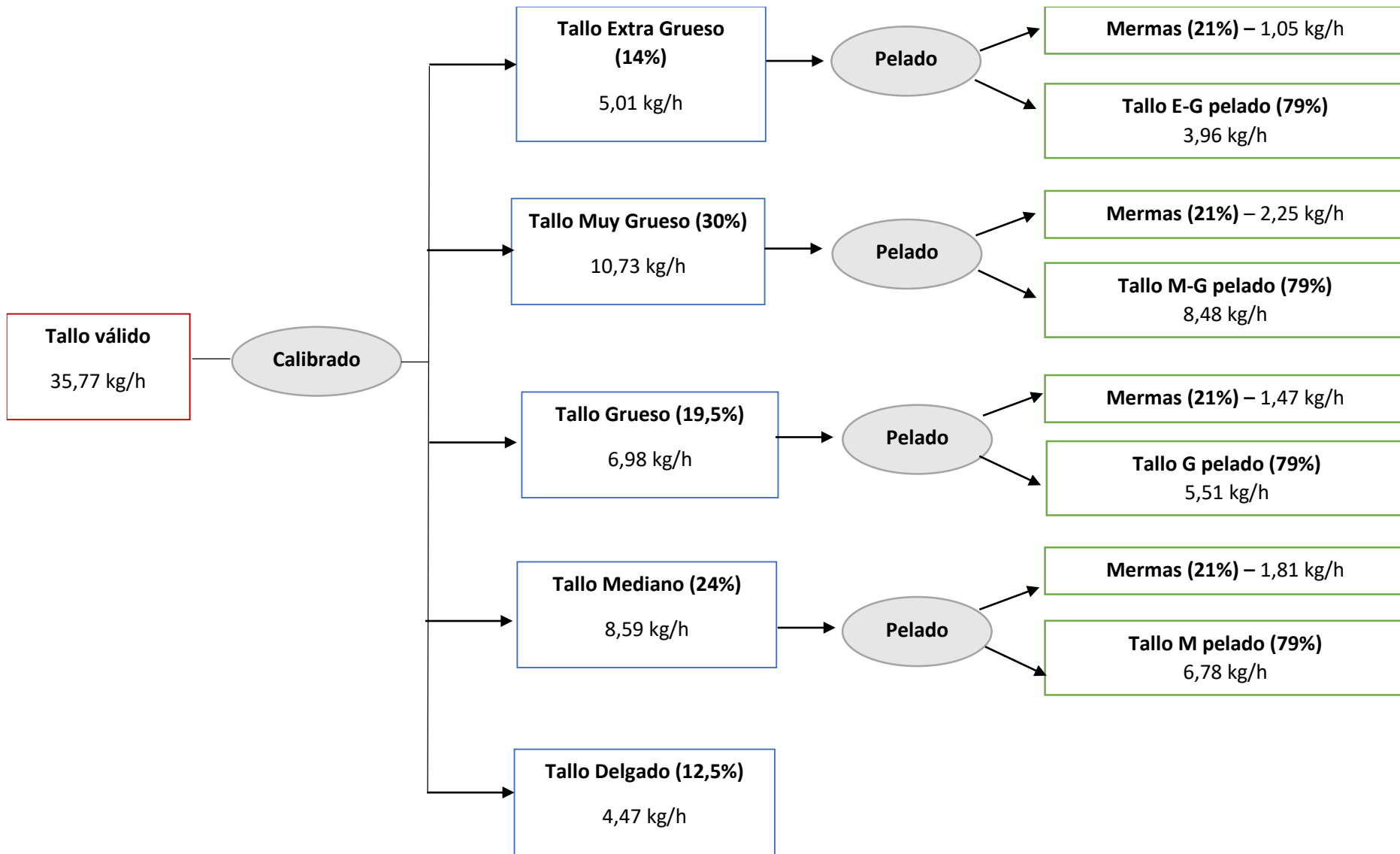
14.1. Esquema 1: Línea general de procesado



14.2. Esquema 2: Línea general tallos (1)

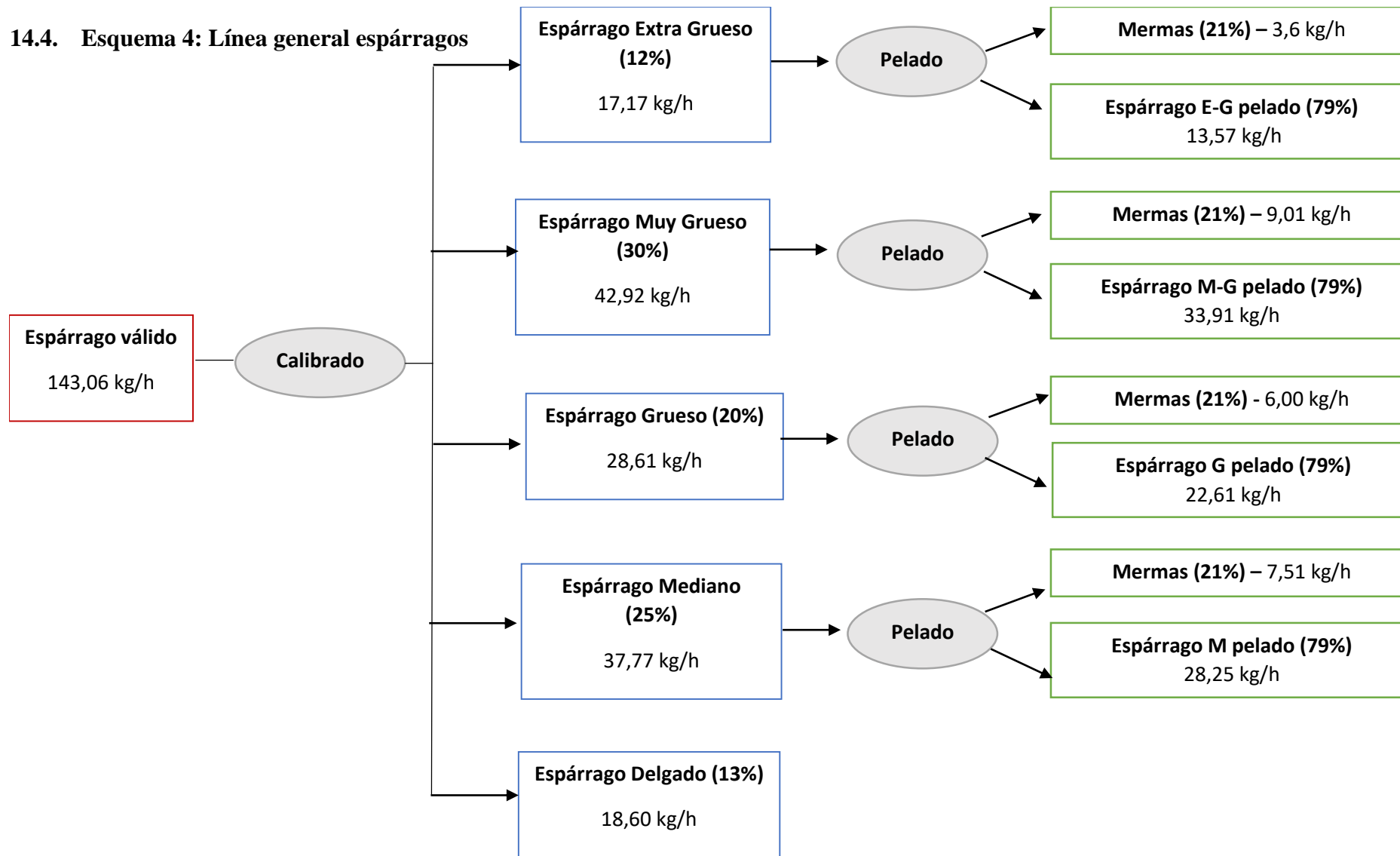


14.3. Esquema 3: Línea general tallos (2)

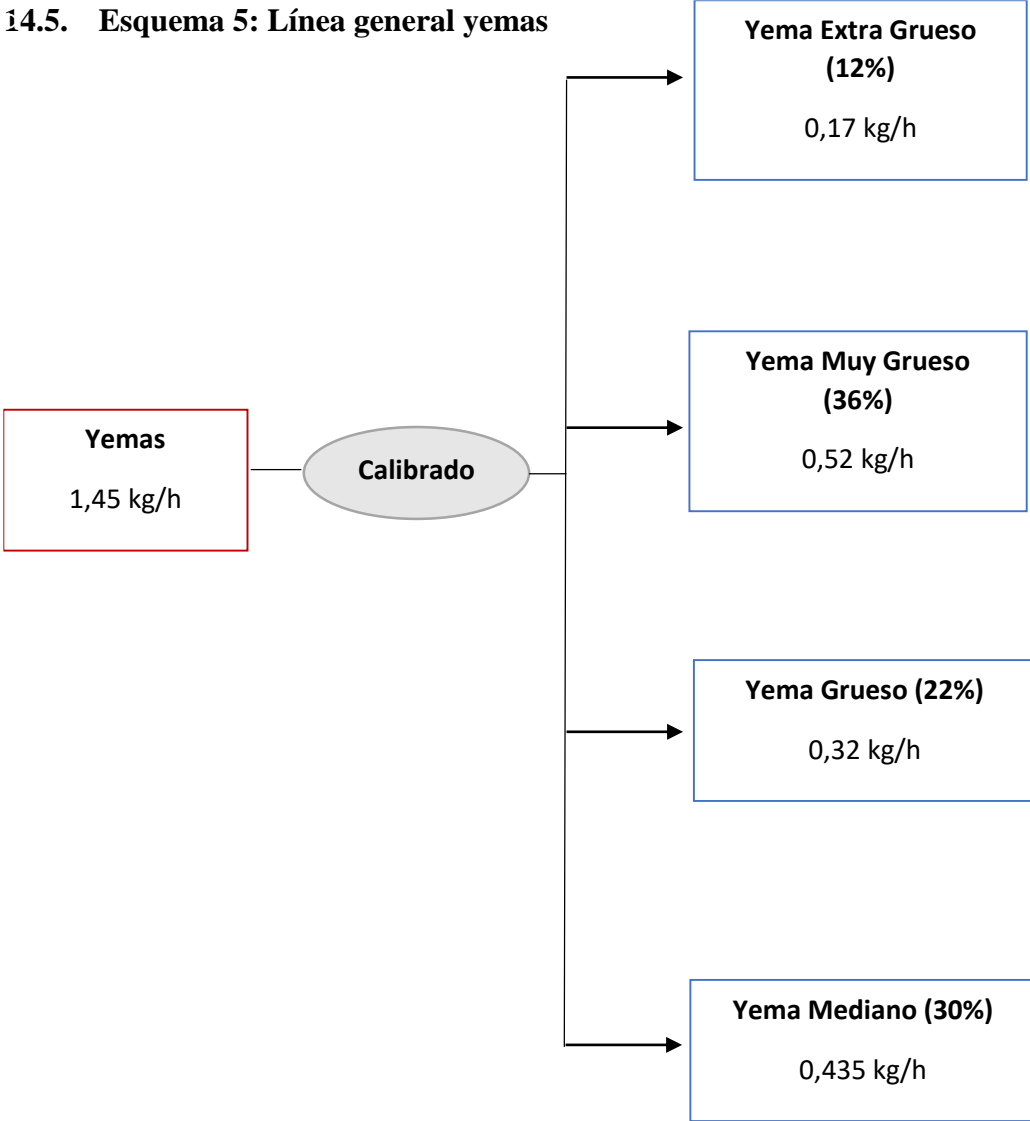


Anejo III. Balance de materia

14.4. Esquema 4: Línea general espárragos



14.5. Esquema 5: Línea general yemas



ANEJO IV:

BALANCE DE ENERGÍA

Anejo IV. Balance de Energía

ANEJO IV. BALANCE DE ENERGÍA

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	BALANCE AL ESCALDADOR.....	4
2.1.	Balance a la sección de espárrago entero.....	4
1.1.1.	Cálculo calor perdido por convección.....	5
1.1.2.	Cálculo de calor que capta el espárrago	7
1.1.3.	Cálculo de calor perdido por la evaporación de agua.....	8
1.1.4.	Cálculo de la cantidad de vapor necesario.....	8
2.2.	Balance a la sección del tallo	9
2.2.1.	Cálculo calor perdido por convección	10
2.2.2.	Cálculo de calor que capta el tallo.....	11
2.2.3.	Cálculo de la cantidad de vapor necesario.....	12
3.	BALANCE AL EQUIPO DE ENFRIADO	13
3.1.	Balance a la sección del espárrago entero	13
3.2.	Balance a la sección del tallo	13
4.	BALANCE A LA DOSIFICADORA DEL LÍQUIDO DE GOBIERNO.....	14
4.1.	Cálculo calor perdido por convección	14
4.2.	Calor para calentar el líquido de gobierno	15
5.	BALANCE EN LA ETAPA DE PRECALENTADO	16
5.1.	Cálculo calor captado por las latas	17
5.2.	Cálculo calor perdido por convección	18
6.	BALANCE AL AUTOCLAVE	19
6.1.	Esterilización de envases	19
6.1.1.	Cálculo de los kilogramos de líquido de gobierno	20
6.1.2.	Cálculo de los kilogramos de acero.....	21
6.1.3.	Cálculo del calor necesario para calentar de 90 a 121°C.....	21
6.1.4.	Cálculo calor perdido por convección	22

Anejo IV. Balance de Energía

6.1.5.	Cálculo de la cantidad de vapor necesario.....	24
6.2.	Enfriamiento de los envases	24

Anejo IV. Balance de Energía

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se va a realizar el balance de energía de todos los equipos de la planta donde se requiera el aporte de calor para transformar el producto, y consecuentemente el cálculo de las necesidades caloríficas y pérdidas de calor a través de dichos equipos. Estos cálculos permiten decidir el tipo de caldera necesaria para cubrir la demanda energética en forma de vapor.

2. BALANCE AL ESCALDADOR

2.1. Balance a la sección de espárrago entero

El escaldado es la primera etapa donde se aporta temperatura al proceso, a través del calentamiento del agua para escaldar los espárragos. Realizamos el balance al equipo de escaldado, calculando el vapor necesario para calentar el agua para escaldar a 90°C.

$$Q_{cedido\ por\ el\ vapor} = Q_{ganado\ por\ el\ agua}$$

$$Q_{cedido\ por\ el\ vapor} = m_v \times \lambda$$

$$Q_{ganado\ por\ el\ agua} = m_{agua} \times c_p (agua) \times (T_{final} - T_{entrada})$$

Datos:

- Temperatura de entrada del agua=15°C
- Temperatura final del agua= 90°C
- $m_{agua} = 360\ kg/h$
- $\lambda (100^\circ C / 1\ atm) = 639,1\ \frac{kcal}{kg}$

Como se conoce el volumen del escaldador, se puede calcular la masa de agua necesaria. Corresponderá al volumen que cabe en el equipo, el cual debe estar lleno.

Dimensiones:

- Altura: 0,3 m (Se llena hasta 0,2 m).
- Anchura: 0,5 m
- Longitud: 3,6 m

$$Volumen\ escaldador = 0,2 \times 0,5 \times 3,6 = 0,36\ m^3$$

Anejo IV. Balance de Energía

$$\text{Volumen escaldador} = 0,36 \text{ m}^3 \times \frac{1000 \text{ litros}}{1 \text{ m}^3} = 360 \text{ l}$$

$$d_{\text{agua}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \approx 1 \frac{\text{Kg}}{\text{l}}$$

$$m_{\text{agua}} = 360 \text{ l} \times 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 360 \text{ Kg}$$

Aplicamos la ecuación anterior, para calcular la masa de vapor necesaria para calentar el agua a 90°C:

$$Q_{\text{cedido por el vapor}} = Q_{\text{ganado por el agua}}$$

$$m_v \times \lambda = m_{\text{agua}} \times c_p(\text{agua}) \times (T_{\text{final}} - T_{\text{entrada}})$$

$$m_v \times 639,1 = 360 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \times (90 - 15)^\circ\text{C}$$

$$m_v = 42,25 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \text{ de vapor de agua necesarios}$$

Una vez conocida la cantidad de vapor necesaria para calentar el agua, se realiza el balance general al escaldador teniendo en cuenta que el calor suministrado se ha obtenido en los cálculos anteriores y que desde que entra en funcionamiento la cadena, el agua de escaldar permanece a una temperatura constante de 90°C.

Por lo tanto, el balance general al escaldador será:

$$Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{ganado}}$$

El vapor cede un calor al agua, parte de este calor se pierde por convección por las paredes del equipo y por la evaporación del agua. Y otra parte, la capta el espárrago. En resumen, el balance quedará:

$$m_v \times \lambda = Q_{\text{perdidas por convección}} + Q_{\text{capta espárrago}} + Q_{\text{perdido evaporación}}$$

1.1.1. Cálculo calor perdido por convección

Datos:

- Temperatura de la pared = 50°C

Anejo IV. Balance de Energía

- Temperatura ambiente = 18°C
- Temperatura del agua= 90°C

Cálculo de los coeficientes de convección h:

- Pared horizontal hacia abajo:

$$h = 1,1 \times \Delta T^{0,25}$$

$$h = 1,1 \times (50 - 18)^{0,25} = 2,62 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}}$$

- Pared vertical (h>0,40):

$$h = 1,5 \times \Delta T^{0,25}$$

$$h = 1,5 \times (50 - 18)^{0,25} = 3,57 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}}$$

- Pared horizontal hacia arriba:

$$h = 2,1 \times \Delta T^{0,25}$$

$$h = 2,1 \times (90 - 18)^{0,25} = 6,12 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}}$$

Tras obtener los coeficientes de convección, se calcularán las pérdidas de calor:

$$Q_{total} = \Sigma h \times A \times \Delta T$$

- Pared horizontal hacia abajo:

$$Q = 2,62 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}} \times (3,6 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}) \times (50 - 18)^\circ\text{C} = 150,91 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- Dos paredes verticales:

$$Q = 3,57 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}} \times (3,6 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times (50 - 18)^\circ\text{C} = 123,38 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$q_{total \text{ vertical}} = 123,38 \times 2 = 246,76 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- Pared horizontal hacia arriba:

$$Q = 6,12 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}} \times (3,6 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}) \times (90 - 18)^\circ\text{C} = 793,15 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Anejo IV. Balance de Energía

$$Q_{total} = Q_{horizontal\ hacia\ abajo} + Q_{paredes\ verticales} + Q_{horizontal\ hacia\ arriba}$$
$$Q_{total} = 150,91 + 246,76 + 793,15 = 1.190,82 \frac{Kcal}{h}$$

Las pérdidas de calor por convección en las paredes del escaldador es de 1.108,57 Kcal/h

1.1.2. Cálculo de calor que capta el espárrago

Datos:

- Temperatura entrada del espárrago = 18°C
- Temperatura del espárrago dentro del escaldador = 90°C
- Temperatura salida del espárrago = 80°C

Intervienen dos etapas de calor:

- El calor que hace pasar al espárrago de 18°C a 90°C (Q_1), que corresponde al calor que capta.
- El calor que hace pasar al espárrago de 90°C a 80°C (Q_2), que es un calor que cede el espárrago.

Entonces la ecuación para calcular el calor que capta el espárrago será:

$$Q_{capta\ el\ espárrago} = Q_1 - Q_2$$

$$Q_1 = m_{entrada\ espárrago} \times C_p\ espárrago \times (T_{esp.\ dentro\ escaldador} - T_{entrada\ esp.})$$

$$Q_1 = 152,88 \frac{Kg}{h} \times 0,94 \frac{Kcal}{kg\ ^\circ C} \times (90 - 18)^\circ C$$

$$Q_1 = 10.346,92 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_2 = m_{salida\ espárrago} \times C_p\ espárrago \times (T_{esp.\ dentro\ escaldador} - T_{salida\ escaldador.})$$

$$Q_2 = 145,24 \frac{Kg}{h} \times 0,94 \frac{Kcal}{kg\ ^\circ C} \times (90 - 80)^\circ C$$

$$Q_2 = 1.365,26 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_{capta\ el\ espárrago} = 10.346,92 - 1.365,26 = 8.981,66 \frac{Kcal}{h}$$

Anejo IV. Balance de Energía

1.1.3. Cálculo de calor perdido por la evaporación de agua

En el escaldador se produce una pérdida por evaporación del agua, estimada entorno a los 0,5 l/h.

Para calcular el calor perdido por la evaporación del agua, también hay que calcular el calor necesario para calentar los 0,5 litros de 15°C a los 100°C.

Datos:

- Densidad del agua: 1 kg/l

$$\frac{0,5l}{h} \times \frac{1kg}{l} = 0,5 \frac{kg}{h}$$

- Temperatura de entrada= 15°C
- Temperatura final= 100°C
- $\lambda(100^\circ\text{C} / 1 \text{ atm}) = 639,1 \frac{kcal}{kg}$

$$Q_{\text{pérdido por evaporación}} = m_{\text{agua}} \times c_p(\text{agua}) \times (T_{\text{final}} - T_{\text{entrada}}) + m_{\text{agua}} \times \lambda$$

$$Q_{\text{pérdido por evaporación}} = 0,5 \frac{kg}{h} \times 1 \frac{Kcal}{kg \text{ } ^\circ\text{C}} \times (100 - 15)^\circ\text{C} + 0,5 \frac{kg}{h} \times 639,1 \frac{Kcal}{kg}$$

$$Q_{\text{pérdido por evaporación}} = 362,05 \frac{Kcal}{h}$$

1.1.4. Cálculo de la cantidad de vapor necesario

Para la temperatura de vapor saturado a 100°C, $\lambda = 639,1 \frac{kcal}{kg}$

El balance total, de acuerdo con la siguiente ecuación será:

$$m_v \times \lambda = Q_{\text{perdidas por convección}} + Q_{\text{capta espárrago}} + Q_{\text{perdido evaporación}}$$

$$m_v \times 639,1 \frac{kcal}{kg} = 1.190,82 \frac{Kcal}{h} + 8.981,66 \frac{Kcal}{h} + 362,05 \frac{Kcal}{h}$$

$$m_v = 16,48 \frac{kg}{h}$$

Anejo IV. Balance de Energía

2.2. Balance a la sección del tallo

Al igual que para los espárragos, se realiza un balance al volumen de agua que se necesita para escaldar los tallos. En este balance, se calcula la cantidad de vapor necesario para calentar el agua en la puesta en marcha del equipo.

$$Q_{cedido\ por\ el\ vapor} = Q_{ganado\ por\ el\ agua}$$

$$Q_{cedido\ por\ el\ vapor} = m_v \times \lambda$$

$$Q_{ganado\ por\ el\ agua} = m_{agua} \times c_p (agua) \times (T_{final} - T_{entrada})$$

Datos:

- Temperatura de entrada del agua=15°C
- Temperatura final del agua= 90°C
- $m_{agua} = 112,5 \frac{kg}{h}$
- $\lambda (100^\circ C / 1 atm) = 639,1 \frac{kcal}{kg}$

Como se conoce el volumen del escaldador, se puede calcular la masa de agua necesaria. Corresponderá al volumen que cabe en el equipo, el cual debe estar lleno.

Dimensiones:

- Altura: 0,2 m (Se llena hasta 0,1m.)
- Anchura: 0,45 m
- Longitud: 2,5 m

$$Volumen\ escaldador = 0,1 \times 0,45 \times 2,5 = 0,1125\ m^3$$

$$Volumen\ escaldador = 0,1125\ m^3 \times \frac{1000\ litros}{1\ m^3} = 112,5\ l$$

$$d_{agua} = 1 \frac{g}{cm^3} \approx 1 \frac{Kg}{l}$$

$$m_{agua} = 360\ l \times 1 \frac{kg}{l} = 360\ Kg$$

Anejo IV. Balance de Energía

Aplicamos la ecuación anterior, para calcular la masa de vapor necesaria para calentar el agua a 90°C:

$$Q_{cedido\ por\ el\ vapor} = Q_{ganado\ por\ el\ agua}$$

$$m_v \times \lambda = m_{agua} \times c_p (agua) \times (T_{final} - T_{entrada})$$

$$m_v \times 639,1 = 112,5\ kg \times 1 \frac{Kcal}{kg\ ^\circ C} \times (90 - 15)^\circ C$$

$$m_v = 13,2\ kg\ de\ vapor\ de\ agua\ necesarios$$

Una vez conocida la cantidad de vapor necesaria para calentar el agua, se realiza el balance general al escaldador teniendo en cuenta que el calor suministrado se ha obtenido en los cálculos anteriores y que desde que entra en funcionamiento la cadena, el agua de escaldar permanece a una temperatura constante de 90°C. Como para los espárragos.

Por lo tanto, el balance general al escaldador será:

$$Q_{cedido} = Q_{ganado}$$

El vapor cede un calor al agua, parte de este calor se pierde por convección por las paredes del equipo. Y otra parte, la capta el tallo. En resumen, el balance quedará:

$$m_v \times \lambda = Q_{perdidas\ por\ convección} + Q_{capta\ el\ tallo}$$

2.2.1. Cálculo calor perdido por convección

Datos:

- Temperatura de la pared = 50°C
- Temperatura ambiente = 18°C

Cálculo de los coeficientes de convección h:

- Pared horizontal hacia abajo:

$$h = 1,1 \times \Delta T^{0,25}$$

$$h = 1,1 \times (50 - 18)^{0,25} = 2,62 \frac{Kcal}{m^2\ ^\circ C\ h}$$

- Pared vertical (L>0,40):

$$h = 1,5 \times \Delta T^{0,25}$$

Anejo IV. Balance de Energía

$$h = 1,5 \times (50 - 18)^{0,25} = 3,57 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}}$$

- Pared horizontal hacia arriba:

$$h = 2,1 \times \Delta T^{0,25}$$

$$h = 2,1 \times (50 - 18)^{0,25} = 4,99 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}}$$

Tras obtener los coeficientes de convección, se calcularán las pérdidas de calor:

$$Q_{total} = \Sigma h \times A \times \Delta T$$

- Pared horizontal hacia abajo:

$$Q = 2,62 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}} \times (2,5 \text{ m} \times 0,45 \text{ m}) \times (50 - 18)^\circ\text{C} = 94,32 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- Dos paredes verticales:

$$Q = 3,57 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}} \times (2,5 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}) \times (50 - 18)^\circ\text{C} = 57,12 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$q_{total \text{ vertical}} = 57,12 \times 2 = 114,24 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- Pared horizontal hacia arriba:

$$Q = 4,99 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}} \times (2,5 \text{ m} \times 0,45 \text{ m}) \times (50 - 18)^\circ\text{C} = 179,64 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_{total} = Q_{horizontal \text{ hacia abajo}} + Q_{paredes \text{ verticales}} + Q_{horizontal \text{ hacia arriba}}$$

$$Q_{total} = 94,32 + 114,24 + 179,64 = 388,2 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Las pérdidas de calor por convección en las paredes del escalador es de 388,2 Kcal/h

2.2.2. Cálculo de calor que capta el tallo

Datos:

- Temperatura entrada del tallo = 18°C
- Temperatura del tallo dentro del escalador = 90°C
- Temperatura salida del tallo = 80°C

Intervienen dos etapas de calor:

Anejo IV. Balance de Energía

- El calor que hace pasar al tallo de 18°C a 90°C (Q_1), que corresponde al calor que capta.
- El calor que hace pasar al tallo de 90°C a 80°C (Q_2), que es un calor que cede el tallo.

Entonces la ecuación para calcular el calor que capta el tallo será:

$$Q_{\text{capta el tallo}} = Q_1 - Q_2$$

$$Q_1 = m_{\text{entrada tallo}} \times C_p \text{ tallo} \times (T_{\text{tallo dentro escaldador}} - T_{\text{entrada tallo}})$$

$$Q_1 = 37,65 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 0,94 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \times (90 - 18)^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 2.548,15 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_2 = m_{\text{salida espárrago}} \times C_p \text{ tallo} \times (T_{\text{esp. dentro escaldador}} - T_{\text{salida escaldador}})$$

$$Q_2 = 35,77 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 0,94 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \times (90 - 80)^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = 336,24 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{capta el tallo}} = 2.548,15 - 336,24 = 2.211,91 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

2.2.3. Cálculo de la cantidad de vapor necesario

Para la temperatura de vapor saturado a 100°C, $\lambda = 639,1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$

El balance total, de acuerdo con la siguiente ecuación será:

$$m_v \times \lambda = Q_{\text{perdidas por convección}} + Q_{\text{capta tallo}}$$

$$m_v \times 639,1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = 388,2 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 2.211,91 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

$$m_v = 4,07 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

3. BALANCE AL EQUIPO DE ENFRIADO

3.1. Balance a la sección del espárrago entero

En esta etapa como su propio nombre indica, se va a enfriar el espárrago recién salido del escaldador a una temperatura de 80°C a una temperatura de 25°C.

Datos:

- $m_{\text{espárragos}}=145,24 \text{ kg/h}$
- Temperatura entrada enfriador=80°C
- Temperatura salida enfriador=25°C

$$Q = m_{\text{espárrago}} \times C_{p \text{ espárrago}} \times (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

$$Q = 145,24 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,94 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \times (25 - 80)^\circ\text{C}$$

$$Q = -7.508,91 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Posee un valor negativo, ya que el calor es retirado para enfriar el espárrago. El valor es de 7508,91 Kcal/h.

3.2. Balance a la sección del tallo

Datos:

- $m_{\text{tallo}}=35,77 \text{ kg/h}$
- Temperatura entrada tallo al enfriador=80°C
- Temperatura salida tallo del enfriador=25°C

$$Q = m_{\text{tallo}} \times C_{p \text{ tallo}} \times (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

$$Q = 35,77 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,94 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \times (25 - 80)^\circ\text{C}$$

$$Q = -1.849,31 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Posee un valor negativo, porque es un proceso endotérmico. El calor retirado para enfriar el tallo es de 1849,31 Kcal/h.

4. BALANCE A LA DOSIFICADORA DEL LÍQUIDO DE GOBIERNO

Datos:

- Temperatura entrada en la dosificadora: 20°C
- Temperatura salida en la dosificadora: 60°C
- $m_{\text{líquido de gobierno}} = 86,79 \text{ kg/h}$
- $\lambda (100^\circ\text{C} / 1 \text{ atm}) = 639,1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$

En la máquina dosificadora se calienta el líquido de gobierno mediante un serpentín por el que pasa vapor.

$$Q_{\text{cedido por el vapor}} = Q_{\text{ganado por el líquido}}$$

Como en los demás equipos, también se producen pérdidas de calor a través de las paredes por convección y la otra parte la aprovecha el líquido para pasar de 20°C a 80°C.

$$m_v \times \lambda = Q_{\text{pérdidas por convección}} + Q_{\text{calentar líquido de gobierno}}$$

4.1. Cálculo calor perdido por convección

Datos:

- Temperatura de la pared = 35°C
- Temperatura ambiente = 18°C

Cálculo de los coeficientes de convección h:

- Pared horizontal hacia abajo:

$$h = 1,1 \times \Delta T^{0,25}$$

$$h = 1,1 \times (35 - 18)^{0,25} = 2,23 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C h}}$$

- Pared vertical (L>0,40):

$$h = 1,5 \times \Delta T^{0,25}$$

$$h = 1,5 \times (35 - 18)^{0,25} = 3,04 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C h}}$$

- Pared horizontal hacia arriba:

$$h = 2,1 \times \Delta T^{0,25}$$

$$h = 2,1 \times (35 - 18)^{0,25} = 4,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C h}}$$

Anejo IV. Balance de Energía

Dimensiones:

- Altura: 0,8 m
- Anchura: 0,5 m
- Longitud: 0,3 m

Tras obtener los coeficientes de convección, se calcularán las pérdidas de calor:

$$Q_{total} = \Sigma h \times A \times \Delta T$$

- Pared horizontal hacia abajo:

$$Q = 2,23 \frac{Kcal}{m^2 \text{ } ^\circ C \text{ } h} \times (0,3 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}) \times (35 - 18)^\circ C = 5,69 \frac{Kcal}{h}$$

- Dos paredes verticales:

$$Q = 3,04 \frac{Kcal}{m^2 \text{ } ^\circ C \text{ } h} \times (0,8 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times (35 - 18)^\circ C = 12,40 \frac{Kcal}{h}$$

$$q_{total \text{ vertical}} = 12,40 \times 2 = 24,80 \frac{Kcal}{h}$$

- Pared horizontal hacia arriba:

$$Q = 4,29 \frac{Kcal}{m^2 \text{ } ^\circ C \text{ } h} \times (0,3 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}) \times (35 - 18)^\circ C = 10,86 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_{pérdidas \text{ convección}} = Q_{horizontal \text{ hacia abajo}} + Q_{paredes \text{ verticales}} + Q_{horizontal \text{ hacia arriba}}$$

$$Q_{pérdidas \text{ por convección}} = 5,69 + 24,80 + 10,86 = 41,35 \frac{Kcal}{h}$$

Las pérdidas de calor por convección en las paredes del escaldador es de 41,35 Kcal/h

4.2. Calor para calentar el líquido de gobierno

Datos:

- $m_{salmuera} = 86,79 \text{ kg/h}$
- Temperatura inicial = $20^\circ C$
- Temperatura final = $60^\circ C$
- $C_p (CINa) = 0,204 \text{ kcal/kg } ^\circ C$
- $C_p (Agua) = 1 \text{ kcal/kg } ^\circ C$
- % CINa = 2,5%

Anejo IV. Balance de Energía

- % Agua= 97,5%

Calcular el calor específico del líquido de gobierno:

$$C_p (\text{líquido de gob.}) = C_p (\text{CLNa}) \times \% \text{CLNa} + C_p (\text{agua}) \times \% \text{Agua}$$

$$C_p (\text{líquido de gob.}) = 0,204 \frac{\text{kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \times \frac{2,5}{100} + 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \times \frac{97,5}{100}$$

$$C_p (\text{líquido de gob.}) = 0,98 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$$

$$Q_{\text{calentar líq. gobierno}} = m_{\text{líq. gobierno}} \times C_p (\text{líq.gobierno}) \times (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

$$Q_{\text{calentar líq. gobierno}} = 86,79 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,98 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \times (60 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{calentar líq. gobierno}} = 3.402,17 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

El balance total de esta etapa quedará:

$$m_v \times \lambda = Q_{\text{perdidas por convección}} + Q_{\text{calentar líquido de gobierno}}$$

$$m_v \times 639,1 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} = 41,35 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 3.402,17 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$m_v = 5,39 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

5. BALANCE EN LA ETAPA DE PRECALENTADO

Datos:

- Temperatura inicial: 60°C
- Temperatura final: 90°C

La cantidad máxima de latas que pueden entrar en el precalentador son 48. Los cálculos se han realizado en base a las latas de 1 kg., las cuales tienen un peso neto de 780 g. y un peso escurrido de 500g. El acero de las latas suele pesar en torno a 137 g.

$$m_{\text{espárragos}} = 48 \text{ latas} \times 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{lata}} = 24 \text{ kg}$$

Anejo IV. Balance de Energía

$$m_{\text{líquido de gobierno}} = 48 \text{ latas} \times 0,280 \frac{\text{kg}}{\text{lata}} = 13,44 \text{ kg}$$

$$m_{\text{acero}} = 48 \text{ latas} \times 0,137 \frac{\text{kg}}{\text{lata}} = 6,58 \text{ kg}$$

El balance general de esta etapa será:

$$Q_{\text{cedido por el vapor}} = Q_{\text{ganado por las latas}}$$

$$m_v \times \lambda = Q_{\text{perdidas por convección}} + Q_{\text{captado por las latas}}$$

5.1. Cálculo calor captado por las latas

- Espárrago:

$$Q_{\text{espárrago}} = m_{\text{espárrago}} \times C_p(\text{espárrago}) \times (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

$$Q_{\text{espárrago}} = 24 \text{ kg} \times 0,94 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \times (90 - 60)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{espárrago}} = 676,8 \text{ Kcal}$$

- Líquido de gobierno:

$$Q_{\text{líquido de gobierno}} = m_{\text{líquido de gobierno}} \times C_p(\text{líquido de gobierno}) \times (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

$$Q_{\text{líquido de gobierno}} = 13,44 \text{ kg} \times 0,98 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \times (90 - 60)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{líquido de gobierno}} = 395,14 \text{ Kcal}$$

- Latas (Acero):

$$Q_{\text{acero}} = m_{\text{acero}} \times C_p(\text{acero}) \times (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

$$Q_{\text{acero}} = 6,58 \text{ kg} \times 0,12 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \times (90 - 60)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{acero}} = 23,69 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{espárrago+líquido de gobierno+acero}} = 676,8 + 395,14 + 23,69 = 1.095,63 \text{ kcal}$$

El tiempo de precalentado es de aproximadamente 6-8 minutos. Por lo tanto, para calcular el calor necesario en una hora, que es el tiempo con el que estamos trabajando en los balances, cogemos 7 minutos.

$$Q_{\text{captado por las latas}} = \frac{1095,63 \text{ kcal}}{7 \text{ minutos}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 9391,11 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

5.2. Cálculo calor perdido por convección

Datos:

- Temperatura de la pared=50°C
- Temperatura ambiente=18°C

Cálculo de los coeficientes de convección h:

- Pared horizontal hacia abajo:

$$h = 1,1 \times \Delta T^{0,25}$$

$$h = 1,1 \times (90 - 60)^{0,25} = 2,57 \frac{Kcal}{m^2 \text{ } ^\circ C \text{ } h}$$

- Pared vertical (L<0,40):

$$h = 1,2 \times \left(\frac{\Delta T}{L}\right)^{0,25}$$

$$h = 1,2 \times \left(\frac{90 - 60}{0,30}\right)^{0,25} = 3,79 \frac{Kcal}{m^2 \text{ } ^\circ C \text{ } h}$$

- Pared horizontal hacia arriba:

$$h = 2,1 \times \Delta T^{0,25}$$

$$h = 2,1 \times (90 - 30)^{0,25} = 4,91 \frac{Kcal}{m^2 \text{ } ^\circ C \text{ } h}$$

Tras obtener los coeficientes de convección, se calcularán las pérdidas de calor:

$$Q_{total} = \Sigma h \times A \times \Delta T$$

- Pared horizontal hacia abajo:

$$Q = 2,57 \frac{Kcal}{m^2 \text{ } ^\circ C \text{ } h} \times (0,55 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}) \times (50 - 18)^\circ C = 18,09 \frac{Kcal}{h}$$

- Dos paredes verticales:

$$Q = 3,79 \frac{Kcal}{m^2 \text{ } ^\circ C \text{ } h} \times (0,40 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}) \times (35 - 18)^\circ C = 14,55 \frac{Kcal}{h}$$

$$Q_{total \text{ vertical}} = 14,55 \times 2 = 29,11 \frac{Kcal}{h}$$

- Pared horizontal hacia arriba:

$$Q = 4,91 \frac{Kcal}{m^2 \text{ } ^\circ C \text{ } h} \times (0,55 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}) \times (35 - 18)^\circ C = 34,57 \frac{Kcal}{h}$$

Anejo IV. Balance de Energía

$$Q_{\text{pérdidas convección}} = Q_{\text{horizontal hacia abajo}} + Q_{\text{paredes verticales}} + Q_{\text{horizontal hacia arriba}}$$

$$Q_{\text{pérdidas por convección}} = 18,09 + 29,11 + 34,57 = 81,77 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

El balance total de esta etapa quedará:

$$m_v \times \lambda = Q_{\text{pérdidas por convección}} + Q_{\text{captado por las latas}}$$

$$m_v \times 639,1 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} = 81,77 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 9391,11 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$m_v = 14,82 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

6. BALANCE AL AUTOCLAVE

6.1. Esterilización de envases

La cantidad de materia vegetal en kg/h a envasar es de:

- Espárragos: 116,94 kg/h
- Yemas: 1,45 kg/h
- Tallos: 29,2 kg/h

Para realizar los cálculos, se toma como referencia el formato de 1 kg. Las características de este formato son:

- Formato: 1 kg
- Capacidad: 850 ml.
- Peso neto: 780 g.
- Peso escurrido: 500 g.
- Líquido de gobierno: 280 g.

A pesar de los distintos envases con los que se comercializa, se van a realizar los cálculos de esterilización en autoclave para el caso más desfavorable posible. Es decir, para el caso de los espárragos enteros en formato de 1 kg que son los que se obtienen en mayor cantidad.

Como el peso escurrido de cada lata es de 500 g, se puede calcular el número de latas que se llenan con los espárragos que se producen en la planta:

Anejo IV. Balance de Energía

$$116,94 \frac{kg}{h} \times \frac{1 \text{ lata}}{0,5 \text{ kg}} = 233,88 \frac{latas}{h}$$

Los datos de capacidad de cada autoclave son:

- Cada autoclave tiene capacidad para dos jaulas.
- Cada jaula tiene capacidad para 20 jaulillas.
- Cada jaulilla tiene capacidad para 12 latas.

Por lo tanto:

$$\frac{12 \text{ latas}}{1 \text{ jaulilla}} \times \frac{20 \text{ jaulillas}}{1 \text{ jaula}} = 240 \frac{latas}{jaula}$$

$$240 \frac{latas}{jaula} \times \frac{2 \text{ jaulas}}{1 \text{ autoclave}} = 480 \frac{latas}{autoclave}$$

A pesar de que actualmente, la cantidad de latas por hora producidas de espárragos son inferiores a la capacidad del autoclave. Se van a realizar los cálculos para el caso más desfavorable posible, es decir para 480 latas. Ya que así, se asegura que el tratamiento térmico es el adecuado y en el caso de que las necesidades de procesado aumentaran, poder cubrirlas sin riesgos. Además, se intentará cargar el autoclave a máximos introduciendo las latas de tallos y yemas:

$$1,45 \frac{kg \text{ yemas}}{h} \times \frac{1 \text{ lata}}{0,5 \text{ kg}} = 2,9 \frac{latas \text{ de yemas}}{h}$$

$$29,2 \frac{kg \text{ yemas}}{h} \times \frac{1 \text{ lata}}{0,5 \text{ kg}} = 58,4 \frac{latas}{h}$$

Entonces, para calcular los kilogramos que se introducen dentro del autoclave, es necesario calcular también los kilogramos de líquido de gobierno y de acero que se suman a los de las jaulas y jaulillas.

6.1.1. Cálculo de los kilogramos de líquido de gobierno

$$\frac{0,280 \text{ kg líq. gobierno}}{1 \text{ lata}} \times 480 \text{ latas} = 134,4 \text{ kg liquido de gobierno}$$

6.1.2. Cálculo de los kilogramos de acero

- Jaulas:

$$100 \frac{kg}{jaula} \times 2 jaulas = 200 kg$$

- Jaulillas:

$$1 \frac{kg}{jaulilla} \times 40 jaulas = 40 kg$$

- Latas (Envases):

$$0,137 \frac{kg}{envase} \times 480 jaulas = 65,76 kg$$

El total de acero es de 305,76 kg.

El balance de energía total quedará de la siguiente forma:

$$Q_{cedido} = Q_{ganado}$$

El calor, como en las demás fases de este procesado, lo cede el vapor y este calor se utiliza en calentar los envases de 90°C a 121°C y otra parte se pierde por convección.

$$m_v \times \lambda = Q_{perdidas\ por\ convección} + Q_{necesario\ para\ calentar}$$

6.1.3. Cálculo del calor necesario para calentar de 90 a 121°C

Datos:

- Cantidad de espárragos:

$$0,5 kg \frac{espárragos}{lata} \times 480 \frac{latas}{autoclave} = 240 kg \frac{espárragos}{autoclave}$$

- Cantidad de acero = 305,76 kg
- Cantidad de líquido de gobierno=134,4 kg
- $c_p (espárragos) = 0,94 \frac{kcal}{kg\ ^\circ C}$
- $c_p (acero) = 0,12 \frac{kcal}{kg\ ^\circ C}$
- $c_p (líquido\ de\ gobierno) = 0,98 \frac{kcal}{kg\ ^\circ C}$
- Temperatura final= 121°C
- Temperatura inicial= 90°C

Anejo IV. Balance de Energía

Con los datos y la siguiente ecuación, se va a calcular el calor necesario:

$$Q = m \times C_p \times (T_{final} - T_{inicial})$$

- Espárragos:

$$Q_{espárrago} = m_{espárrago} \times C_p (espárrago) \times (T_{final} - T_{inicial})$$

$$Q_{espárrago} = 240 \text{ kg} \times 0,94 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \times (121 - 90)^\circ\text{C}$$

$$Q_{espárrago} = 6.993,6 \text{ Kcal}$$

- Líquido de gobierno:

$$Q_{líq.gobierno} = m_{líq.gobierno} \times C_p (líq.gobierno) \times (T_{final} - T_{inicial})$$

$$Q_{líq.gobierno} = 134,4 \text{ kg} \times 0,98 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \times (121 - 90)^\circ\text{C}$$

$$Q_{líq.gobierno} = 4.083,07 \text{ Kcal}$$

- Acero:

$$Q_{acero} = m_{acero} \times C_p (acero) \times (T_{final} - T_{inicial})$$

$$Q_{acero} = 305,76 \text{ kg} \times 0,12 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \times (121 - 90)^\circ\text{C}$$

$$Q_{acero} = 1.137,43 \text{ Kcal}$$

$$Q_{espárrago+líquido de gobierno+acero} = 6.993,6 + 4.083,07 + 1.137,43 = 12.214,1 \text{ kcal}$$

El tiempo que le cuesta al autoclave alcanzar la temperatura de 121°C es de 4 minutos.

Entonces las kcal/h necesarias para alcanzar los 121°C serán de:

$$\frac{12.214,1 \text{ kcal}}{4 \text{ minutos}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 183.211,5 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

6.1.4. Cálculo calor perdido por convección

Datos:

- Temperatura ambiente: 18°C
- Temperatura pared: 50°C
- Diámetro del autoclave: 1,07 m.
- Altura del autoclave: 1,50 m.
- Altura del casquete esférico: 0,19 m.

Anejo IV. Balance de Energía

Cálculo de los coeficientes de convección h:

- Pared horizontal hacia abajo:

$$h = 1,1 \times \Delta T^{0,25}$$

$$h = 1,1 \times (50 - 18)^{0,25} = 2,62 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}}$$

- Tubos verticales:

$$h = 1,1 \times \frac{\Delta T^{0,25}}{\text{radio}}$$

$$h = 1,1 \times \left(\frac{50 - 18}{0,535}\right)^{0,25} = 3,06 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}}$$

- Pared horizontal hacia arriba:

$$h = 2,1 \times \Delta T^{0,25}$$

$$h = 2,1 \times (50 - 18)^{0,25} = 4,99 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}}$$

Tras obtener los coeficientes de convección, se calcularán las pérdidas de calor:

$$Q_{total} = \Sigma h \times A \times \Delta T$$

Para cada pared se utilizará esta fórmula al ser cilíndrico:

$$Q = h \times 2 \times \pi \times r \times h' \times \Delta T$$

- Pared horizontal hacia abajo:

Datos:

- Radio (r) = 0,535 m
- h'=0,18 m

$$Q = 2,62 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}} \times 2 \times \pi \times 0,535 \times 0,18 \text{ m} \times (50 - 18)^\circ\text{C}$$

$$Q_{horizontal \text{ hacia abajo}} = 50,73 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- Tubos verticales:

Datos:

- Radio (r) = 0,535 m
- h'=1,50 m

$$Q = 3,06 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}} \times 2 \times \pi \times 0,535 \text{ m} \times 1,50 \text{ m} \times (50 - 18)^\circ\text{C}$$

Anejo IV. Balance de Energía

$$Q_{\text{tubos verticales}} = 493,74 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- Pared horizontal hacia arriba:

Datos:

- Radio (r) = 0,535 m
- h´=0,19 m

$$Q = 4,99 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C h}} \times 2 \times \pi \times 0,535 \text{ m} \times 0,19 \text{ m} \times (50 - 18)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{horizontal hacia arriba}} = 101,98 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{pérdidas convección}} = Q_{\text{horizontal hacia abajo}} + Q_{\text{paredes verticales}} + Q_{\text{horizontal hacia arriba}}$$

$$Q_{\text{pérdidas por convección}} = 50,73 + 493,74 + 101,98 = 646,45 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

6.1.5. Cálculo de la cantidad de vapor necesario

Datos:

- Presión de trabajo: 2,02 atm.
- $\lambda (121^\circ\text{C} / 2,02 \text{ atm}) = 646,7 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$

El balance total quedará:

$$m_v \times 646,7 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = 646,45 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 183.211,5 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$m_v = 284,30 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

6.2. Enfriamiento de los envases

Datos:

- Temperatura inicial: 121°C
- Temperatura final: 40°C
- Cantidad (kg) a enfriar:
 - 240 kg de espárragos
 - 134,4 kg de líquido de gobierno
 - 305,76 kg de acero

Anejo IV. Balance de Energía

La expresión a utilizar será:

$$Q_{cedido} = Q_{ganado}$$

Se calculará el calor que cede cada material al agua a enfriar:

$$Q = m \times C_p \times (T_{final} - T_{inicial})$$

- Espárragos:

$$Q_{espárrago} = m_{espárrago} \times C_p(espárrago) \times (T_{final} - T_{inicial})$$

$$Q_{espárrago} = 240 \text{ kg} \times 0,94 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \times (40 - 121)^\circ\text{C}$$

$$Q_{espárrago} = -18.273,6 \text{ Kcal}$$

- Líquido de gobierno:

$$Q_{líq.gobierno} = m_{líq.gobierno} \times C_p(líq.gobierno) \times (T_{final} - T_{inicial})$$

$$Q_{líq.gobierno} = 134,4 \text{ kg} \times 0,98 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \times (40 - 121)^\circ\text{C}$$

$$Q_{líq.gobierno} = -10.668,67 \text{ Kcal}$$

- Acero:

$$Q_{acero} = m_{acero} \times C_p(acero) \times (T_{final} - T_{inicial})$$

$$Q_{acero} = 305,76 \text{ kg} \times 0,12 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \text{ } ^\circ\text{C}} \times (40 - 121)^\circ\text{C}$$

$$Q_{acero} = -2.971,99 \text{ Kcal}$$

$$Q_{retirar} = (-18.273,6) + (-10.668,67) + (-2.971,99) = -31.914,26 \text{ kcal}$$

El valor es negativo porque se retira calor, por lo tanto, el valor del calor a eliminar será de 31.914,26 kcal.

El tiempo en que se tarda en enfriar a la temperatura deseada es aproximadamente 20 minutos. Entonces calculamos las kcal/h necesarias para enfriar.

$$\frac{31.914,26 \text{ kcal}}{20 \text{ minutos}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} = 95.742,79 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Anejo IV. Balance de Energía

Ahora se calcula la cantidad de agua necesaria para retirar las 95.742,79 kcal/h.

Datos:

- Temperatura inicial del agua: 15°C
- Temperatura final: 40°C
- Calor específico del agua: 1 Kcal/Kg °C

$$Q_{necesario} = m_{agua} \times C_p (agua) \times (T_{final} - T_{inicial})$$

$$95.742,79 = m_{agua} \times 1 \frac{Kcal}{kg \text{ } ^\circ C} \times (40 - 15)^\circ C$$

$$m_{agua} = 3.829,71 \frac{kg}{h}$$

La cantidad de agua necesaria para disminuir la temperatura de los envases de a 40°C es de 3.829,71 kg/h para el caso más desfavorable posible. En el cual, se llene el autoclave con 480 envases.

ANEJO V:

**CALDERA Y DEPÓSITO DE
GASÓLEO**

Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo

ANEJO V. CALDERA Y DEPÓSITO DE GASÓLEO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ELECCIÓN DE LA CALDERA.....	3
2.1. Cálculo de presión de timbre	3
2.2. Determinación del tipo de caldera	5
2.2.1. Elementos de seguridad de la caldera.....	8
2.2.2. Determinación de la categoría de la caldera.....	9
3. SUMINISTRO DE AGUA A LAS CALDERAS	9
3.1. Cálculo del caudal de agua de alimentación	9
4. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE GASÓLEO NECESARIO PARA LA PUESTA EN MARCHA	10
5. VALORACIÓN DE LA NECESIDAD DE TRATAMIENTO DEL AGUA QUE SE SUMINISTRA A LA CALDERA.....	12
6. DEPÓSITO DE GASÓLEO.....	15
6.1. Dimensionado del depósito de gasóleo.....	15
6.2. Canalizaciones	16
6.3. Tubería de gasóleo al depósito.....	16
6.4. Sistema de alimentación	17

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se va a realizar el diseño, cálculo y elección de la caldera y depósito de combustible de gasóleo.

2. ELECCIÓN DE LA CALDERA

2.1. Cálculo de presión de timbre

Para poder saber la categoría y el tipo de caldera que se va a necesitar en esta planta, se van a seguir los siguientes pasos:

Lo primero es calcular la presión de timbre a la que va a trabajar la caldera. Para poder calcularla, es necesario determinar la temperatura que llevará el vapor a través de las conducciones, siempre calculándolo a partir del caso más desfavorable. El equipo que requiere las temperaturas más elevadas es el autoclave y, por lo tanto, se darán las condiciones de trabajo más desfavorables. Para calcular lo descrito anteriormente se recurrirá a esta fórmula:

$$\sigma = \frac{m \times C_p}{U \times A} \times \ln \frac{T' - T_1}{T' - T_2}$$

Donde:

- σ = tiempo de calefacción.

$$4 \text{ minutos} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 0,0667 \text{ h} \approx 0,7 \text{ h}$$

- m = masa de fluido a calentar.

$$\text{masa de fluido} = \text{masa de espárragos} + \text{masa de líquido de gobierno}$$

$$\text{masa de fluido} = 240 \text{ kg} + 134,4 \text{ kg} = 374,4 \text{ kg}$$

Resulta importante destacar de nuevo, que para el caso del autoclave se realizan los cálculos para el caso más desfavorable posible, es decir que se llene completamente el autoclave con 480 envases, a pesar de que nuestra producción sea inferior. Con el objetivo, de asegurar que el tratamiento térmico es el adecuado en todo momento y en el caso de que las necesidades de procesado aumentaran, poder cubrirlas sin riesgos. De ahí, que sobredimensionemos esta etapa.

Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo

- $C_{p \text{ medio}} =$ Calor específico medio de los espárragos ($0,94 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$) y el líquido de gobierno ($0,98 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$).

$$C_{p \text{ medio}} = \frac{0,94 + 0,98}{2} = 0,96 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$$

- $U =$ Coeficiente integral de transmisión de calor.

Los datos de la siguiente tabla se han obtenido del libro *Manual del Ingeniero Químico*.

Tabla 1. Coeficiente integral de transmisión de calor en función del tipo de fluido y material.

Fluido chaqueta (camisa)	Fluido recipiente	Material pared	U (Coeficiente integral de transmisión de calor)	
			$\frac{BTU}{h \cdot ft \cdot ^\circ F}$	$\frac{J}{m \cdot s \cdot K}$
Vapor	Agua	Acero inoxidable	150-300	850-1700
Vapor	Sustancia acuosa	Acero inoxidable	80-200	450-1140
Vapor	Sustancia orgánica	Acero inoxidable	50-150	285-850

$$U = 674 \frac{J}{m \cdot s \cdot K} \times \frac{0,24 \text{ Kcal}}{1 J} \times \frac{1 \text{ Kcal}}{1000 \text{ cal}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 582,34 \frac{\text{Kcal}}{m \cdot h \cdot K}$$

- $A = 2 \times \pi \times R \times h = 5,04 \text{ m}$
- $T_1 =$ Temperatura inicial del fluido a calentar = 90°C
- $T_2 =$ Temperatura final del fluido a calentar = 121°C

Sustituyendo los datos en la ecuación anterior, para obtener T' que es la temperatura de saturación del vapor de agua:

$$\sigma = \frac{m \times C_p}{U \times A} \times \ln \frac{T' - T_1}{T' - T_2}$$

Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo

$$0,07 = \frac{374,4 \times 0,96}{582,34 \times 5,04} \times \ln \frac{T' - 90^{\circ}\text{C}}{T' - 121^{\circ}\text{C}}$$

$$T' = 161,20^{\circ}\text{C}$$

Para poder calcular la presión de timbre se recurre al libro *Problemas de Ingeniería Química: Operaciones Básicas* en la Tabla A.7. *Propiedades termodinámicas del vapor de agua saturado*. Donde mediante el valor de la temperatura de saturación del vapor de agua (T'), se calcula la presión de trabajo (presión de timbre):

Tabla 2. Propiedades termodinámicas del vapor de agua saturado.

Temperatura (°C)	160	161,20	165
Presión (Kg/cm²)	6,302	x	7,145

Mediante una interpolación lineal, se obtiene la presión de vapor saturado a 161,20°C:

$$x = 6,302 + \frac{7,145 - 6,302}{165 - 160} \times (161,20 - 160)$$

$$x = 6,504 \text{ kg/cm}^2$$

La presión en atmosferas a 161,20°C, será de:

$$6,504 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{1 \text{ atm}}{1,03323 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 6,295 \text{ atm}$$

Por lo tanto, la presión de trabajo será de 6,295 atm.

2.2. Determinación del tipo de caldera

Para determinar el tipo de caldera, se debe saber cual es la cantidad de vapor total necesaria para el óptimo funcionamiento de la planta en el caso de que la producción de conservas sea la máxima posible. Para ello, se recurre al Anejo IV. Balance de energía para obtener la cantidad de vapor en kg/h necesaria. También se ha considerado un coeficiente de mayoración de un 15% sobre la demanda actualmente prevista. Por si en

Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo

un futuro, se valora una posible ampliación de la producción y también, para cubrir posibles pérdidas.

Tabla 3. Equipos y necesidades máximas de vapor.

EQUIPOS	Necesidades máximas de vapor	Sobredimensionado
Escaldador	Espárragos: 42,25 kg/h	48,59 kg/h
	Tallos: 13,2 kg/h	15,18 kg/h
Dosificadora	5,39 kg/h	6,19 kg/h
Precalentador	14,82 kg/h	17,04 kg/h
Autoclave	284,3 kg/h	326,95 kg/h

El cálculo del sobredimensionado se ha realizado así en todos los casos:

$$42,25 \frac{kg}{h} \times \frac{115 \text{ exceso}}{100 \text{ teórico}} = 48,59 \frac{kg}{h}$$

$$\text{Cantidad de vapor} = 48,59 + 15,18 + 6,19 + 17,04 + 326,95 = 413,95 \text{ kg/h}$$

De acuerdo con la cantidad de vapor necesaria, que será de 413,95 kg/h y la presión de trabajo máxima que se puede dar 6,295 atm, decidimos el tipo de caldera a elegir ajustándose a las necesidades de la planta.

Mediante catálogos se elige una caldera de vapor NCK 50 con las siguientes características:

- Producción de vapor: 500 kg/h
- Potencia térmica: 340 kW = 292.400 kcal/h
- Consumo de gasóleo: 33 kg/h
- Consumo presión hogar: 35 mm.
- Volumen de agua / aceite: 0,742 m³
- Volumen total: 1,004 m³
- Clase: Primera
- Máxima presión clase 1^a: 15 kg/m³

Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo

- Las calderas de clase 1ª no tienen limitación alguna en su emplazamiento.
- Peso de servicio: 3,124 Tm.
- Presión de servicio utilizada: 6,504 kg/cm²
- Presión de diseño: 9,17 kg/cm²
- Presión posible de servicio: 8,16 kg/cm²
- Superficie de calefacción: 8,9 m²
- Temperatura de máxima de servicio: 174°C
- Temperatura de servicio: 166,22°C
- Contenido máximo de sales permitido en la caldera.: < 6.000 µs.
- Dureza Total: 1°F (carbonatos)

Las dimensiones generales son:

- Longitud total: 5.006 mm.
- Anchura total: 4.000 mm.
- Altura total: 3.750 mm.
- Longitud de la caldera: 2.306 mm.
- Longitud de bancada: 1.130 mm.
- Anchura de bancada: 900 mm.
- Distancia anterior bancada: 488 mm.
- Distancia posterior bancada: 488 mm.
- Distancia desentubado: 1.630 mm.

Las conexiones de la caldera son:

- Válvula salida vapor (6-9 kg/cm²): DN 40 PN 16
- Válvula de seguridad (6-9 kg/cm²): DN 25/40 PN16
- Bomba de alimentación de agua (6-9 kg/cm²): DN 25 PN 16
- Purga reguladores y niveles (6-8-10-12 kg/cm²): ½"
- Válvula de purga y vaciado: DN 25 PN 16
- Sección chimenea: 190 mm. Ø
- Diámetro chimenea: 190 mm.



Figura 1. Caldera de vapor NCK 50

2.2.1. Elementos de seguridad de la caldera

- **Seguridad por exceso de presión:** Posee un presostato de seguridad, regulable y precintado actuando sobre el quemador parándolo si la presión alcanza un valor igual al tarado en las válvulas de seguridad.
- **Seguridad por falta de agua:** Hay dos reguladores de nivel independientes. El primero actúa sobre la bomba, parándola cuando el nivel de agua supera 15 mm. el nivel medio y poniéndola en marcha cuando se alcanza dicho nivel y actúa sobre el quemador parándolo cuando el nivel desciende 40 mm. del nivel medio. El segundo regulador actúa cuando el nivel de agua desciende 50 mm. del nivel medio.
- **Seguridad de interrupción manual en la alimentación del quemador:** Hay electroválvulas que interrumpen la alimentación de combustible al recibir la señal de cierre. También hay un dispositivo que impide el funcionamiento si no se ha alcanzado la temperatura de regulación del combustible y una célula foto resistente que paraliza temporalmente el quemador por falta de llama (detecta la luminosidad), parándose totalmente si en 5 segundos no aparece la llama.
- **Seguridad de vigilancia:** Temporizador con máximo de 120 minutos que bloquea el generador, si no se rearma manualmente.

Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo

- **Seguridad eléctrica:** En caso de fallo de corriente eléctrica, es necesario rearmar la tensión general para volver a encender de nuevo, impidiendo el encendido espontáneo, en caso que vuelva la corriente estando conectada la caldera.
- **Seguridad pasiva:** Manómetro con señal roja en la presión de servicio máxima y un termómetro.

2.2.2. Determinación de la categoría de la caldera

De acuerdo con la reglamentación relativa a la Instrucción Técnica Complementaria MIE-API del Reglamento de Aparatos a Presión se señalan las siguientes condiciones que debe reunir la caldera para pertenecer a una categoría o a otra.

Las categorías existentes son categoría A, B y C. Para poder ser clasificada la caldera, se utiliza la siguiente ecuación:

$$P \text{ (atm)} \times \text{Volumen total de la caldera (m}^3\text{)}$$

- Categoría A: La relación $V \times P$ mayor o igual a 600
- Categoría B: La relación $V \times P$ mayor de 10 y menor de 600
- Categoría C: La relación $V \times P$ menor o igual a 10.

En este caso, como el volumen total de la caldera es de 3 m^3 y la presión necesaria es de 6,295 atm.

$$6,295 \text{ atm} \times 1,004 \text{ m}^3 = 6,32$$

Entonces, $6,32 \leq 10$ la caldera necesaria es de **categoría C**.

3. SUMINISTRO DE AGUA A LAS CALDERAS

El polígono donde se sitúa la planta, tiene depósitos de agua y, por lo tanto, las calderas verán satisfechas su necesidades de agua.

3.1. Cálculo del caudal de agua de alimentación

Para poder determinar el caudal del agua de alimentación se debe tener en cuenta:

- El caudal de vapor de purga de la caldera

Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo

- El contenido de sal (p.p.m) del agua de alimentación.

El cálculo de la purga de la caldera se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{S \times Q}{K - S}$$

Donde:

- A = Purga (kg/h)
- S = Contenido en sales del agua de alimentación
- K = Contenido de sales máximo permitido en la caldera
- Q = Potencia de la caldera

$$A = \frac{S \times Q}{K - S}$$

$$A = \frac{535 \times 500}{6000 - 535} = 48,95 \text{ Kg/h}$$

Por lo tanto, la cantidad máxima de alimentación de agua será de:

$$500 \text{ kg/h} + 48,95 \text{ kg/h} = 548,95 \text{ kg/h}$$

Los 48,95 kg/h de purga se utilizan para poder mantener las concentraciones de sólidos disueltos totales en el agua de la caldera por debajo de los límites recomendados en la UNE-EN 12953-10 y UNE EN 12952-12.

4. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE GASÓLEO NECESARIO PARA LA PUESTA EN MARCHA

El gasóleo utilizado para alimentar al generador tiene un poder calorífico de 10.200 kcal/kg y una densidad de 0,85 kg/l. Como es lógico, en la puesta en marcha se produce un mayor consumo de gasóleo.

Para la puesta en marcha se tienen 548,95 kg/h de agua a 18°C los cuales se deben calentar hasta una temperatura de 166,22°C que corresponden a una presión de timbre de 6,295 atm.

La cantidad de calor necesario a generar será:

Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo

- Calentar el agua de 18°C a 166,22°C:

$$Q_{calentar} = m_{agua} \times c_p (agua) \times \Delta T^{\circ C}$$

$$Q_{calentar} = 548,95 \frac{kg}{h} \times 1 \frac{Kcal}{kg^{\circ C}} \times (166,22 - 18)^{\circ C} = 81.365,37 \frac{Kcal}{h}$$

- Calor de vaporización para pasar el agua a 166,22°C a vapor de agua a 166,22°C:

$$Q_{calentar} = m_{agua} \times \Delta \lambda$$

$$Q_{vapor} = 548,95 \frac{kg}{h} \times (660,2 - 167,8) = 270.302,98 \frac{kcal}{h}$$

Donde:

- Entalpía del agua líquida a 166,22°C: 167,8 kcal/kg
- Entalpía del vapor a 166,22°C: 660,2 kcal/kg

El calor total necesario será de:

$$Q_{total} = Q_{calentar} + Q_{vapor}$$

$$Q_{total} = 81.365,37 + 270.302,98 = 351.668,35 \frac{kcal}{h}$$

Por lo tanto, la cantidad de gasóleo necesaria será de:

$$Cantidad\ de\ gas\acute{o}leo = \frac{Calor\ total\ necesario}{Poder\ calor\acute{f}ico}$$

$$Cantidad\ de\ gas\acute{o}leo = \frac{351.668,35 \frac{kcal}{h}}{10.200 \frac{kcal}{kg}} = 34,48 \frac{kg\ de\ gas\acute{o}leo}{h}$$

De acuerdo con la información proporcionada por el fabricante de la caldera, el rendimiento es de un 89%, por lo tanto, la cantidad de gasóleo necesaria para la puesta en marcha será de:

$$34,48 \frac{kg\ de\ gas\acute{o}leo}{h} \times \frac{100\ kg\ de\ gas\acute{o}leo}{89\ kg\ de\ gas\acute{o}leo} = 38,74 \frac{kg\ de\ gas\acute{o}leo}{h}$$

Al tener la densidad del gasóleo y la cantidad necesaria, se puede calcular el volumen necesario para la puesta en marcha:

$$38,74 \frac{kg}{h} \text{ de gas\acute{o}leo} \times \frac{1\ litro}{0,85\ kg} = 45,58 \frac{litros\ de\ gas\acute{o}leo}{h}$$

El volumen total de gasóleo para la puesta en marcha de la caldera es de 45,58 litros/h.

5. VALORACIÓN DE LA NECESIDAD DE TRATAMIENTO DEL AGUA QUE SE SUMINISTRA A LA CALDERA

El agua es utilizada por las calderas para generar vapor con el objetivo de cubrir las demandas de los equipos para el procesado del espárrago en conserva. Esta agua, a veces debe ser tratada previamente. Ya que, a veces pueden contener sustancias nocivas para la caldera.

Las sustancias que forman parte del agua sin tratar son:

- **Sustancias corrosivas:** Se encuentran generalmente en el agua en forma de soluciones ácidas o como gases disueltos (CO_2 y O_2). Tanto el CO_2 como el O_2 se disuelven en el agua por contacto directo con la atmósfera. Resulta importante recalcar, que a medida que aumenta la temperatura del agua, la concentración de O_2 disminuye al disminuir su solubilidad. La metodología más común para eliminar el gas disuelto, es calentar el agua hasta los 100°C para eliminar los gases. Además, se le suele añadir hidracina para eliminar el posible oxígeno que haya podido quedar disuelto.
- **Incrustaciones:** Se deben fundamentalmente a las sales de calcio y magnesio presentes en el agua que al calentarse se concentran y precipitan dando lugar a depósitos que forman una capa aislante que dificulta el intercambio de calor. Normalmente, estos compuestos están presentes en el agua a una concentración superior al límite de solubilidad. Para eliminar estos compuestos, se lleva a cabo el método físico-químico de descalcificación.

Los posibles problemas que se pueden dar si no se tratan este tipo de aguas son:

- Debido a las incrustaciones:
 - Explosiones debido a la falta del agua por la presencia de incrustaciones.
 - Dada la mala conductividad térmica que producen, la parte de la chapa en contacto con la llama se recalienta. Esta chapa es un buen conductor, se pone al rojo vivo y se ondula. Esto ocasiona una separación entre la chapa y la incrustación. Cuando el agua entre, se vaporizará y podrá llegar a producirse una explosión.
 - Aumento del consumo de gasóleo debida a la dificultad de transmitir el calor.

Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo

- Obstrucciones al disminuir progresivamente el diámetro de las tuberías.
- Pérdidas de rendimiento de la caldera.
- Pueden afectar a partes en movimiento como a los álabes de la turbina de vapor y a válvulas. En este caso, no sólo se producen incrustaciones por sales cálcicas y magnésicas, sino también por deposición de sílice y diversos compuestos de hierro. Esto provoca falta de estanqueidad en válvulas, degradación acelerada de álabes y desequilibrios en el rotor de la turbina de vapor.
- Debido a las corrosiones:
 - Pérdida de espesor de las tuberías y desprendimiento del material que las compone.
 - Pérdidas de rendimiento de la caldera.

Para poder valorar la necesidad de tratamiento de las aguas se recurre al muestreo y análisis que se realiza por el Instituto Municipal de Salud Pública del Ayuntamiento de Zaragoza, siguiendo el Real Decreto 140/03 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. Así se pueden saber las características del agua que llega al polígono. Las cuales son:

Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo

Tabla 4. Parámetros químicos e indicadores del agua suministrada por el ayuntamiento.

Nombre de la determinación	Resultado	Valor paramétrico
Parámetros químicos		
Calcio	80 mg/l	-
Magnesio	4 mg/l	-
Sulfato	94 mg/l	250 mg/l
Cobre	<0,05 mg/l	2 mg/l
Nitrato	10,2 mg/l	50 mg/l
Parámetros indicadores		
Dureza total	316 mg/l	-
pH	8,0	6,5 – 9,5
Aluminio	56 µg/l	200 µg/l
Sodio	31,5 mg/l	200 mg/l
Cloruro	53 mg/l	250 mg/l
Cloro combinado	0,3 mg/l	2,0 mg/l
Cloro residual libre	0,39 mg/l	1,0 mg/l
Conductividad a 20°C	535 µs	2500 µs

Todos los parámetros indicadores y químicos se encuentran dentro de los valores paramétricos deseables en las aguas. Por lo tanto, no es necesario tratar el agua suministrada a través de las redes de abastecimiento.

6. DEPÓSITO DE GASÓLEO

De acuerdo con el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales se colocara el depósito a una distancia mayor de tres metros de la planta.

6.1. Dimensionado del depósito de gasóleo

Se escogerá un depósito de gasóleo para cubrir las demandas de 15 días. Como en todos los casos, se realizan los cálculos para el caso más desfavorable posible, es decir cuando el consumo sea máximo. El cual se da cuando se pone en marcha la caldera con un consumo de 38,74 kg de gasóleo/h \approx 39 kg de gasóleo/h.

$$39 \frac{\text{kg de gasóleo}}{\text{h}} \times \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} \times 15 \text{ días} = 4.680 \text{ kg gasóleo}$$
$$4.680 \text{ kg gasóleo} \times \frac{1 \text{ l}}{0,85 \text{ kg}} = 5.505,88 \approx 5.506 \text{ litros gasóleo}$$

Para una autonomía de 15 días, se requieren 5.506 litros de gasóleo.

El gasóleo se asigna conforme a la clasificación de líquidos inflamables y combustibles que viene dada por la instrucción técnica complementaria del Real Decreto 656/2017. Donde el gasóleo será de Clase C, porque su punto de inflamación es a 55°C.

De acuerdo con la presente “Instrucción técnica complementaria (ITC)” que tiene por objeto establecer las prescripciones técnicas a las que han de ajustarse las instalaciones para almacenamiento de carburantes y combustibles líquidos, para su consumo en la propia instalación recogida en el Real Decreto 1523/1999 y con la Norma Tecnológica de la Edificación (NTE) para “Instalaciones de depósitos combustibles líquidos” teniendo en cuenta a las exigencias del CTE (Código técnico de la Edificación). Se instalará un único depósito de carburante enterrado en el exterior con una capacidad de 10.000 litros de doble pared fabricado en doble chapa de acero con revestimiento exterior de poliuretano. Se llenará para cubrir las necesidades de 15 días.

Las dimensiones del depósito serán de:

- Diámetro exterior: 500 mm
- Diámetro interior: 300 mm
- Peso: 1920 kg

Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo

- Longitud: 3950 mm
- Anchura: 1910 mm

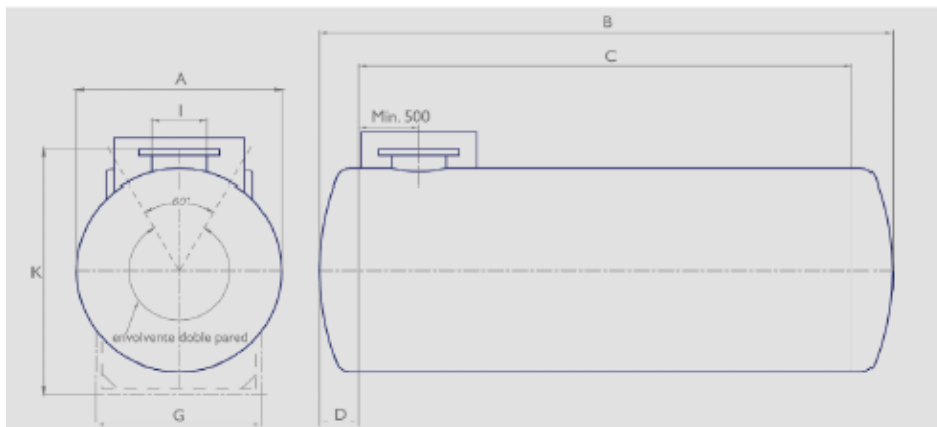


Figura 2. Depósito enterrado de combustible gasóleo

Los depósitos se construyen de acuerdo con la norma UNE 62.350-2 para depósitos enterrados combustibles para capacidades mayores de 3.000 litros.

6.2. Canalizaciones

En la NTE para “Instalaciones de depósitos combustibles líquidos” teniendo en cuenta las exigencias del CTE (Código técnico de la Edificación) se estipulan los diámetros de las conducciones.

Tabla 5. Clasificación en función del tipo de canalización, combustible y material.

Tipo de canalización				
	Llenado	Ventilación	Aspiración	Retorno
Combustible	Gasóleo C			
Material	Acero	Acero	Cobre	Cobre
Diámetro (mm)	100	40	12	12

6.3. Tubería de gasóleo al depósito

El caudal máximo de gasóleo que pasará será conforme al caso más desfavorable, para 45,58 litros de gasóleo/h.

$$Q = 45,58 \frac{\text{litros de gasóleo}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 1,27 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Anejo V. Caldera y depósito de gasóleo

La velocidad del gasóleo es de 0,5 m/s.

Para obtener el diámetro de la tubería, se recurre a la siguiente ecuación:

$$Q = A \times v$$

$$1,27 \cdot 10^{-5} \frac{m^3}{s} = A \times 0,5 \text{ m/s}$$

$$A = 2,55 \cdot 10^{-5} m^2 = 0,255 \text{ cm}^2$$

Donde:

- A=área (m²)
- v=velocidad (m/s)
- Q=caudal (m³/s)

Según en NTE, el diámetro de la tubería será de 12 mm.

6.4. Sistema de alimentación

El sistema de alimentación será mediante bomba de trasiego. Para permitir a la bomba la inyección al quemador de la caldera.

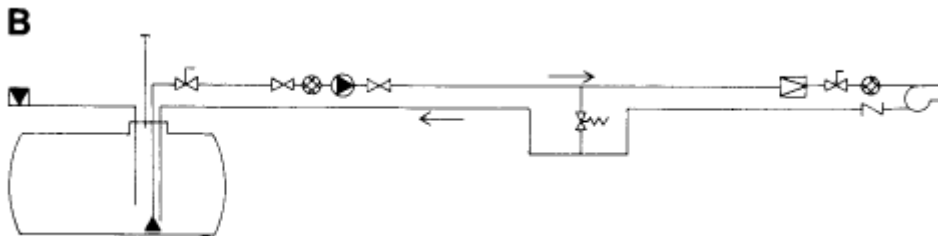


Figura 3. Depósito de gasóleo C y alimentación mediante bomba de trasiego.

ANEJO VI:

**DIMENSIONADO DE EQUIPOS
Y ZONAS**

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

ANEJO VI. DIMENSIONADO DE EQUIPOS Y ZONAS

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	DIMENSIONADO DE EQUIPOS.....	4
2.1.	Zona de recepción de materias primas.....	4
2.1.1.	Báscula	4
2.2.	Línea del espárrago entero	5
2.2.1.	Escaldador	5
2.2.2.	Cinta	6
2.2.3.	Elevador.....	6
2.2.4.	Calibradora	7
2.2.5.	Peladora	7
2.2.6.	Mesa embotado y transporte.....	8
2.3.	Línea de tallo	8
2.3.1.	Criba de preselección.....	8
2.3.2.	Escaldador – elevador.....	9
2.3.3.	Calibradora	9
2.3.4.	Peladora	10
2.4.	Mesa de envases.....	10
2.5.	Dosificadora de líquido de gobierno.....	11
2.5.1.	Depósito del líquido de gobierno.....	12
2.6.	Precalentador	12
2.7.	Cerradora	13
2.8.	Autoclave	14
2.8.1.	Determinación del número de autoclaves.....	14
3.	DIMENSIONADO DE MAQUINARIA AUXILIAR.....	15
3.1.	Carretilla elevadora eléctrica	15
3.2.	Transpaleta manual	16

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

3.3. Pórtico Liger Motorizado (PLM) / Empuje manual (PLE).....	17
4. DIMENSIONADO CÁMARA DE REFRIGERACIÓN.....	18
4.1. Cálculo del volumen de frío.....	18
5. DIMENSIONADO DE LA PLANTA	20
6. RESUMEN DIMENSIONADO DE EQUIPOS POR ÁREAS	22
7. DIMENSIONADO DE LOS DEPARTAMENTOS DE LA PLANTA	23

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo, se van a dimensionar todos los equipos implicados en la producción del espárrago en conserva. Además, se establecen las dependencias necesarias en dicha planta.

2. DIMENSIONADO DE EQUIPOS

Para dimensionar los equipos se va a tener en cuenta, que conforme a la cantidad de producción diaria de espárragos estimada se va a utilizar una cadena de producción automática que tiene capacidad de transformar de 200/250 espárragos/min. En nuestro caso se transformarán 140 espárragos por minuto. Como ya se ha dicho en anteriores ocasiones se sobredimensiona la cadena de procesado de espárragos cubriendo posibles aumentos de producción.

2.1. Zona de recepción de materias primas

2.1.1. Báscula



Figura 1. Báscula de pesaje de la materia prima

Este equipo se utilizará para llevar a cabo el pesaje de las cajas de espárragos recepcionadas por los agricultores. Las cajas suelen contener alrededor de 30 kg. Este equipo tiene una capacidad de 300 kg con una resolución de $\pm 0,05$ kg.

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

Tabla 1. Dimensiones y características báscula.

Dimensiones y características	Equipo
Dimensiones plataforma (m)	0,45×0,7
Altura máxima	0,82 m
Superficie	0,315 m ²
Peso aproximado	10,9 kg
Material	Plataforma de acero lacado Plato y columna de acero inoxidable
Consumo eléctrico	0,2 kW

2.2. Línea del espárrago entero

2.2.1. Escaldador

Este equipo realiza varias funciones, las cuales son:

- Cortes regulables para espárragos y tallos.
- Prelavado por inmersión y sobre lavado.
- Escaldado progresivo regulado mediante una electroválvula y se registra la temperatura a través de un graficador.
- Posiciona los espárragos en una cinta.

Tabla 2. Dimensiones y características escaldador.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	5,5 m
Anchura máxima	1 m
Altura máxima	1,50 m
Superficie	5,5 m ²
Peso aproximado	250 kg
Material	Acero inoxidable
Consumo eléctrico	2 motores de 1,5 kW
Consumo eléctrico motovariador	0,4 kW.

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

2.2.2. Cinta

Las funciones que realiza la cinta son:

- Refrigeración mediante duchas.
- Control y retirada de unidades anómalas.
- Transporte hasta el elevador donde se refrigera el producto.

Tabla 3. Dimensiones y características cinta.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	2,50 m
Anchura máxima	0,80 m
Altura máxima	1,50 m
Superficie	2 m ²
Peso aproximado	100 kg
Material	Acero inoxidable
Consumo eléctrico	0,4 kW.

2.2.3. Elevador

Las funciones que realiza el elevador son:

- Recepción del espárrago en un lecho de agua de corriente continua.
- Transporte hasta la máquina calibradora en 12 cintas diseñadas para posicionar los espárragos alineados.

Tabla 4. Dimensiones y características elevador.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	2,20 m
Anchura máxima	1,50 m
Altura máxima	2 m
Superficie	3,3 m ²
Peso aproximado	200 kg
Material	Acero inoxidable
Consumo eléctrico	0,8 kW.

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

2.2.4. Calibradora

Las funciones que realiza la calibradora son:

- Selecciona los diámetros en 26 calibres con diferencias progresivas de 0,25 mm.
- Alimenta automáticamente a las máquinas peladoras mediante cadena transportadora.

Tabla 5. Dimensiones y características calibradora.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	12,10 m
Anchura máxima	1,50 m
Altura máxima	1,70 m
Superficie	18,15 m ²
Peso aproximado	200 kg
Material	Acero inoxidable
Consumo eléctrico	0,8 kW.

2.2.5. Peladora

Las funciones que realiza la peladora son:

- Pelado del espárrago.
- Expulsión de las pieles a la zona de evacuación.
- Expulsión del espárrago pelado a las bandejas de embotado.

Aquellos espárragos o tallos que tengan unas características morfológicas no uniformes (curvados, ovalados...) serán pelados con la misma facilidad que los normales. En el caso de que se considere necesario, se pelarán manualmente.

Tabla 7. Dimensiones y características peladora.

Dimensiones y características	Equipo
Peso aproximado	60 kg
Motor	1,2 kW

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

2.2.6. Mesa embotado y transporte

Las funciones que realiza la mesa de embotado y transporte son:

- Envasado y transporte de los envases hasta la zona de cerrado.
- Evacuación las pieles y subproductos.
- Suministro de agua a la zona de pelado y envasado.
- Soporte de máquinas peladoras.

Tabla 6. Dimensiones y características mesa embotado y transporte.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	12 m
Anchura máxima	1,20 m
Altura máxima	1 m
Superficie	14,4 m ²
Peso aproximado	300 kg
Material	Acero inoxidable
Consumo eléctrico	0,4 kW.

2.3. Línea de tallo

2.3.1. Criba de preselección

Las funciones que realiza la criba de preselección son:

- Esta criba está diseñada para separar los tallos de espárragos aprovechables por su diámetro, de aquellos que tengan un diámetro inferior al establecido. Así se eliminan y no se gasta energía en transformarlos siendo que luego van a tener que ser desechados.
- Transporta los tallos aptos hasta la máquina escaldadora.

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

Tabla 8. Dimensiones y características criba.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	2 m
Anchura máxima	0,70 m
Altura máxima	1,50 m
Superficie	1,4 m ²
Peso aproximado	110 kg
Consumo eléctrico motor reductor	0,4 kW
Material	Acero inoxidable
Consumo eléctrico	0,4 kW

2.3.2. Escaldador – elevador

Las funciones que realiza el escaldador-elevador son:

- Escaldado de los tallos
- Transporte y elevación de los tallos, colocándolos de forma regulada sobre una máquina calibradora.

Tabla 9. Dimensiones y características escaldador-elevador.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	4,10 m
Anchura máxima	0,45 m
Altura máxima	2 m
Superficie	1,845 m ²
Peso aproximado	260 kg
Material	Acero inoxidable
Motor reductor	0,2 kW

2.3.3. Calibradora

Las funciones que realiza la máquina calibradora son:

- Selecciona los tallos en seis grosores distintos.
- Distribuye los tallos a las máquinas peladoras directamente.

Las características de este equipo son:

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

- Como los demás equipos, salvo la máquina peladora, está fabricado en acero inoxidable. Salvo los rodillos de selección que son de aluminio y están recubiertos de una banda rugosa.
- La cadena triangular de transporte es de fibra de vidrio.
- También incorpora una cinta transportadora de retirada de subproductos con un motor reductor de 0,2 kW.

Tabla 10. Dimensiones y características calibradora.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	3,6 m
Anchura máxima	0,64 m
Altura máxima	1,70 m
Superficie	2,304 m ²
Peso aproximado	100 kg
Motor reductor	0,4 kW

2.3.4. Peladora

Las funciones que realiza la máquina peladora son:

- Esta diseñada partiendo de la misma técnica que la maquina peladora de espárragos, pero en este caso es especial para el pelado de tallos.
- Posee un sistema exclusivo de alimentación que recibe directamente los tallos para pelarlos de forma automática.

Tabla 11. Dimensiones y características peladora.

Dimensiones y características	Equipo
Peso aproximado	60 kg
Motor reductor	1,2 kW
Material	Aluminio y acero inoxidable

2.4. Mesa de envases

Donde se encuentran los envases para posteriormente ser rellenados por el operario en función de si son tallos, yemas o espárragos. En esa mesa están colocados los envases.

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

Tabla 12. Dimensiones y características mesa de envases.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	12 m
Anchura máxima	1,20 m
Altura máxima	1 m
Superficie	14,4 m ²
Material	Acero inoxidable

2.5. Dosificadora de líquido de gobierno

La dosificadora esta provista de un depósito para guardar el líquido de gobierno y calentarlo posteriormente a 60°C y lleva una cinta transportadora.

La cantidad total de espárragos a enlatar a la hora es de 147,595 kg/h y la cantidad de liquido de gobierno necesaria es de 86,79 kg/h.

Como la densidad del líquido de gobierno, es de 1,0291 kg/l. El volumen de líquido de gobierno será:

$$86,79 \frac{kg}{h} \text{ líq. gov.} \times \frac{1 \text{ litro}}{1,0291 \frac{kg}{l}} = 84,33 \frac{l}{h} \text{ líq. gov}$$

$$86,79 \frac{kg}{h} \text{ líq. gov.} \times \frac{1 \text{ lata}}{0,280 \text{ kg liq. gov}} = 309,96 \approx 309 \frac{\text{latas}}{h}$$

Por lo tanto, se instalará una dosificadora y por ella pasarán 309 latas cada hora.

Tabla 13. Dimensiones y características dosificadora.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	4 m
Anchura máxima	0,7 m
Altura	2 m
Superficie	2,8 m ²
Consumo eléctrico	0,2 kW

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

2.5.1. Depósito del líquido de gobierno

El volumen de líquido de gobierno necesario es de 84,33 l/h y el depósito se va a calcular para una autonomía de 8 horas, es decir para la producción diaria. Además, posee un agitador para homogeneizar la mezcla.

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

$$0,08433 \frac{m^3}{h} \times 8 \text{ horas} = \pi \times \frac{D^2}{4} \times h$$

A su vez, manteniendo la relación $\frac{h}{D} = 2$.

Por lo tanto, las dimensiones del depósito serán:

Tabla 14. Dimensiones y características depósito.

Dimensiones y características	Equipo
Diámetro	0,80 m
Altura	1,60 m
Área de la base	0,502 m ²
Consumo eléctrico	0,4 kW

2.6. Pre calentador

La cantidad de latas que llegan a los pre calentadores es de 309 latas/h y el proceso dura alrededor de 7 minutos.

$$309 \frac{\text{latas}}{h} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ minutos}} = 5 \text{ latas/min}$$

En cada pre calentador caben 48 latas. En los 7 minutos que dura el proceso se obtienen:

$$5 \frac{\text{latas}}{\text{min}} \times 7 \text{ minutos} = 35 \text{ latas}$$

Por lo tanto, necesitaremos 1 pre calentador.

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

Tabla 15. Dimensiones y características precalentador.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	1,5 m
Anchura máxima	1 m
Altura	2 m
Superficie	1,5 m ²
Consumo eléctrico	0,2 kW

2.7. Cerradora

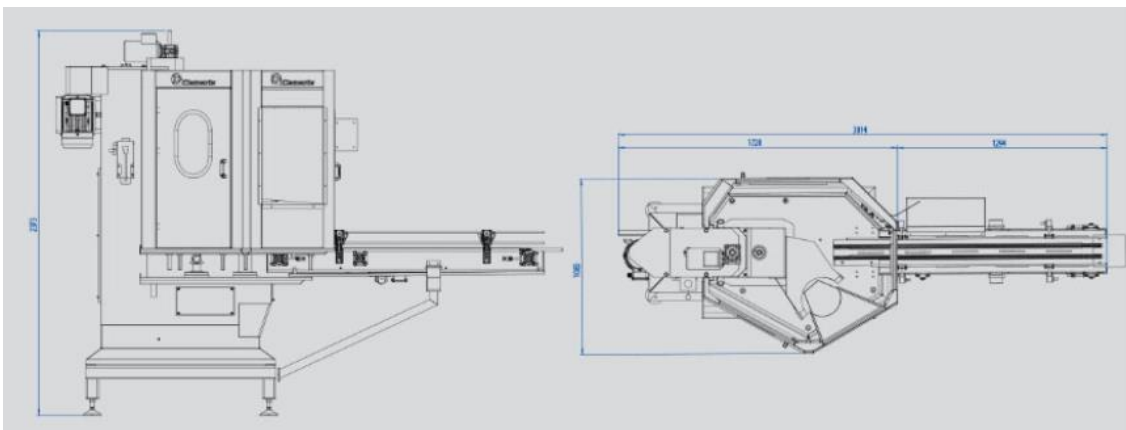


Figura 2. Cerradora automática de envases.

Las funciones que realiza la máquina cerradora son:

- El cerrado hermético de las latas.
- Puede llegar a cerrar 30 latas/min

Se dispone de 1 máquina cerradora con un motor de 6 CV. Este equipo está provisto de todos los accesorios para su correcto funcionamiento. Funcionamiento automático y está fabricada en acero inoxidable. Puede procesar latas cilíndricas y de forma.

Tabla 16. Dimensiones y características cerradora.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	3,814 m
Anchura máxima	1,083 m
Altura	2,93 m
Superficie	11,175 m ²
Consumo eléctrico	4,5 kW

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

2.8. Autoclave

2.8.1. Determinación del número de autoclaves

El número de latas que pueden caber en un autoclave son 480. En este caso, solo se necesitará un autoclave ya que:

$$116,94 \frac{kg}{h} \times \frac{1 \text{ lata}}{0,5 kg} = 233,88 \approx 233 \frac{\text{latas}}{h}$$

A pesar de que actualmente, la cantidad de latas por hora producidas de espárragos son inferiores a la capacidad del autoclave. Se van a realizar los cálculos para el caso más desfavorable posible, es decir para 480 latas. Ya que así, se asegura que el tratamiento térmico es el adecuado y en el caso de que las necesidades de procesado aumentaran, poder cubrirlas sin riesgos. Además, se intentará cargar el autoclave a máximos introduciendo las latas de tallos y yemas:

$$1,45 \frac{kg \text{ yemas}}{h} \times \frac{1 \text{ lata}}{0,5 kg} = 2,9 \frac{\text{latas de yemas}}{h}$$

$$29,2 \frac{kg \text{ yemas}}{h} \times \frac{1 \text{ lata}}{0,5 kg} = 58,4 \frac{\text{latas}}{h}$$

Se dispondrá de un autoclave discontinuo, vertical, sin agitación.

Tabla 17. Dimensiones y características autoclave.

Dimensiones y características	Equipo
Diámetro	1,07 m
Altura	1,69 m
Área	5,65 m ²
Consumo	2 kW

La altura del autoclave corresponde a la distancia desde el borde del autoclave sin tapa hasta la curvatura del fondo.

Para poder introducir y extraer las jaulas del autoclave, será necesaria la instalación de un puente grúa. Se dispondrá en el techo de la planta encima del autoclave.

3. DIMENSIONADO DE MAQUINARIA AUXILIAR

3.1. Carretilla elevadora eléctrica



Figura 3. Carretilla elevadora eléctrica

La carretilla elevadora eléctrica de tres ruedas se utilizará para que el operario transporte los envases, la materia prima y el producto terminado por la planta de procesado. Puede llegar a elevar hasta 2000 kg y su centro de carga es de 500 mm.

Tabla 18. Dimensiones y características carretilla.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	3,119 m
Altura	2,125 m
Anchura máxima	1,140 m
Longitud horquillas	1,969 m
Radio de giro	1,610 m
Peso	3342 kg
Altura elevación máxima	4,335 m
Superficie	3,56 m ²
Consumo	10 kW

3.2. Transpaleta manual



Figura 3. Transpaleta manual

La transpaleta manual también va a permitir al operario transportar los envases, materia prima y producto acabado a lo largo de la planta. En este caso, es manual, aunque posee una bomba hidráulica de acero con válvula de seguridad que facilita su uso. Puede llegar a transportar hasta 2000 kg de carga útil.

Tabla 19. Dimensiones y características transpaleta.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	1,520 m
Altura	1,220 m
Anchura máxima	0,695 m
Longitud horquillas	1,15 m
Radio de giro	1,370 m
Peso	70 kg
Superficie	1,06 m ²
Altura elevación máxima	0,200 m

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

3.3. Pórtico Ligero Motorizado (PLM) / Empuje manual (PLE)



Figura 4. Pórtico Ligero Motorizado (PLM) / Empuje manual (PLE)

Es un dispositivo preparado para elevar una carga y transportarla sin esfuerzo hasta el lugar de destino, gracias a la acción de motores a ambos lados del pórtico, y bajo el control de un solo operador. Se utilizará para poder extraer los envases del autoclave vertical.

La carga estimada que deberá levantar será de 680,18 kg entre los envases, donde se tiene en cuenta la capacidad máxima del autoclave incluido los espárragos y líquido de gobierno, y el acero, el cual corresponde a las jaulas, jaulillas y latas. A pesar de ello se decide sobredimensionar el equipo por posibles aumentos de capacidad y se utilizará un pórtico con una capacidad máxima de carga de 2000 kg.

Los pórticos van equipados con ruedas de poliamida o de núcleo de acero y banda de poliuretano, con lo que requieren para un correcto funcionamiento un suelo consistente, liso, y con pendiente máxima del 2%.

Tabla 20. Dimensiones y características pórtico.

Dimensiones y características	Equipo
Longitud	2,0 m
Anchura máxima	1,5 m
Altura	3,0 m
Superficie	3 m ²
Consumo eléctrico	4 kW

4. DIMENSIONADO CÁMARA DE REFRIGERACIÓN

4.1. Cálculo del volumen de frío

La cantidad de espárragos almacenada en la cámara de refrigeración será la correspondiente a los dos días en los cuales la planta no se transforma producto. Ya que, de lunes a viernes, tal cual entre el espárrago en la explotación será procesado para obtener un producto con la máxima calidad posible. Además, tal y como se describe en el proceso de producción el espárrago no puede ser almacenado durante un periodo superior a 3 días.

Se realizan los cálculos teniendo en cuenta la entrada de materia prima durante el sábado y el domingo. También se considerará la posibilidad de que un día se produzca una parada en la producción.

$$1450 \frac{kg}{día} \times 3 \text{ días} = 4350 \text{ kg}$$

A pesar de que se produzca entrada de materia prima almacenable los sábados y los domingos habrá que tener en cuenta una rotación del producto, es decir los lunes se procesará los 1450 kg que entran el sábado, junto una parte de los 1450 kg que entran el domingo, hasta alcanzar los 2000 kg que se procesan diariamente. Y así consecutivamente durante todos los días, con el objetivo de que el producto no esté almacenado en la cámara durante más de 3 días y se lignifique como se ha explicado en el Anejo II. Proceso Productivo.

Además, sobredimensionamos la capacidad necesaria de la cámara para posibles aumentos de producción en un 10%.

$$4350 \text{ kg} \times \frac{110 \text{ kg de espárragos}}{100 \text{ kg de espárragos}} = 4785 \text{ kg} \approx 4800 \text{ kg}$$

El volumen de frío se calcula teniendo en cuenta la densidad de estiba, que para vegetales oscila entre 170-220 kg/m³ y para la cantidad de 4800 kg de espárragos. Se toma como valor de densidad, la menor dentro del rango recomendado.

$$\text{Volumen de la cámara} = \frac{\text{Masa deseable almacenable}}{\rho_{\text{estiba}}}$$

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

$$\text{Volumen cámara} = \frac{4.800 \text{ kg}}{170 \text{ kg/m}^3} = 28,24 \text{ m}^3$$

4.2. Dimensionado de la cámara

Para poder dimensionar la cámara, se debe tener en cuenta:

- Las cajas se apilarán siempre de forma que se permita una buena circulación del aire dentro de la cámara. Por ello, las cajas se colocarán perpendicularmente al evaporador con las aperturas de forma paralela a la circulación del aire. Para la correcta circulación del aire dentro de la cámara se han seguido una serie de recomendaciones:
 - Las cajas de espárragos se dispondrán en bloque delante del evaporador evitando dejar pasillos ya que dan lugar a vías preferenciales de circulación de aire y espacios muertos. Además, se intentará que estén lo más perpendiculares posibles a la pared donde está el evaporador.
 - No colocar cajas delante del evaporador, porque harán de barrera donde el aire chocará y volverá de nuevo al evaporador sin cumplir su objetivo máximo.
 - Debe dejarse un mínimo de 50 cm entre las cajas y el techo en la parte superior de la cámara. Esto es necesario, para que el aire que sale del evaporador se dirija hacia el fondo.
 - Debe haber unos 25 cm en el fondo de la cámara, para que el aire que salga del evaporador pueda circular hasta el fondo, descender por el espacio que se ha dejado y volver de nuevo hacia el evaporador atravesando toda la masa de espárragos. Gracias a la depresión creada por los evaporadores, se genera una fuerza que empuja el aire desde el fondo hasta la parte delantera de la cámara facilitando la entrada de nuevo del aire caliente al evaporador.
 - El inferior debe estar como máximo a 20 cm en ambos lados de la cámara. Si se supera esta distancia, se crean corrientes elevadas de aire en los laterales con la consiguiente deshidratación de la zona.
 - Se dejan 5 cm aproximadamente entre filas de cajas para mejorar la circulación del aire a través de los mismos.
- Las cajas donde se almacenan los espárragos serán de 62,5×46×36,5 cm. La cantidad aproximada en peso es de 30 kg espárragos/caja.

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

$$\text{Cantidad de cajas} = \frac{4.800 \text{ kg de espárragos}}{30 \text{ kg por caja}} = 160 \text{ cajas}$$

Cada caja ocupa una superficie de 0,105 m³ y en altura apiladas pueden amontonarse un máximo de 5 cajas, ya que se deben tener en cuenta las consideraciones anteriores.

En base a los datos obtenidos, para un volumen de 28,24 m³ y teniendo en cuenta las condiciones anteriores, se instalará una única cámara con las siguientes características:

Tabla 21. Dimensión de la cámara frigorífica

Cámara de refrigeración	Dimensiones con espesor	Dimensiones sin espesor
Longitud (m)	3,5 m	3,34 m
Anchura (m)	5 m	4,84 m
Altura (m)	2 m	1,88 m
Superficie total (m ²)	17,5 m ²	16,16 m ²
Volumen frigorífico interior (m ³)	30,39 m ³	
Volumen total exterior (m ³)	35 m ³	
Número máximo de cajas	180 cajas	
Capacidad máxima (kg)	5400 kg	

Las dimensiones de la cámara se han calculado, de acuerdo a las disposiciones anteriores, respetando las distancias tanto entre cajas como con las paredes de la cámara.

5. DIMENSIONADO DE LA PLANTA

A la hora de dimensionar la planta, se debe tener en cuenta además del dimensionado de los equipos que se encontrarán en la sala de trabajo, de la cámara de refrigeración, de la caldera y del depósito de combustible que se encontrará en el exterior de la planta, el resto de dependencias que constituirán la planta. Las cuáles serán:

- Zona de recepción de la materia prima.
- Almacén de materias primas.
- Almacén de producto acabado.
- Almacén de envases.
- Recepción

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

- Vestuarios y aseo, tanto femenino como masculino.
- Oficina.
- Comedor
- Almacén de productos de limpieza.

Resulta importante recalcar que es una empresa pequeña, por lo tanto, habrá una única sala de oficinas donde un encargado será el que se ocupe de la correcta gestión de la empresa.

Además, respecto a la disposición de los equipos, se ha tenido en cuenta la facilidad de movimiento a lo largo de la empresa, tanto de los operarios como de la maquinaria auxiliar, que será la que transporte los envases o los productos terminados a las dependencias correspondientes.

En los planos se puede observar la distribución y dimensiones en planta de la industria. Se han realizado de acuerdo a lo calculado en el presente anejo.

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

6. RESUMEN DIMENSIONADO DE EQUIPOS POR ÁREAS

Tabla 22. Dimensionado de equipos por áreas

Área		Máquina	Unidad	Superficie (m ²)
Zona de caldera		Caldera	1	20,024
Exterior		Depósito de gasóleo	1	7,5445
Línea de procesado	Línea del espárrago entero	Escaldador	1	5,5
		Cinta	1	2
		Elevador	1	3,3
		Calibradora	1	18,15
		Mesa de embotado y transporte	1	14,4
		Peladora	1	Sobre la cinta transportadora
	Línea del tallo	Criba preselección	1	1,4
		Escaldador-Elevador	1	1,845
		Peladora	1	Sobre la cinta transportadora
		Calibradora	1	2,304
		Dosificadora líquido de gobierno	1	2,8
	Línea del espárrago entero y tallos	Mesa de envases	1	14,4
		Depósito líquido de gobierno	1	0,502
		Precalentador	1	1,5
		Cerradoras	1	11,175
		Autoclave	1	5,65
Sala de procesado		Cámara de refrigeración	1	17,5
Sala de procesado	Maquinaria auxiliar	Carretilla elevadora eléctrica	1	3,56
		Transpaleta manual	1	1,06
		Pórtico Ligero Motorizado (PLM) / Empuje manual (PLE)	1	3

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

7. DIMENSIONADO DE LOS DEPARTAMENTOS DE LA PLANTA

Las dimensiones finales de la planta serán de 48 metros de longitud y la anchura de la nave de 20 metros.

- **Vestuarios:** Se cuenta con vestuarios separados, uno masculino y otro femenino. Ambos tienen las mismas dimensiones y los mismos materiales. Están provistos de tres duchas, tres inodoros, taquillas individuales, tres bancos, tres lavabos, tres espejos y un secamanos de aire. Además, cada vestuario tendrá un botiquín de primeros auxilios. Cada vestuario tiene una superficie de 33,81 m², cumpliendo así lo establecido en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- **Comedor:** La planta cuenta con un comedor con acceso desde el pasillo que divide la zona de procesado y los espacios interiores. En el comedor, habrá una nevera donde poder almacenar alimentos y bebidas en refrigeración, microondas donde calentar la comida, lavaplatos donde poder lavar los utensilios y mesas y sillas donde poder comer. Este espacio tiene una superficie de 29,64 m².
- **Recepción:** Se cuenta con una entrada principal que comunica con el pasillo y los distintos departamentos de la empresa, la zona de recepción tiene unas dimensiones aproximadas de 18 m². En esta zona se dispondrán sillas donde sentarse a esperar.
- **Oficinas:** Como se ha dicho anteriormente, solo habrá una oficina con dos mesas y sillas y todo el material necesario para llevar a cabo la gestión de la empresa. La oficina cuenta con un tamaño de 29,15 m².
- **Zona de recepción de materias primas:** Esta zona está diseñada para recepcionar las materias primas y en ella se encuentra el acceso a la cámara de refrigeración donde se almacenarán los espárragos hasta el procesado. Esta zona tendrá una báscula y habrá un operario encargado de distribuir y realizar el control de que la materia prima entre en las condiciones adecuadas. Las dimensiones sin incluir la cámara de refrigeración son de 16,66 m² y así mismo la cámara posee las dimensiones de 16,16 m².
- **Sala de procesado:** La sala de procesado cuenta con una superficie aproximada de 617,24 m². Aquí se encuentran todos los equipos necesarios para el procesado de los productos, colocados en la línea de trabajo y con los espacios necesarios para facilitar

Anejo VI. Dimensionado de equipos y zonas

el movimiento del personal con la traspaleta, la carretilla y el pórtico ligero motorizado. Además, en una esquina de la planta se ubicará la caldera.

- **Almacén de limpieza:** En el almacén de limpieza se almacenarán todos los productos necesarios para limpiar la planta. Las dimensiones son de 10,62 m².
- **Almacén de materias primas:** Cuenta con unas dimensiones de 10,62 m². Donde se almacenará principalmente la sal.
- **Almacén de envases:** Posee una superficie de 51,92 m² donde se almacenarán los envases.

Tabla 23. Resumen de las zonas y superficie que ocupan

Zona	Superficie (m2)
Zona de recepción de materias primas	16,66
Almacén de envases	44,16
Cámara de refrigeración	16,16
Sala de procesado	617,24
Recepción	18
Pasillo	23,58
Vestuario masculino	33,81
Vestuario femenino	33,81
Comedor	29,64
Oficina	29,15
Almacén limpieza	10,62
Almacén materias primas (sal)	10,62
Almacén producto terminado	51,92

ANEJO VII:

EDIFICACIÓN

Anejo VII. Edificación

ANEJO VII. EDIFICACIÓN

1. INTRODUCCIÓN	3
2. CERRAMIENTOS.....	3
2.1. Cubierta.....	3
2.2. Fachada	3
2.3. Falsos techos	4
3. CARPINTERÍA.....	4
3.1. Puertas.....	4
3.2. Ventanas	6
4. SOLERA	6
5. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA	7
6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA NAVE	10
7. TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	10
7.1. Pórticos hastiales e interiores.....	10
8. ACCIONES ADOPTADAS.....	11
9. CÁLCULO DE CORREAS DE CUBIERTA DE LA NAVE	11
10. CÁLCULO DE CORREAS HORIZONTALES DE LA NAVE.....	17
11. CÁLCULO DEL PÓRTICO TIPO	23
12. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LOS ENTRAMADOS HASTIALES....	45
13. CÁLCULO DE LAS ZAPATAS PARA PILARES METÁLICOS	58
13.1. Cálculo de las zapatas para pórticos interiores.....	58
13.2. Cálculo de las zapatas para pilares HEB-260 del pórtico hastial.....	66
13.3. Cálculo de las zapatas para pilares IPE-220 del pórtico hastial.....	74
14. URBANIZACIÓN DE LA PARCELA	82

Anejo VII. Edificación

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo VII. Edificación, se desarrollan los cálculos mecánicos para la elaboración de la planta teniendo en cuenta las dimensiones de los equipos, de las zonas de trabajo y demás departamentos.

Para la consecución de este anejo se recurrirá a los materiales facilitados por el profesor de la asignatura de Construcciones Agroindustriales.

2. CERRAMIENTOS

Se realizarán los cerramientos a través de paneles tipo sándwich con materiales aislantes. Ya que aporta una serie de ventajas al ser una industria alimentaria como controlar la temperatura, aislar acústicamente la planta y una buena limpieza. En el caso de los cerramientos exteriores, se debe tener en cuenta el comportamiento ante el fuego.

2.1. Cubierta

En la cubierta se instala panel sándwich de tres grecas, con un espesor de 50 mm. Estará formado por dos chapas de acero prelacado de 0,5 mm de espesor y una capa de poliuretano en la parte central entre ambas. El panel tiene un peso de 10,3 kg/m². Los paneles a su vez, poseen uniones específicas para el ensamblado de unas placas con otras, y se anclan a las correas mediante tornillería.

2.2. Fachada

La fachada se cubrirá por ambas caras partiendo desde el pilar, por motivos de higiene alimentaria y estética. Además, con esta solución se cumpliría con las condiciones de resistencia al fuego de la estructura portante, lo cual está más detallado en el Anejo XIII. Instalación de protección contra incendios.

En la parte exterior de la fachada, de acuerdo con el catálogo proporcionado por Italpanelli, se colocará un panel sándwich tipo fachada con un espesor de 50 mm, conformado por dos chapas de acero prelacado de 0,5 mm de espesor y una capa intermedia de poliuretano. El panel se colocará por toda la fachada exterior, desde el suelo hasta el encuentro con el panel de cubierta. El peso del panel será de 9,5 kg/m².

Anejo VII. Edificación

En la parte interior de la fachada, se colocará un panel frigorífico como acabado interior sanitario de 80 mm de espesor. El cual está conformado por dos chapas de acero precalado de 0,5 mm de espesor y una capa intermedia de poliuretano. El panel se colocará a lo largo de toda la fachada interior y el peso del panel será de 10,7 kg/m².

2.3. Falsos techos

Se colocarán en algunas zonas de la planta de producción zonas de techos más bajos que el de la cubierta de la nave, que serán los siguientes:

- En la cámara de refrigeración se coloca un techo, tal y como se indica en el Anejo VIII. Instalación Frigorífica de 60 mm a una altura de 2 metros.
- En la zona de oficinas, vestuarios, recepción, pasillo y comedor se colocará un falso techo de pladur aislado superiormente con lana mineral a una altura de 3 m. Esta lana de roca de 80 mm dotará del aislamiento térmico y acústico necesario para unas correctas condiciones de trabajo y habitabilidad en estas zonas.

3. CARPINTERÍA

3.1. Puertas

Puerta acceso a la cámara de refrigeración: La puerta de la cámara de refrigeración poseerá el mismo espesor que las paredes de la cámara, de 80 mm. Las dimensiones de la misma serán de 2 metros de ancho por 1,5 de altura. Será una puerta corredera.

Conforme a un catálogo técnico las características técnicas de la cámara serán:

- **Sistema de cierre:** Guía superior con sistema de doble caída para garantizar la hermeticidad, formada por materiales de acero inoxidable y aluminio anodizado. La guía dispone de un cubre guías con un diseño higiénico, estético y que permite acceso para regulación, mantenimiento y reparación. Guía lateral de aluminio anodizado, con tornillería oculta, diseño higiénico con banda de rodadura en polietileno de gran resistencia. Facilidad de tránsito peatonal y vehicular, al no disponer de piezas al suelo no tenemos problemas de impactos con personas y vehículos. Sistema de guías polivalentes, que están diseñadas para invertir el sentido de apertura en obra. Maneta interior y exterior de gran fiabilidad con su diseño ergonómico.

Anejo VII. Edificación

- **Marco:** Se emplea un sistema de marco y contramarco de aluminio anodizado de 20 micras, dispone de doble rotura térmica en su interior.
- **Hoja:** Formato de hoja de inyección compacta y superpuesta sobre al marco, realizada mediante plegado de chapa certificada de acero estructural sin necesidad de moldura perimetral ni soldadura, chapa de acero estructural de 0,6mm de espesor, con recubrimiento PET55 y color blanco. Este recubrimiento PET comporta con una excelente resistencia a los productos químicos, humedad, resistencia a la manipulación y al rayado. La hoja dispone de un burlete doble de EPDM flexible que garantiza el sellado perimetral y su hermeticidad. El recubrimiento PET (con film de polietileno) se comporta especialmente bien en ambientes agresivos y para los que se requiera de un certificación alimentaria para el uso con alimentos, ha sido ensayado en el laboratorio IANESCO (Informe ensayo n° 3843. Resultado: APTO USO ALIMENTARIO).
- **Aislamiento:** Núcleo poliuretano con una densidad de 40 kg/m³, con chapa de acero de 0,5 mm de espesor y con acabado inoxidable. Con un excelente comportamiento ante el fuego.

Puerta acceso a la zona de recepción de materias primas: La puerta de acceso a la zona de recepción de materias primas desde la zona exterior de la parcela, será corredera con unas dimensiones de 2 metros de ancha por 3 metros de altura. La puerta poseerá las mismas características que las fachadas, será de paneles de acero tipo sándwich.

Puerta acceso a la zona de almacén de envases: La puerta de acceso a la zona de almacén de envases desde la zona exterior de la parcela, será de 2 metros de ancha por 3 metros de altura. La puerta poseerá las mismas características que las fachadas, será de paneles de acero tipo sándwich.

Puerta de acceso personal y visitantes: La puerta de acceso del personal y visitantes desde la zona exterior de la parcela, serán cortafuegos. Estos modelos de puertas se emplearán a la entrada de los diferentes recintos de incendios.

Puertas de acceso a vestuarios, oficinas y comedor: Las puertas interiores de oficina, de la sala de comedor, pasillo de servicio para personal, aseos y vestuarios serán de madera con una anchura de 0,69 m y una altura de 2,1 metros.

Anejo VII. Edificación

Puerta acceso personal a la sala de procesado: La puerta de acceso del personal a la sala de procesado, será de aluminio con una anchura de 2 metros y altura de 2,1 metros.

Puerta acceso a almacén de envases y almacén de producto terminado: Estas puertas comunican la sala de procesado con dichos almacenes, las dimensiones de las mismas serán de 2 metros de ancho por 3 metros de altura.

Puerta almacén de limpieza y almacén de materias primas: Estas puertas serán de aluminio anchura de 0,69 m y una altura de 2,1 metros.

Puerta de expedición del producto terminado: La puerta de expedición del producto terminado la zona exterior de la parcela, será corredera con unas dimensiones de 3 metros de ancha por 3 metros de altura. La puerta poseerá las mismas características que las fachadas, será de paneles de acero tipo sándwich.

3.2. Ventanas

Se colocarán ventanas en la zona de oficinas, servicios y zona de recepción. Las ventanas serán de aluminio lacado en negro, con sistema de apertura corredera. Todas las ventanas tendrán la misma altura de 1,20 metros y la anchura de 0,99 m. En cambio, las ventanas de los vestuarios, tienen una altura de 60 cm, la misma anchura y con vidrio translucido.

4. SOLERA

La solera de la nave estará formada por una capa común en toda la instalación, formada por una solera de hormigón de 25 cm de espesor con barras de acero B-500S de 8 mm de espesor en cuadrícula de 15×15 cm. Como base a la solera, por debajo de estas se colocan 15 cm de zahorra.

Sobre la solera en la zona de oficinas se coloca una capa de mortero sobre la que se pondrán las baldosas. En el resto de instalaciones se aplica una capa de epoxi, de este modo se facilita la limpieza del suelo de las instalaciones.

En la cámara de refrigeración, posee una presolera de hormigón de 15 cm de espesor, tal y como figura en el Anejo de la instalación frigorífica. Como base a la solera y a la presolera, por debajo de estas se colocan 15 cm de zahorra.

5. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA

La planta se encuentra en un polígono industrial, donde hay empresas dedicadas al sector agroalimentario cercanas a la misma. La parcela es llana, sin irregularidades destacables en superficie y está cubierta por una pequeña capa de vegetación.

Se proyecta la cimentación de la nave, de acuerdo con el artículo 59. “Elementos de cimentación” de la instrucción de hormigón estructural (EHE-08). Se trata de una edificación de una única planta con estructura aporticada, a base de pilares y vigas de acero laminado. Las acciones características son reducidas, ya que se trata de una cubierta ligera, sin sobrecargas de uso.

Gracias al Instituto Geológico y Minero de España, se obtienen las características del terreno. El terreno se ubica en la cuenca de Ebro, geológicamente está constituido por materiales de la edad del Holoceno y en cuanto a la descripción de la unidad geológica, recintos geología, lo clasifica como terrazas medias.

De acuerdo con el informe sedimentológico correspondiente a la zona de estudio, se observa que el terreno está compuesto mayoritariamente por unidades evaporíticas. Esta unidad está constituida principalmente por yesos, en proporciones que generalmente superan el 85%, a los que también se asocian margas y muy raramente lutitas y carbonatos. El yeso que se observa posee un aspecto muy monótono en toda la superficie, y está constituido principalmente por yeso blanco alabastrino.

Anejo VII. Edificación

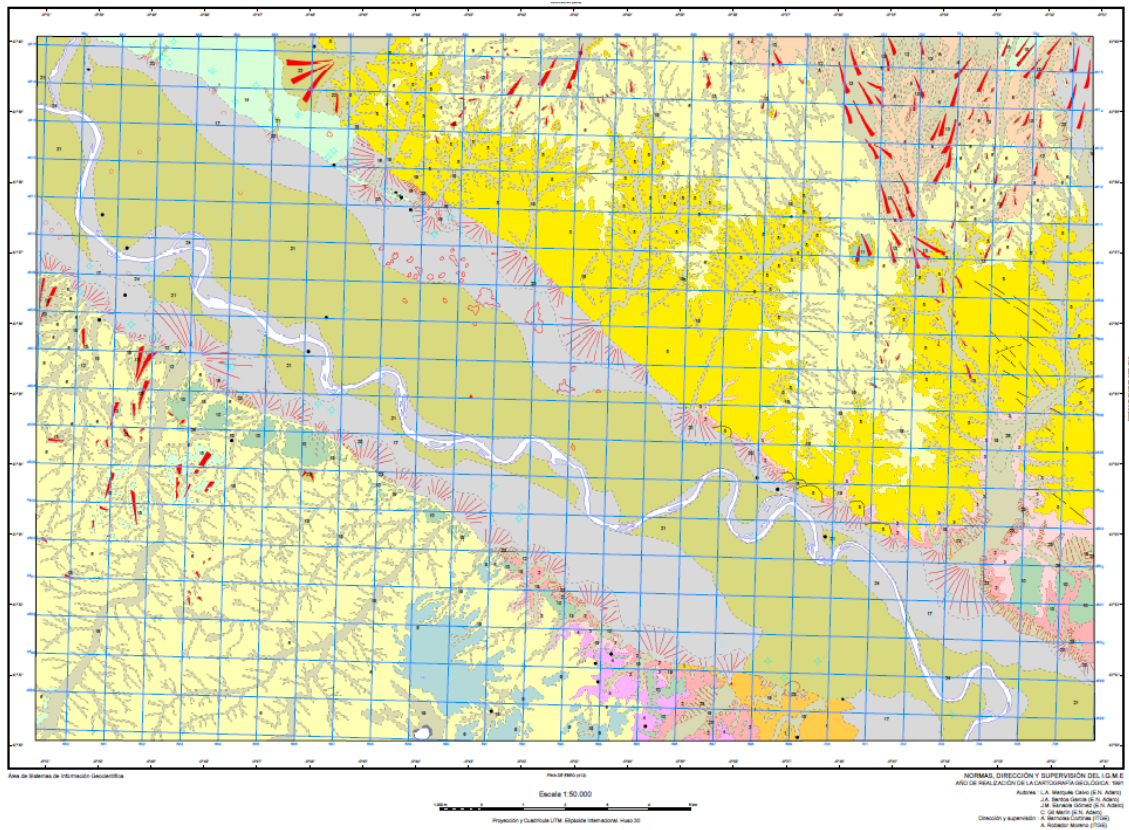


Figura 1. Mapa geológico donde se localiza el Polígono Industrial Malpica, en Escala 1:50.000.

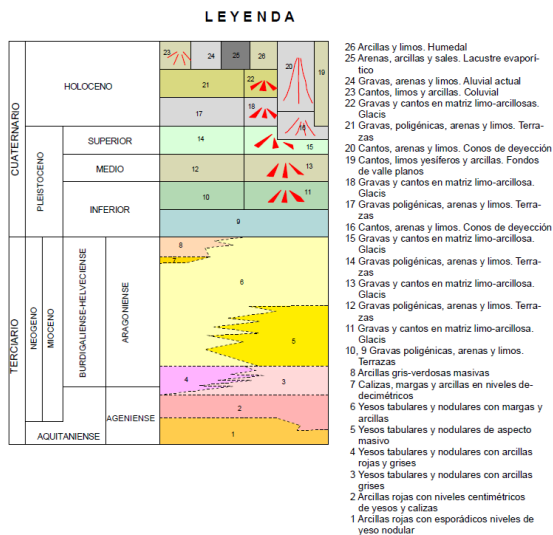


Figura 2. Leyenda del Mapa geológico del Polígono Industrial Malpica.

La realización de los informes geotécnicos se lleva a cabo por personal cualificado en la materia, el cual posee el material necesario para realizar los ensayos y pruebas.

Anejo VII. Edificación

De acuerdo con informe geotécnico realizado y con el Documento Básico Seguridad Estructural Cimientos, se obtiene la presión admisible a efectos orientativos sobre el terreno de 0,3 a 0,6 Mpa para arcillas duras. Para el caso de estudio, se asumirá finalmente un valor de $0,3 \text{ Mpa} = 3 \text{ N/mm}^2 = 3 \text{ kg/cm}^2 = 300 \text{ kN/m}^2$. Respecto al ángulo de rozamiento del terreno, basándose el valor en el Documento Básico Seguridad Estructural Cimientos, para el terreno natural posee un valor de 25° .

Tabla 1. Presiones admisibles a efectos orientativos.

Terreno	Tipos y condiciones	Presión admisible [Mpa]	Observaciones
Rocas	Rocas ígneas y metamórficas sanas ⁽¹⁾ (Granito, diorita, basalto, gneis)	10	Para los valores apuntados se supone que la cimentación se sitúa sobre roca no meteorizada
	Rocas metamórficas foliadas sanas ^{(1), (2)} (Esquistos, pizarras)	3	
	Rocas sedimentarias sanas ^{(1), (2)} Pizarras cementadas, limolitas, areniscas, calizas sin karstificar, conglomerados cementados	1 a 4	
	Rocas arcillosas sanas ^{(2), (4)}	0,5 a 1	
	Rocas diaclasadas de cualquier tipo con espaciamiento de discontinuidades superior a 0,30m, excepto rocas arcillosas	1	
	Calizas, areniscas y rocas pizarrosas con pequeño espaciamiento de los planos de estratificación ⁽³⁾	-	
	Rocas muy diaclasadas o meteorizadas ⁽³⁾	-	
Suelos granulares (% finos inferior al 35% en peso)	Gravas y mezclas de arena y grava, muy densas	>0,6	Para anchos de cimentación (B) mayor o igual a 1 m y nivel freático situado a una profundidad mayor al ancho de la cimentación (B) por debajo de ésta
	Gravas y mezclas de grava y arena, medianamente densas a densas	0,2 a 0,6	
	Gravas y mezclas de arena y grava, sueltas	<0,2	
	Arena muy densa	>0,3	
	Arena medianamente densa	0,1 a 0,3	
	Arena suelta	<0,1	
Suelos finos (% de finos superior al 35% en peso)	Arcillas duras	0,3 a 0,6	Los suelos finos normalmente consolidados y ligeramente sobreconsolidados en los que sean de esperar asentamientos de consolidación serán objeto de un estudio especial. Los suelos arcillosos potencialmente expansivos serán objeto de un estudio especial
	Arcillas muy firmes	0,15 a 0,3	
	Arcillas firmes	0,075 a 0,15	
	Arcillas y limos blandos	<0,075	
Arcillas y limos muy blandos			
Suelos orgánicos		Estudio especial	
Rellenos		Estudio especial	

⁽¹⁾ Los valores indicados serán aplicables para estratificación o foliación subhorizontal. Los macizos rocosos con discontinuidades inclinadas, especialmente en las cercanías de taludes, deben ser objeto de análisis especial.

⁽²⁾ Se admiten pequeñas discontinuidades con espaciamiento superior a 1 m.

6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA NAVE

- Longitud de la nave: 48 m.
- Luz de la nave: 20 m.
- Altura del pilar: 6 m.
- Altura de cumbrera: 8 m.
- Pendiente de cubierta (a dos aguas): 20%
- Separación entre pórticos: 6 m.
- Número de pórticos: 7 pórticos interiores y 2 pórticos hastiales.
- Pilares en hastial: 3 pilares, 1 en cumbrera y 2 en cada semivano.
- Término municipal: Zaragoza
- Altitud topográfica: 208 m.

7. TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

7.1. Pórticos hastiales e interiores

El pórtico hastial está formado por perfiles IPE-220 en los pilares hastiales y perfiles IPE-140 en los dinteles como se puede observar en la siguiente figura. Para los pilares exteriores del pórtico hastial se utiliza el mismo perfil que para los pórticos interiores.

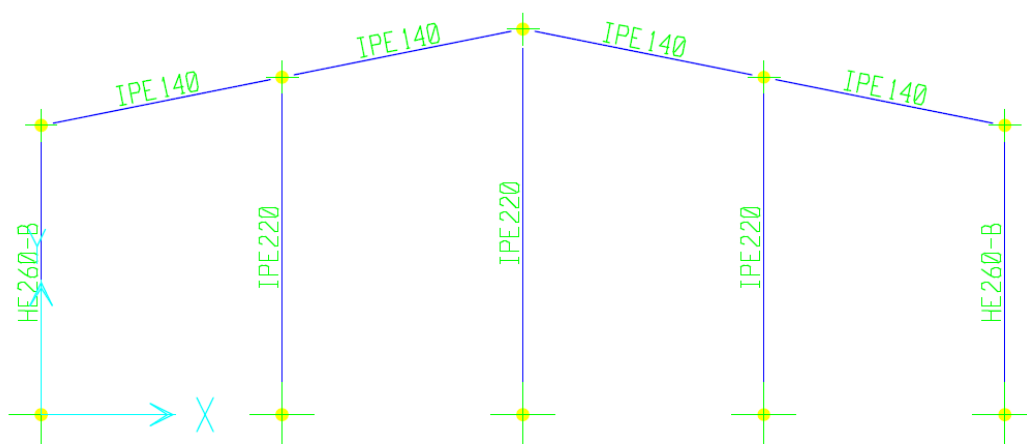


Figura 3. Pórtico hastial junto con la descripción de perfiles

Las uniones de los pilares son empotramientos y la unión de los pilares esquina con el dintel es rígida, con la diferencia de que la unión entre los pilares hastiales y el dintel que es articulada.

Anejo VII. Edificación

Los pórticos interiores están formados por perfiles IPE 400 para los pilares y perfil HEB 260 para las vigas o dinteles, como se puede observar en la figura.

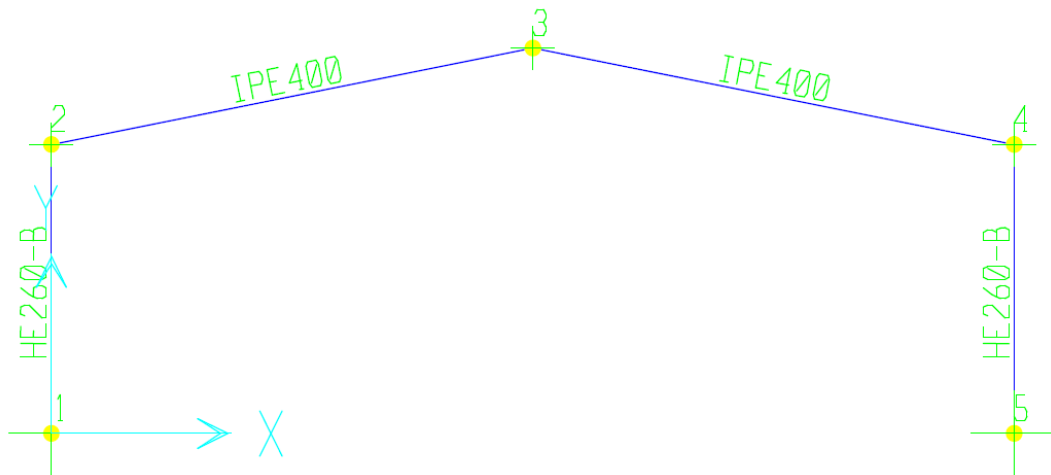


Figura 4. Pórtico central junto con la descripción de perfiles.

8. ACCIONES ADOPTADAS

El cálculo de la estructura se adoptará a las Acciones consideradas en Documento básico SE-AE Acciones en la edificación (CTE DB SE-AE), donde clasifica las distintas acciones que comprometen a la nave:

- Acciones permanentes: Donde se tendrá en cuenta el peso propio, el presentado y las acciones del terreno.
- Acciones variables: Donde se tendrá en cuenta la sobrecarga de uso, las acciones sobre barandillas y elementos divisorios, el viento, las acciones térmicas y la nieve.
- Acciones accidentales: Donde se tendrá en cuenta los sismos, los incendios y los impactos.

9. CÁLCULO DE CORREAS DE CUBIERTA DE LA NAVE

El cálculo de las correas de cubierta de la nave, se ha realizado con el archivo Excel que se presenta a continuación. El cálculo se realiza en 5 etapas:

1. Acciones características
2. Hipótesis de carga
3. Cálculo de esfuerzos
4. Comprobación a resistencia

5. Comprobación a deformación

Todas las etapas mencionadas están implementadas en la Excel.

1. DETERMINACIÓN DE ACCIONES CARACTERÍSTICAS.

Las acciones sobre las correas se determinan atendiendo al CTE DB SE-AE.

1.1.ACCIONES PERMANENTES

A. Peso propio

M1 T2 2.1 4a-PRONTUARIO CORREAS C GALVANIZADAS

	kg/m	kN/m
. Correas C 200-60-2,5	6,7	0,067

B. Carga permanente.

. Cubierta de panel e=50 mm

	kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
7.1 METALPANEL 62	10,3	0,103	1,39	14,32	0,1432

. Falso techo de panel frigorífico e=60 mm

	kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
M1 T3 8.1 ISOTERM 62	9,9	0,099	1,39	13,76	0,1376

TOTAL ACCIONES PERMANENTES:

kg/m	kN/m
34,78	0,35

1.2. ACCIONES VARIABLES

A. Sobrecarga de uso.

Según CTE AE, punto 3, tabla 3.1, pag 5.

Categoría de uso: **G** Subcategoría: **G1** Cubiertas ligeras sobre correas

.Sobrecarga de uso por unidad de superficie en proyección horizontal, q:

.Superficial uniforme:	0,4	kN/m ²	Uso G1	Más desfavorable
.Puntual no simultánea: (párrafo 2)	1	kN	Uso G1	

. Ambas no concomitantes con resto de acciones variables, que son superiores. Se desprecian frente a ellas. (Nota 7, Tabla 3.1)

Anejo VII. Edificación

B. Sobrecarga de Nieve. Según CTE AE, punto 3.5, pag 10.

.Sobrecarga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, qn:

. Coeficiente de forma de la cubierta (CTE AE 3.5.3 pg11):	n=	1	
. Zona climática de invierno en el emplazamiento:		2	CTE AE Pag 42
. Altitud topográfica s.n.m.:	208	m	CTE AE TABLA E2 p42 M1 T3 EXCEL INTERPOLACIÓN
. Valor característico de la carga de nieve (t.h.):	Sk=	0,504	kN/m ²
. Sobrecarga de nieve:	qn= n x Sk=	0,50	kN/m ²
. Acción lineal de nieve sobre la correa:			
	Intereje correas(m)	1,39	
	kg/m ²	50,4	
	kN/m ²	0,50	
	kg/m	70	
	kN/m	0,70	

C. Acción de viento.

PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO. CTE AE ANEXO D Figura D1 pag22.

. Zona climática por velocidad de viento:	B	FIG D.1
. Presión dinámica del viento en esa zona: qb=	0,45	kN/m ²

COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN Ce. CTE AE Tabla 3.4. pag 8.

. Grado de aspereza del entorno:	IV
. Altura del punto considerado:	6
. Coeficiente de exposición :	Ce= 1,4 M1 T3 EXCEL INTERPOLACIÓN

COEFICIENTES EÓLICOS. CUBIERTA A DOS AGUAS. Tabla D6 ANEXO D CTE AE pag30.

. Longitud de la cubierta: b(m)=	48	
. Ancho de la cubierta: d(m)=	20	
. Altura de la cumbrera: h(m)=	8	
. e = min (b,2h) =	16	e/10= 1,6 m ANCHOS de F G J

. Coeficientes eólicos: TABLA D6 VIENTO -45 +45 CTE AE Pag 30

. Pendiente de cubierta:	11,3°	pte 20%	RAD 0,19722
--------------------------	-------	---------	-------------

. Faldón a barlovento: ZONAS F G H

INTERPOLACIÓN	
Grados	Coef. Eólico
5	0
15	0,2
11,3	0,126

. Coeficiente eólico medio de succión:	-0,50
	ZONA F ZONA G ZONA H
Cp=	-1,196 -0,948 -0,411
Sup=	12,80 64,00 403,2 480,00

INTERPOLACIÓN	
Grados	Coef. Eólico
15	0,2
30	0,7
19,29	0,34

. Coeficiente eólico medio de presión:	0,13
	ZONA F ZONA G ZONA H
Cp=	0,126 0,126 0,126

Anejo VII. Edificación

		.Faldón a sotavento:	ZONAS I J	1,6 ANCHO de J
INTERPOLACIÓN				.Coeficiente eólico medio de succión:
Grados	Coef. Eólico			-0,53
5	0,2	ZONA I	ZONA J	
15	0	Cp=	-0,47 -0,85	Sup faldón
11,3	0,07	Sup=	403,20 76,80	480,00
INTERPOLACIÓN				.Coeficiente eólico medio de presión:
Grados	Coef. Eólico			0,01
15	-1	ZONA I	ZONA J	
30	-0,5	Cp=	0 0,07	
19,29	-0,88	Sup=	403,20 76,80	

. Acción superficial de viento en forma de presión estática:

.Faldón a barlovento:

.Succión:
 $q_e = q_b \times C_e \times C_p =$ **-0,32** kN/m²

.Presión:
 $q_e = q_b \times C_e \times C_p =$ **0,08** kN/m²

.Faldón a sotavento:

.Succión:
 $q_e = q_b \times C_e \times C_p =$ **-0,33** kN/m²

.Presión:
 $q_e = q_b \times C_e \times C_p =$ **0,01** kN/m²

. Acción lineal característica de viento sobre la correa:

.Faldón a barlovento:

.Succión:		Intereje correas(m)		
kg/m ²	kN/m ²		kg/m	kN/m
-32	-0,32	1,39	-44,09	-0,44

.Presión:		Intereje correas(m)		
kg/m ²	kN/m ²		kg/m	kN/m
8	0,08	1,39	11,03	0,11

Anejo VII. Edificación

.Faldón a sotavento:

.Succión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
-33	-0,33	1,39	-46,48	-0,46

.Presión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
1	0,01	1,39	0,98	0,01

2. HIPÓTESIS DE CARGA .

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA

1º HIP. .Faldón a barlovento. Nieve con viento a presión:

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	34,69	1,35	46,84 kg/m
CARGA DE NIEVE	70,06	1,5	105,08 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	11,03	1,5	16,55 kg/m
TOTAL:	116		168 kg/m

Coefficiente medio de ponderación de cargas: 1,46

2º HIP. .Faldón a barlovento. Viento a succión sin nieve:

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	35	0,8	27,76
CARGA DE NIEVE	0	1,5	0,00
ACCIÓN DE VIENTO	-44,09	1,5	-66,14
TOTAL:			-38 kg/m

Anejo VII. Edificación

3º HIP. .Faldón a sotavento. Nieve con viento a presión:

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	34,69	1,35	46,84 kg/m
CARGA DE NIEVE	70,06	1,5	105,08 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	0,98	1,5	1,47 kg/m
TOTAL:			153 kg/m

4º HIP. .Faldón a sotavento. Viento a succión.

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	34,69	0,8	27,76 kg/m
CARGA DE NIEVE	0	0,6	0,00 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	-46,48	1,5	-69,72 kg/m
TOTAL:			-42 kg/m

3. CÁLCULO DE ESFUERZOS .

.Modelo para el cálculo:

Plano local XY: Viga isostática, biapoyada, sometida a carga lineal uniforme.
 Plano local XZ: Viga continua de 2 vanos iguales sometida a carga lineal uniforme.

. Intereje de pórticos, luz de cálculo de la correa: $l(m)=$	6
. Carga vertical de cálculo:	168 kg/m 1,68 kN/m
. Componente de la carga vertical en el eje Y local de la correa:	165 kg/m
. Componente de la carga vertical en el eje Z local de la correa :	33 kg/m
.Número de tirantillas por tramo entre dos pórticos:	1
. Vano de correa en el plano del faldon limitado por tirantillas:	3,00 m
.Momento flector máximo en centro de vano M_z :	743 mxkg 7,43 mxkN
.Momento flector máximo en centro de vano M_y :	37 mxkg 0,37 mxkN

4. COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA .

.Correa seleccionada: **C200-60-2,5** $Wz(\text{cm}^3)=49,7$ $Wy(\text{cm}^3)=8,91$

Acero: **S235JR** $f_y=2.350$ kg/cm² $f_{yd}=2.238$ kg/cm²

Tensión normal máxima a flexión esviada en la sección pésima de la correa:

$$\sigma_x = \frac{M_z}{W_z} + \frac{M_y}{W_y} = 1.913 \text{ kg/cm}^2 < 2.238 \text{ kg/cm}^2$$

CUMPLE

5. COMPROBACIÓN DE DEFORMACIÓN .

. Flecha admisible según CTE DB SE. Pag 14.

M1 T4 CTE DB SE p14

$$f_{\text{amd}} = L/300 = 2,00 \text{ cm}$$

.Modelo para el cálculo: Viga isostática sometida a carga lineal uniforme,

carga(kg/cm)	1,135	
luz(cm)	600	
inercia(cm ⁴)	496,98	
FLECHA(cm):	1,84	< <u>2,00</u> Cumple

El Excel nos permite determinar la correa que encaja en la nave, en este caso, sacada del prontuario correas C galvanizadas se obtiene que la correa sea C 200-60-3. Ya que, cumple tanto a resistencia como a deformación.

10. CÁLCULO DE CORREAS HORIZONTALES DE LA NAVE

El cálculo de las correas horizontales de la nave, se ha realizado con el archivo Excel que se presenta a continuación. El cálculo se realiza en 5 etapas:

1. Acciones características
2. Hipótesis de carga
3. Cálculo de esfuerzos
4. Comprobación a resistencia

Todas las etapas mencionadas están implementadas en la Excel.

1. DETERMINACIÓN DE ACCIONES CARACTERÍSTICAS.

Las acciones sobre las correas horizontales se determinan atendiendo al CTE DB SE-AE.

1.1. ACCIONES PERMANENTES

A. Peso propio

M1 T2 2.1 4a-PRONTUARIO CORREAS C GALVANIZADAS

	kg/m	kN/m
. Correas C 120-50-2,5.....	4,74	0,047

B. Carga permanente.

. Cerramiento de panel e=40mm apoyado en cabezas de muro.

	kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
7.2 ITALPA p23 M1 T3	9,1	0,091	1,66 H=Mu1+3x1,66	15,106	0,1511
TOTAL ACCIONES PERMANENTES:				19,85	0,20

Correas y panel de fachada se consideran apoyados en cabeza de muro-zocalo perimetral. Su acción permanente vertical no origina esfuerzos en las correas. Durante el montaje se pueden usar distanciadores(codales) o tirantes, ambos provisionales

1.2. ACCIONES VARIABLES.

A. Sobrecarga de uso.

No existen sobrecargas de uso en fachadas.

B. Sobrecarga de Nieve.

No existe sobrecarga de nieve en fachadas.

C. Acción de viento.

PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO. Figura D1 ANEXO D CTE AE pag22.

. Zona climática por velocidad de viento:	B	FIG D.1
. Presión dinámica del viento en esa zona: $q_b=$	0,45	kN/m ²

Anejo VII. Edificación

COEFICIENTE DE EXPOSICION Ce. Tabla 3.4. . CTE AE pag 8.

.Grado de aspereza del entorno: **IV**
 .Altura del punto considerado: **6**
 .Coeficiente de exposición : **Ce= 1,4** M1 T3 EXCEL INTERPOLACIÓN

COEFICIENTES EÓLICOS EN PARAMENTOS VERTICALES (FACHADAS) DE NAVES.

Tabla D3 ANEXO D CTE AE pag24. Viento de izquierda a derecha.

.Longitud de las fachadas largas D y E de la nave: **b= 48** m
 .Longitud de las fachadas cortas (hastiales) de la nave: **d= 20** m
 .Altura de la cumbrera de cubierta de la nave: **h= 8** m
 .Altura de las fachadas longitudinales: **H= 6** m
 .e = min (b,2h) = **16** m

Coeficientes eólicos en fachadas longitudinales: D E

TABLA D3 pag24

Esbeltez geométrica del edificio en el plano paralelo a la dirección del viento, (h/d):

. Cociente h/d= **0,40**

.Fachada a barlovento (D):

INTERPOLACIÓN	
h/d	Coef. Eólico
1	
0,25	0,7
0,40	0,56

.Coeficiente eólico de presión: **0,56**

ZONA D

Cp= **0,56**

Sup= **288,00**

.Fachada a sotavento (E):

INTERPOLACIÓN	
h/d	Coef. Eólico
1	-0,5
0,25	-0,3
0,40	-0,34

.Coeficiente eólico de succión: **-0,34**

ZONA E

Cp= **-0,34**

Sup= **288,00**

.Coeficientes eólicos en fachadas hastiales:

A B C TABLA D3

.Coeficiente eólico medio de succión: **-0,77**

	ZONA A	ZONA B	ZONA C	
Cp=	-1,2	-0,8	-0,5	
Sup=	12,80	115,20	32,00	160,00

. Acción superficial de viento en forma de presión estática sobre fachadas:

.Fachada a barlovento (D):

.Presión:

qe= qb x Ce x Cp= **0,35** kN/m2

Anejo VII. Edificación

.Fachadas a sotavento (E):

.Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \boxed{-0,21} \text{ kN/m}^2$$

.Fachadas hastiales (A+B+C):

.Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \boxed{-0,49} \text{ kN/m}^2$$

. Acción lineal característica de viento sobre las correas horizontales:

.Fachada a barlovento:

.Presión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
<u>35</u>	<u>0,35</u>	<u>1,66</u>	<u>59</u>	<u>0,59</u>

.Fachada a sotavento:

.Succión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
<u>-21</u>	<u>-0,21</u>	<u>1,66</u>	<u>-36</u>	<u>-0,36</u>

.Correas en fachadas hastiales (A B C):

.Succión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
<u>-49</u>	<u>-0,49</u>	<u>1,66</u>	<u>-81</u>	<u>-0,81</u>

2. HIPÓTESIS DE CARGA .

2.1 PARA CORREAS DE FACHADAS LARGAS QUE TIENE MÁXIMA LUZ.

1º HIP. Fachada larga a barlovento. Viento a presión

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	<u>0</u>	<u>1,35</u>	0,00 kN/m
ACCIÓN DE VIENTO	<u>0,59</u>	<u>1,5</u>	0,88 kN/m
			TOTAL: <u>0,88</u> kN/m

Anejo VII. Edificación

2º HIP. Fachada larga a sotavento. Viento a succión

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	0	1,35	0,00 kN/m
ACCIÓN DE VIENTO	-0,36	1,5	-0,53 kN/m
TOTAL:			-0,53 kN/m

2.2 PARA CORREAS DE FACHADAS CORTAS QUE TIENE MÍNIMA LUZ.

1º HIP. Fachada corta a barlovento. Viento frontal contra hastial (presión)
TABLA D3 CON VIENTO FRONTAL

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	0	1,35	0,00 kN/m
ACCIÓN DE VIENTO	0,59	1,5	0,88 kN/m
TOTAL:			0,88 kN/m

2º HIP. Fachada corta a sotavento. Viento a succión

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	0	1,35	0,00 kN/m
ACCIÓN DE VIENTO	-0,81	1,5	-1,21 kN/m
TOTAL:			-1,21 kN/m

3. CÁLCULO DE ESFUERZOS .

Modelo para el cálculo: Viga isostática sometida a carga lineal uniforme.

. Luz de cálculo de las correas de fachadas largas: $l_1 =$ 6 m

. Luz de cálculo de las correas de fachadas cortas: $l_2 =$ 5 m

Anejo VII. Edificación

.Carga horizontal de cálculo de la correa de fachada larga: $q_1 =$ 0,88 kN/m

Barlovento presión

.Carga horizontal de cálculo de la correa de fachada corta: $q_2 =$ 0,88 kN/m

Barlovento presión

.Momento flector máximo, en centro de vano, para correas de fachadas longitudinales:

$$M_{Z1} = \frac{q_1 \cdot l_1^2}{8} = \boxed{3,95} \text{ mxkN} \quad \boxed{395} \text{ mxkg}$$

.Momento flector máximo, en centro de vano, para correas de fachadas hastiales:

$$M_{Z2} = \frac{q_2 \cdot l_2^2}{8} = \boxed{2,75} \text{ mxkN} \quad \boxed{275} \text{ mxkg}$$

4. COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA.

4.1 CORREAS HORIZONTALES DE FACHADAS LARGAS.

.Correa seleccionada: **C120-50-2,5** $W_z(\text{cm}^3) =$ 22,08 $W_y(\text{cm}^3) =$ 6,4

Acero: **S235JR** $f_y =$ 2.350 kg/cm² $f_{yd} =$ 2.238 kg/cm²

Tensión normal máxima a flexión simple en la sección pésima de la correa:

$$\sigma_x = \frac{M_{Z1}}{W_z} = \boxed{1.790} \text{ kg/cm}^2 < \mathbf{f_{yd} =} \underline{\underline{2.238}} \text{ kg/cm}^2 \quad \text{CUMPLE}$$

4.2 CORREAS HORIZONTALES DE FACHADAS CORTAS.

.Correa seleccionada: **C100-40-2,5** $W_z(\text{cm}^3) =$ 14,87 $W_y(\text{cm}^3) =$ 4,51

Acero: **S235JR** $f_y =$ 2.350 kg/cm² $f_{yd} =$ 2.238 kg/cm²

Tensión normal máxima a flexión simple en la sección pésima de la correa:

$$\sigma_x = \frac{M_{Z2}}{W_z} = \boxed{1.846} \text{ kg/cm}^2 < \mathbf{f_{yd} =} \underline{\underline{2.238}} \text{ kg/cm}^2 \quad \text{CUMPLE}$$

El Excel nos permite determinar la correa que encaja en las fachadas cortas y largas de la nave, en este caso, sacada del prontuario correas C galvanizadas se obtiene que las correas sean la C 120-50-2,5 para fachadas horizontales largas y la C100-40-2,5 para fachadas horizontales cortas. Ya que, cumplen a resistencia.

11. CÁLCULO DEL PÓRTICO TIPO

En este apartado se va a calcular la estructura principal de pórticos interiores de la nave que soportan las correas de cubierta y todas las acciones que hay sobre ellas, así como el viento en las fachadas longitudinales de 48×6 m. En la nave tenemos 7 pórticos idénticos y se dimensionará uno de ellos como pórtico tipo. El cálculo del pórtico tipo que es a dos aguas biempotrado se realiza en las seis etapas siguientes:

1. Acciones características
2. Hipótesis de carga
3. Predimensionado de la estructura
4. Cálculo de esfuerzos y deformaciones
5. Comprobación de flecha
6. Comprobaciones de resistencia y pandeo

1. DETERMINACIÓN DE ACCIONES CARACTERÍSTICAS.

Las acciones sobre la estructura tipo se determinan atendiendo al CTE DB SE-AE.

1.1.ACCIONES PERMANENTES

A. Peso propio

. IPE o triangulación cercha	P.P. ADOPTADO POR EL PROGRAMA	kg/m	kN/m
		0	0

B. Carga permanente.

. Correas C 200-60-2,5

kg/m	kN/m	Intereje correas(m)	kg/m ²	Intereje porticos(m)	kg/m	kN/m
6,7	0,067	1,39	4,82	6	28,92	0,29

. Cubierta de panel e=50 mm

kg/m ²	kN/m ²	Intereje estruc(m)	kg/m	kN/m
10,3	0,103	6	61,80	0,62

7.1 METALPANEL p2

Anejo VII. Edificación

. Falso techo de panel frigorífico e=60 mm

	kg/m ²	kN/m ²	Intereje estruc(m)	kg/m	kN/m
8.1 ISOTERM p2	9,9	0,099	6	59,40	0,59
m1 t3					
TOTAL ACCIONES PERMANENTES:				150,12	1,50

1.2. ACCIONES VARIABLES

A. Sobrecarga de uso. Según CTE AE, punto 3, tabla 3.1, pag 5.

.Sobrecarga de uso por unidad de superficie en proyección horizontal, q:

.Superficial uniforme:	0,4	kN/m ²	Uso G1	Más desfavorable
.Puntual no simultanea:(párrafo 2)	1	kN	Uso G1	

. No concomitantes con resto de acciones variables, que son superiores.
Se desprecian frente a ellas.(Nota 7, Tabla 3.1).

B. Sobrecarga de Nieve. (Según CTE AE, punto 3.5, pag 10.)

.Sobrecarga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, qn:

. Coeficiente de forma de la cubierta (CTE AE 3.5.3 pg11):	n=	1	
. Zona climática de invierno en el emplazamiento:	2		CTE AE Pag 42
. Altitud topográfica s.n.m.:	208	m	CTE AE TABLA E2 p42
. Valor característico de la carga de nieve(th):	Sk=	0,504	kN/m ²
. Sobrecarga de nieve:	qn= n x Sk=	0,504	kN/m ²

. Acción lineal característica de nieve sobre jácenas de pórtico-cordones:

	kg/m ²	kN/m ²	Intereje estructuras(m)	kg/m	kN/m
	50,4	0,504	6	302,4	3,02

Anejo VII. Edificación

C. Acción de viento.

PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO. Figura D1 ANEXO D CTE AE pag22.

. Zona climática por velocidad de viento: C FIG D.1
 . Presión dinámica del viento en esa zona: $q_b =$ 0,45 kN/m²

COEFICIENTE DE EXPOSICION C_e . Tabla 3.4. . CTE AE pag 8.

. Grado de aspereza del entorno: III
 . Altura del punto considerado: 6
 . Coeficiente de exposición : $C_e =$ 1,4 M1 T3 EXCEL INTERPOLACIÓN

COEFICIENTES EÓLICOS. CUBIERTA DE NAVE A DOS AGUAS. Tabla D6 ANEXO D CTE AE pag30.

. Longitud de la cubierta: $b =$ 48 m
 . Ancho de la cubierta: $d =$ 20 m
 . Altura de la cumbrera: $h =$ 8 m
 . Altura de fachada longitudinal: 6 m
 . $e = \min(b, 2h) =$ 16 m
 $e/10 =$ 1,6 m ANCHOS de F y G

. Coeficientes eólicos en fachadas longitudinales: D E

TABLA D3 pag 24

Esbeltez geométrica del edificio en el plano paralelo a la dirección del viento, (h/d):

. Cociente h/d = 0,40

. Fachada a barlovento (D):

INTERPOLACIÓN	
h/d	Coef. Eólico
1	0,8
0,25	0,7
0,40	0,72

. Coeficiente eólico de presión: 0,72
 ZONA D
 $C_p =$ 0,72
 $Sup =$ 288,00

. Fachada a sotavento (E):

INTERPOLACIÓN	
h/d	Coef. Eólico
1	-0,5
0,25	-0,3
0,40	-0,34

. Coeficiente eólico de succión: -0,34
 ZONA E
 $C_p =$ -0,34
 $Sup =$ 288,00

. Coeficientes eólicos en fachadas hastiales: A B C

TABLA D3

Para el cálculo de la estructura de los entramados frontales.

. Coeficiente eólico medio de succión: -0,77

	ZONA A	ZONA B	ZONA C	
$C_p = $	-1,2	-0,8	-0,5	
$Sup = $	12,80	115,20	32,00	160,00

Anejo VII. Edificación

. Acción superficial de viento en forma de presión estática sobre fachadas:

.Fachada a barlovento (D):

.Presión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \boxed{0,45} \text{ kN/m}^2$$

.Fachadas a sotavento (E):

.Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \boxed{-0,21} \text{ kN/m}^2$$

.Fachadas hastiales (A+B+C):

.Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \boxed{-0,49} \text{ kN/m}^2$$

En hastiales también se considera presión en situación de viento frontal: 0,45 kN/m²

. Acción lineal característica de viento sobre pilares:

.Pilares a barlovento (D):

kg/m ²	kN/m ²	pórtico(m)	kg/m	kN/m
<u>45,36</u>	<u>0,45</u>	<u>6</u>	<u>272,16</u>	<u>2,72</u>

.Pilares a sotavento(E):

kg/m ²	kN/m ²	pórtico(m)	kg/m	kN/m
<u>-21,42</u>	<u>-0,21</u>	<u>6</u>	<u>-128,52</u>	<u>-1,29</u>

.Pilares en fachadas hastiales (A B C):

kg/m ²	kN/m ²	Intereje Pilares (m)	kg/m	kN/m
<u>-48,64</u>	<u>-0,49</u>	<u>5</u>	<u>-243,18</u>	<u>-2,43</u>

.Presión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje Pilares (m)	kg/m	kN/m
<u>45,36</u>	<u>0,45</u>	<u>5</u>	<u>226,80</u>	<u>2,27</u>

Anejo VII. Edificación

.Coeficientes eólicos en faldones de cubierta:

CTE AE ANEXO D TABLA D6 PAG 30.

.Pendiente de cubierta: 11,3^o pte 20%

.Faldón a barlovento: ZONAS F G H

INTERPOLACIÓN

Grados	Coef. Eólico
5	0
15	0,2
11,3	0,13

.Coeficiente eólico medio de succión: -0,50

	ZONA F	ZONA G	ZONA H	
Cp=	-1,2	-0,95	-0,41	
Sup=	12,80	64,00	403,2	480,00

INTERPOLACIÓN

Grados	Coef. Eólico
15	-0,3
30	-0,2
16,69	-0,29

.Coeficiente eólico medio de presión: 0,13

	ZONA F	ZONA G	ZONA H
Cp=	0,13	0,13	0,13

.Faldón a sotavento: ZONAS I J

INTERPOLACIÓN

Grados	Coef. Eólico
5	0,2
15	0
11,3	0,07

.Coeficiente eólico medio de succión: -0,53

	ZONA I	ZONA J
Cp=	-0,47	-0,85
Sup=	403,20	76,80

INTERPOLACIÓN

Grados	Coef. Eólico
15	-0,4
30	-0,4
16,69	-0,40

.Coeficiente eólico medio de presión: 0,01

	ZONA I	ZONA J
Cp=	0	0,07
Sup=	403,20	76,80

. Acción superficial de viento en forma de presión estática sobre faldones:

.Faldón a barlovento:

.Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-0,32 \text{ kN/m}^2$$

.Presión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,08 \text{ kN/m}^2$$

.Faldón a sotavento:

.Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-0,33 \text{ kN/m}^2$$

.Presión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \text{span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0,01 \text{ kN/m}^2$$

Anejo VII. Edificación

. Acción lineal característica de viento sobre viga de pórtico-cordones de cercha:

.Faldón a barlovento:

.Succión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje estructura(m)	kg/m	kN/m
<u>-31,69</u>	<u>-0,32</u>	<u>6</u>	<u>-190,16</u>	<u>-1,90</u>

.Presión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje estructura(m)	kg/m	kN/m
<u>8,19</u>	<u>0,08</u>	<u>6</u>	<u>49,14</u>	<u>0,49</u>

.Faldón a sotavento:

.Succión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje estructuras(m)	kg/m	kN/m
<u>-33,44</u>	<u>-0,33</u>	<u>6</u>	<u>-200,64</u>	<u>-2,01</u>

.Presión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje estructuras(m)	kg/m	kN/m
<u>1</u>	<u>0,01</u>	<u>6</u>	4,23	0,04

2. HIPÓTESIS DE CARGA .

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA

1º HIP. .Faldón a barlovento. Nieve con viento a presión:

VIGAS-DINTELES

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	<u>150,12</u>	<u>1,35</u>	<u>202,66</u> kg/m
CARGA DE NIEVE	<u>302,40</u>	1	<u>453,60</u> kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	<u>49,14</u>	1	<u>73,71</u> kg/m
TOTAL:	<u>502</u>	sin p.p.	TOTAL: <u>730</u> kg/m sin p.p.
Coeficiente medio de ponderación de las cargas verticales:			<u>1,46</u>

Anejo VII. Edificación

PILARES

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
VIENTO BARLOVENTO	272,16	1,5	1	408 kg/m
VIENTO SOTAVENTO	-128,52	1,5	1	-193 kg/m

PILARES DE ENTRAMADOS HASTIALES:

VIENTO A SUCCIÓN	-291,82	1,5	1	-438 kg/m
VIENTO PRESIÓN	272,16	1,5	1	408 kg/m

2º HIP. .Faldón a barlovento. Viento a succión sin nieve:

VIGAS-DINTELES

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	150	0,8		120,10
CARGA DE NIEVE	0	1,5	1	0,00
ACCIÓN DE VIENTO	-190,16	1,5	1	-285,24
TOTAL:				-165 kg/m

PILARES

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
VIENTO BARLOVENTO	272,16	1,5	1	408,24 kg/m
VIENTO SOTAVENTO	-128,52	1,5	1	-192,78 kg/m

3º HIP. .Faldón a sotavento. Nieve con viento a presión:

VIGAS-DINTELES

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	150	1,35		202,66 kg/m
CARGA DE NIEVE	302,4	1,5	1	453,60 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	4,23	1,5	1	6,3504 kg/m
TOTAL:				663 kg/m

sin p.p.

Anejo VII. Edificación

PILARES

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
VIENTO BARLOVENTO	272,16	1,5	408,24 kg/m
VIENTO SOTAVENTO	-128,52	1,5	-192,78 kg/m

4º HIP. . Faldón a sotavento. Viento a succión sin nieve.

VIGAS-DINTELES

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	150	0,8	120,10 kg/m
CARGA DE NIEVE	0	0,8	0,00 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	-200,64	1,5	-300,96 kg/m
TOTAL:			-181 kg/m

3. PREDIMENSIONADO.

M1 T1 1.1 TIPOLOGÍAS FIG2 p8

3.1 PREDIMENSIONADO DE ESTRUCTURA TIPO PÓRTICO.

3.1.1 Predimensionado de las vigas del pórtico.

Carga de cálculo obtenida para las vigas de pórtico(apt2): 730 kg/m

Ancho luz de cálculo del pórtico: 20 m

Momento flector de predimensionado para las vigas del pórtico:

$$M_z = \frac{q \cdot l^2}{13} = \boxed{22.461} \text{ mxkg} \quad \boxed{224,61} \text{ mxKN}$$

Módulo resistente a flexión mínimo necesario en los perfiles de las vigas:

$$(\sigma_x)_{max} = \frac{M_z}{(W_z)_{min}} = f_{yd} = \boxed{2524} \text{ kg/cm}^2 \quad \boxed{252,4} \text{ N/mm}^2$$

$$(W_z)_{min} = \boxed{890} \text{ cm}^3$$

Perfil IPE de menor canto que cubre el módulo resistente a flexión necesario:

Perfil para vigas: IPE-400 $W_z = \boxed{1.160} \text{ cm}^3 > (W_z)_{min}$

3.1.2 Predimensionado de los pilares del pórtico.

Carga de cálculo obtenida para las vigas de pórtico en A2: 730 kg/m

Ancho luz de cálculo del pórtico: 20 m

Momento flector de predimensionado para los pilares del pórtico:

Coincidente con el de vigas por el necesario equilibrio de momentos en nudos esquina.

$$M_z = \frac{q \cdot l^2}{13} = \boxed{22.461} \text{ mxkg} \quad \boxed{224,61} \text{ mxKN}$$

Módulo resistente a flexión mínimo necesario en los perfiles de los pilares:

$$(\sigma_x)_{max} = \frac{M_z}{(W_z)_{min}} = f_{yd} = \boxed{2624} \text{ kg/cm}^2 \quad \boxed{262,4} \text{ N/mm}^2$$

$$(W_z)_{min} = \boxed{856} \text{ cm}^3$$

Perfil HEB que cubre con holgura el módulo resistente a flexión necesario:

Preselección pilares: HEB-260 $W_z = \boxed{1.150} \text{ cm}^3 > (W_z)_{min}$
 $A = \boxed{118} \text{ cm}^2$

Anejo VII. Edificación

Perfil IP que cubre con holgura el módulo resistente a flexión necesario:

Preselección pilares: IPN-550 $W_z = \frac{3.610}{213} \text{ cm}^3 > (W_z)_{\min}$
 $A = 213 \text{ cm}^2$

Axil de predimensionado para los pilares del pórtico:

Carga vertical total aplicada en el pórtico: $Q_v = 14.599 \text{ kg}$

Axil de predimensionado del pilar: $N = \frac{Q_v}{2} = 7.300 \text{ kg}$

PADEO DEL PILAR EN SU PLANO LOCAL DÉBIL XZ. Según NBE EA-95

Longitud de libre del pilar a efectos de pandeo en el plano XZ: $l(\text{cm}) = 600$

Longitud de pandeo en el plano XZ: $L_k = \beta \cdot l$

β	l(cm)	l _k (cm)
1	600	600

Esbeltéz mecánica en el plano XZ: (Según Pto 3.2.5 NBE EA-95)

PERFIL	l _k (cm)	i _y (cm)	λ _z	
HEB-260	600	6,58	91,19	$\lambda_z = \frac{l_k}{i_y} < 150$
IPN-550	600	4,02	149,25	
2UPN	600	10,00	60,00	

Coefficiente ω de pandeo en el plano XZ: ω_z

PERFIL	HEB-260	IPN-550	2UPN	Ton(esbeltez)	
ω _z =	1,77	3,92	1,22		ω _z : NBE EA-95
χ =	0,57	0,26	0,82	1/ω _z	χ: CTE DB SE-A

Tensión normal máxima a compresión excéntrica con esfuerzos de predimensionado:

HEB-260 $\sigma = \frac{N}{A} w_z + \frac{M_z}{W_z} = 2.062 \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} = 2524$

IPN-550 $\sigma = \frac{N}{A} w_z + \frac{M_z}{W_z} = 757 \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} = 2524$

SOLUCIÓN PREDIMENSIONADO DEL PÓRTICO BIEMPOTRADO DE NUDOS RÍGIDOS:

PILARES: HEB-260 VIGAS: IPE-400 L(m) = 20 q(kg/m) = 730

4. CÁLCULO DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

Se realiza con el programa de cálculo de estructuras SAP 2000.

Anejo VII. Edificación

Tras realizar todos los cálculos en el SAP 2000 para el modelo de estudio, se anotan los diagramas de esfuerzos y además los diagramas de esfuerzos en las secciones más solicitadas del pórtico. En primer lugar, esto se realiza para comprobar que el dimensionado y los cálculos son correctos y en segundo lugar para localizar la sección pésima y realizar una comprobación de ella.

A. Comprobación momentos flectores y axiles

El momento flector máximo posee un valor de $M_z=20,79 \text{ m.Tn}$, lo cual es lo mismo que 20790 m.kg. Este valor obtenido gracias al programa SAP 2000 debe ser inferior al valor del predimensionado.

$$M_z = 20,79 \text{ m.Tn} < (M_z)_{\text{Predimensionado}} = 22,461 \text{ m.Tn.}$$

Esto nos indica que tenemos un margen de seguridad para poder superar las comprobaciones de resistencia del último apartado.

Los diagramas de esfuerzos axiles, para el pilar HEB-260, nos da diversos valores. Se observa que la diferencia entre el axil en cabeza de pilar y el axil en la base del pilar deben equivaler al peso propio del pilar, es decir:

$$\Delta N_{\text{pilar}} = 9,24 - 8,49 = 0,75 \text{ Tn}$$

Gracias al prontuario Ensidesa, se sabe que el peso del pilar HEB-260 es de 93 kg/m. De este modo:

$$93 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 6 \text{ metros} = 558 \text{ kg}$$

$$558 \text{ kg} \times 1,35 = 753,3 \text{ Tn.}$$

Por lo tanto, se confirma que la diferencia entre axiles externos del pilar coinciden con el peso mayorado del pilar. Lo mismo ocurre con el pilar de la izquierda.

B. Anotación de esfuerzos en las secciones más solicitadas del pórtico

Pilar a sotavento

Sección $x=0$, en la cabeza del pilar en nudo esquina, posee un $M_z=20,79 \text{ m.Tn}$ y $N=8,49 \text{ Tn}$.

Pilar a barlovento

Anejo VII. Edificación

Sección x=6, en cabeza de pilar nudo esquina, posee un $M_z=18,15 \text{ m.Tn}$ y $N=8,22 \text{ Tn}$.

La sección pésima a comprobar en pilares es el nudo esquina del pilar a sotavento.

Una vez realizada la comprobación y anotación de momentos flectores y esfuerzos, se generan una serie de datos obtenidos por el programa SAP 2000.

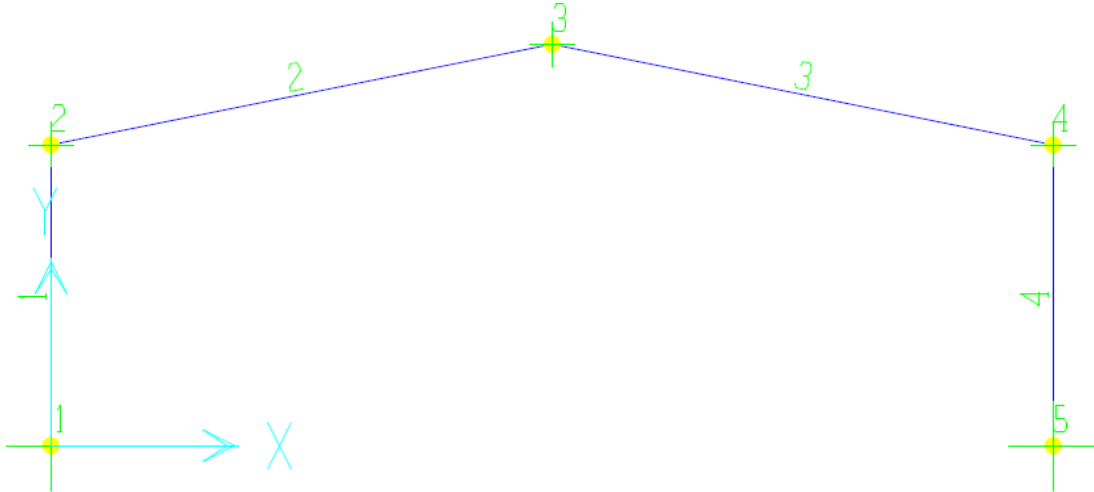


Figura 5. Pórtico tipo con barras y nudos numerados.

Tabla 3. Salida de datos para el pórtico tipo, para cálculos IPE-400 y HEB-260.

JOINT DISPLACEMENTS						
JOINT LOAD	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1 LOAD1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2 LOAD1	-8,02E-03	-2,14E-04	0,000	0,000	0,000	-6,67E-03
3 LOAD1	8,47E-03	-0,0846	0,000	0,000	0,000	4,70E-04
4 LOAD1	0,025	-2,21E-04	0,000	0,000	0,000	4,76E-03
5 LOAD1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

JOINT REACTIONS						
	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1 LOAD1	3,2905	8,9727	0,2773	0,2773	0,000	-8,9359
2 LOAD1	0,000	0,000	0,6148	-0,1648	-0,5625	0,000
3 LOAD1	0,0000	0,0000	0,675	-0,2250	0,000	0,0000
4 LOAD1	0,0000	0,0000	0,6148	-0,1648	0,5625	0,0000
5 LOAD1	-6,8965	9,2364	0,2773	0,2773	0,000	17,1168

Anejo VII. Edificación

FRAME ELEMENT FORCES							
FRAME LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1 LOAD1							
	0,00	-8,97	3,29	-2,773E-01	0,00	-2,773E-01	8,94
	1,50	-8,79	3,90	-1,387E-01	0,00	3,466E-02	3,54
	3,00	-8,60	4,51	0,00	0,00	1,387E-01	-2,77
	4,50	-8,41	5,13	1,387E-01	0,00	3,466E-02	-10,00
	6,00	-8,22	5,74	2,773E-01	0,00	-2,773E-01	- 18,15
2 LOAD1							
	0,00	-7,24	-6,94	-3,375E-01	0,00	-5,737E-01	-18,15
	2,55	-6,83	-4,89	-1,688E-01	0,00	7,171E-02	-3,07
	5,10	-6,42	-2,84	0,00	0,00	2,868E-01	6,79
	7,65	-6,01	7,937E-01	1,688E-01	0,00	7,171E-02	11,42
	10,20	-5,60	1,25	3,375E-01	0,00	-5,737E-01	10,83
3 LOAD1							
	0,00	-5,65	-9,961E-01	3,375E-01	0,00	-5,737E-01	10,83
	2,55	-6,06	1,05	-1,688E-01	0,00	7,171E-02	10,76
	5,10	-6,47	3,10	0,00	0,00	2,868E-01	5,47
	7,65	-6,88	5,15	1,688E-01	0,00	7,171E-02	-5,05
	10,20	-7,29	7,20	3,375E-01	0,00	-5,737E-01	-20,79
4 LOAD1							
	0,00	-8,49	-5,74	-2,773E-01	0,00	-2,773E-01	20,79
	1,50	-8,67	-6,03	-1,387E-01	0,00	3,466E-02	-11,96
	3,00	-8,86	-6,32	0,00	0,00	1,387E-01	-2,70
	4,50	-9,05	-6,61	1,387E-01	0,00	3,466E-02	6,99
	6,00	-9,24	-6,90	2,773E-01	0,00	-2,773E-01	17,12

5. COMPROBACIÓN DE FLECHA

La flecha máxima, bajo acciones ponderadas es la que se genera a través del programa SAP 2000 en cumbrera del pórtico.

$$f^*_{max} = 8,459 \text{ cm.}$$

$$f_{max} = \frac{f^*_{max}}{\gamma_m}$$

Donde:

γ_m =Coeficiente medio de ponderación de cargas

Anejo VII. Edificación

$$f_{max} = \frac{8,459 \text{ cm}}{1,46} = 5,79 \text{ cm}$$

El valor de 5,79 corresponde al valor de la flecha máxima bajo acciones características.

El valor de la flecha admisible, el cual debe ser superior a la flecha máxima para que cumpla, es:

$$f_{adm} = \frac{L(\text{luz del pórtico})}{300}$$

$$f_{adm} = \frac{2000 \text{ cm}}{300} = 6,6 \text{ cm}$$

Por lo tanto:

$$f_{max} = 5,79 \text{ cm} < f_{adm} = 6,6 \text{ cm}$$

Cumple con una holgura de 0,81 cm.

Ya que cumple con holgura, se realiza una reducción de canto de la viga IPE-400 a IPE-360 mediante el programa SAP 2000. Se obtiene la siguiente flecha máxima:

$$f_{max}^* = 10,175 \text{ cm.}$$

$$f_{max} = \frac{f_{max}^*}{\gamma_m}$$

Donde:

γ_m =Coeficiente medio de ponderación de cargas

$$f_{max} = \frac{10,175 \text{ cm}}{1,46} = 6,96 \text{ cm}$$

El valor de 5,79 corresponde al valor de la flecha máxima bajo acciones características.

El valor de la flecha admisible, el cual debe ser superior a la flecha máxima para que cumpla, es:

$$f_{adm} = \frac{L(\text{luz del pórtico})}{300}$$

$$f_{adm} = \frac{2000 \text{ cm}}{300} = 6,6 \text{ cm}$$

Anejo VII. Edificación

Por lo tanto:

$$f_{max} = 6,96 \text{ cm} > f_{adm} = 6,6 \text{ cm}$$

No cumple, no es admisible IPE-360. Por lo tanto, **conservamos la sección IPE-400** para la viga del pórtico.

6. COMPROBACIONES DE RESISTENCIA Y PANDEO

A. Comprobación de pilares a compresión excéntrica

La compresión excéntrica se da, cuando la sección más solicitada por un axil, no es aplicada en el centro de gravedad de la misma. Sino que actúa con una separación o excentricidad respecto a dicho centro de gravedad, resulta de:

$$e = \frac{M_z}{N}$$

La sección a comprobar, es la sección pésima mencionada anteriormente:

Pilar HEB-260 a sotavento

Sección x=0, en la cabeza del pilar en nudo esquina, posee un $M_z=20,79 \text{ m.Tn}$ y $N=8,49 \text{ Tn}$.

$$e = \frac{20,79}{8,49} = 2,45 \text{ m}$$

Las comprobaciones se realizarán a través del Excel que figura a continuación.

1. COEFICIENTE X DE PANDEO DE LA PIEZA EN SUS DOS PLANOS

SEGÚN CTE DB SE-A Punto 6.3.2.

IDENTIFICACION DE LA BARRA: **PILAR SOTAVENTO DEL PORTICO.**

NÚMERO DE LA BARRA EN EL MODELO DE ESTRUCTURA:

LONGITUD DE LA BARRA: L= m

PERFIL ADOPTADO EN EL MODELO PARA LA BARRA:

CANTO DEL PERFIL, h= mm ANCHO DEL PERFIL, b(mm)=

TIPO DE ACERO DEL PERFIL: M2 TS SE-A 4.2.p13

CLASE DEL PERFIL, A COMPRESIÓN, SEGÚN CTE: M1 T2 2.1 W3 p11

LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO: $f_y =$ Mpa kg/cm²

LÍMITE ÚLTIMO DEL ACERO: $f_u =$ Mpa kg/cm²

COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD RELATIVO A LA PLASTIFICACIÓN DEL MATERIAL: $\gamma_{M0} =$ M2 TS SE-A 2.3.3.p8

COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD RELATIVO A LOS FENÓMENOS DE INESTABILIDAD: $\gamma_{M1} =$ M2 TS SE-A 2.3.3.p8

RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO: M2 TS SE-A 2.3.3.p15

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \text{input } 252,38 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{input } 2.524 \text{ kg/cm}^2}}$$

RESISTENCIA DE CÁLCULO PARA FENÓMENOS DE INESTABILIDAD:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = \text{input } 252,38 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{\text{input } 2.524 \text{ kg/cm}^2}}$$

ÁREA DE LA SECCIÓN BRUTA DEL PERFIL: cm²

Anejo VII. Edificación

PANDEO DE LA PIEZA EN SU PLANO LOCAL X-Y.

Con deformada a compresión contenida en el plano X-Y.(1-2)

M1 T2 2.1 PDF 100-EJES

LONGITUD LIBRE DE LA PIEZA EN EL PLANO X-Y: $L=$ m

CONDICIONES DE EXTREMO DE LA BARRA: BIEMPOTRADA DESPLAZABLE M2 T5 SE-A T6.1 p37

COEFICIENTE "B" DE PANDEO (Tabla 6.1 SE-A): $B=$

LONGITUD DE PANDEO DE LA BARRA EN X-Y:

$$L_k = B \cdot L = \text{6 m} \quad \underline{\text{600 cm}}$$

MÓDULO DE ELASTICIDAD LONGITUDINAL DEL ACERO S275: $E=$ kg/cm² M2 T5 SE-A 4.2 p13

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN RESPECTO Z: $I_z=$ cm⁴ ENSIDESA

COMPRESIÓN CRÍTICA POR PANDEO o CARGA CRÍTICA DE EULER EN X-Y:

$$N_{\alpha} = \frac{\pi^2 EI_z}{L_k^2} = \text{858.985 kg} \quad \text{85.898 kN} \quad \text{858,98 t}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

ESBELTEZ REDUCIDA DE LA BARRA EN EL PLANO X-Y: M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{\alpha}}} = \text{0,60} < \text{2} \text{ CUMPLE CTE SE-A T6.3. pg39}$$

RELACIÓN ENTRE CANTO Y ANCHO DEL PERFIL h/b=

CTE SE-A T6.2 p37

EJE DE PANDEO CONSIDERADO, SEGÚN TABLA 6.2. SE-A:

CURVA DE PANDEO, SEGÚN SECCIÓN TRANSVERSAL:

COEFICIENTE DE IMPERFECCIÓN ELÁSTICA: $\alpha=$ CTE SE-A T6.3 p39

Anejo VII. Edificación

COEFICIENTE ϕ

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right] = \boxed{0,78083865}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR PANDEO EN X-Y:

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda}_k)^2}} = \boxed{0,78}$$

PANDEO DE LA PIEZA EN SU PLANO LOCAL X-Z.

M1 T2 2.1 PDF 100-EJES

Con deformada por compresión contenida en el plano X-Z.

LONGITUD LIBRE DE LA PIEZA EN EL PLANO X-Z:

$$L = \boxed{6} \text{ cm}$$

CONDICIONES DE EXTREMO DE LA BARRA: BIEMPOTRADA DESPLAZABLE

M2 T5 SE-A T6.1 p37

COEFICIENTE "B" DE PANDEO (Tabla 6.1 SE-A):

$$B = \boxed{1}$$

LONGITUD DE PANDEO DE LA BARRA EN X-Z:

$$L_k = B \cdot L = \boxed{6} \text{ m} \quad \underline{\underline{600}} \text{ cm}$$

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN RESPECTO Y:

$$I_y = \boxed{5.130} \text{ cm}^4$$

ENSIDESA

COMPRESIÓN CRÍTICA POR PANDEO o CARGA CRÍTICA DE EULER EN X-Z:

$$N_{\alpha} = \frac{\pi^2 E I_y}{L_k^2} = \boxed{295.348} \text{ kg} \quad \underline{\underline{29.535}} \text{ kN} \quad \underline{\underline{295,35}} \text{ t}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

ESBELTEZ REDUCIDA DE LA BARRA EN EL PLANO X-Z:

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{\alpha}}} = \boxed{1,03} < \boxed{2} \text{ Cumple} \quad \text{CTE SE-A T6.3. pg39}$$

Anejo VII. Edificación

RELACIÓN ENTRE CANTO Y ANCHO DEL PERFIL $h/b=$

EJE DE PANDEO CONSIDERADO, SEGÚN TABLA 6.2. SE-A: CTE SE-A T6.2 p37

CURVA DE PANDEO, SEGÚN SECCIÓN TRANSVERSAL:

COEFICIENTE DE IMPERFECCIÓN ELÁSTICA: $\alpha=$ CTE SE-A T6.3 p39

COEFICIENTE ϕ

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right] = \text{1,17029827}$$

M2 TS SE-A T6.3.2.1 p36

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR PANDEO EN X-Z: M2 TS SE-A T6.3.2.1 p36

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda}_k)^2}} = \text{0,58}$$

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN MÍNIMO POR PANDEO PARA LA BARRA:

$$\chi = \text{0,58}$$

2. COMPROBACIÓN DE PIEZA A COMPRESIÓN EXCÉNTRICA.

Perfil a comprobar: HEB-260

Características estáticas de la sección transversal:

	HEB-260
Area de la sección transversal, A (cm ²)=	118
Módulo resistente a flexión, Wz (cm ³)=	1150
Módulo resistente a flexión, Wy(cm ³)=	395

ESFUERZOS DE CÁLCULO

Correspondientes a la sección más solicitada (pésima) de la barra:

Esfuerzo axial, N (kg)=	8.490	<small>Opciones. Ventanas. 2 verticales en SAP.</small>
Momento flector Mz(mxKg)=	20.790	
Momento flector My(mxkg)=	0	

1.COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA.

Tensión normal máxima a compresión excéntrica en la sección pésima de la barra:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{Mz}{Wz} + \frac{My}{Wy} = \boxed{1880} \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} = \underline{2.524} \text{ CUMPLE}$$

2.COMPROBACIÓN DE PANDEO.

Tensión normal máxima a compresión excéntrica en la sección pésima de la barra:

$$\sigma = \frac{N}{AX} + \frac{Mz}{Wz} + \frac{My}{Wy} = \boxed{1932} \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} = \underline{2.524} \text{ CUMPLE}$$

B. Comprobación de vigas a compresión excéntrica

Viga IPE-400 a sotavento

Sección x=11,189, en la cabeza del pilar en nudo esquina, posee un $M_z=20,79$ m.Tn y $N=7,29$ Tn. Las comprobaciones se realizarán a través del Excel que figura a continuación.

1.COEFICIENTE X DE PANDEO DE LA PIEZA EN SUS DOS PLANOS

SEGÚN CTE DB SE-A Punto 6.3.2.

IDENTIFICACION DE LA BARRA: JACENA **SOTAVENTO DEL PORTICO.**

NÚMERO DE LA BARRA EN EL MODELO DE ESTRUCTURA:

LONGITUD DE LA BARRA: L= m

PERFIL ADOPTADO EN EL MODELO PARA LA BARRA:

CANTO DEL PERFIL, h= mm ANCHO DEL PERFIL, b(mm)=

TIPO DE ACERO DEL PERFIL: M2 TS SE-A 4.2 p13

CLASE DEL PERFIL, A COMPRESIÓN, SEGÚN CTE: M1 T2 2.1 W3 p11

LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO $f_y =$ Mpa 2.750 kg/cm²

LÍMITE ÚLTIMO DEL ACERO: $f_u =$ Mpa 4.100 kg/cm²

COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD RELATIVO A LA PLASTIFICACIÓN DEL MATERIAL: $G_{M0} =$ M2 TS SE-A 2.3.3 p8

COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD RELATIVO A LOS FENÓMENOS DE INESTABILIDAD: $G_{M1} =$ M2 TS SE-A 2.3.3 p8

RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO: M2 TS SE-A 2.3.3 p15

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \boxed{261,90} \text{ MPa} \quad \underline{2.619} \text{ kg/cm}^2$$

Anejo VII. Edificación

ÁREA DE LA SECCIÓN BRUTA DEL PERFIL: cm²

PANDEO DE LA PIEZA EN SU PLANO LOCAL X-Y.

Con deformada a compresión contenida en el plano X-Y.(1-2) M1 T2 2.1 PDF 100 -EJES

LONGITUD LIBRE DE LA PIEZA EN EL PLANO X-Y: L= m

CONDICIONES DE EXTREMO DE LA BARRA: BIEMPOTRADA DESPLAZABLE M2 T5 SE-A T5.1 p37

COEFICIENTE "B" DE PANDEO (Tabla 6.1 SE-A): B=

LONGITUD DE PANDEO DE LA BARRA EN X-Y:

$$L_k = B \times L = \text{10,198} \text{ m} \quad \underline{\underline{1019,8 \text{ cm}}}$$

MÓDULO DE ELASTICIDAD LONGITUDINAL DEL ACERO S275: E= kg/cm² M2 T5 SE-A 4.2 p3

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN RESPECTO Z: I_z= cm⁴

COMPRESIÓN CRÍTICA POR PANDEO o CARGA CRÍTICA DE EULER EN X-Y:

$$N_{\alpha} = \frac{\pi^2 EI_z}{L_k^2} = \text{460.962} \text{ kg} \quad \text{46.096} \text{ kN} \quad \text{460,96} \text{ t}$$

M2 T5 SE-A T5.3.2.1 p36

ESBELTEZ REDUCIDA DE LA BARRA EN EL PLANO X-Y:

M2 T5 SE-A T5.3.2.1 p36

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{\alpha}}} = \text{0,71} < \text{2} \text{ CUMPLE} \quad \text{CTE SE-A T5.3. pg39}$$

RELACIÓN ENTRE CANTO Y ANCHO DEL PERFIL h/b=

EJE DE PANDEO CONSIDERADO, SEGÚN TABLA 6.2. SE-A:

CURVA DE PANDEO, SEGÚN SECCIÓN TRANSVERSAL:

COEFICIENTE DE IMPERFECCIÓN ELÁSTICA:

CTE SE-A T5.3 p39

COEFICIENTE ϕ

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right] = \text{0,83875579}$$

M2 T5 SE-A T5.3.2.1 p36

Anejo VII. Edificación

PANDEO DE LA PIEZA EN SU PLANO LOCAL X-Z.

M1 T2 2.1 PDF 100-EJES

Con deformada por compresión contenida en el plano X-Z.

LONGITUD LIBRE DE LA PIEZA EN EL PLANO X-Z: $L = 1,39$ cm

CONDICIONES DE EXTREMO DE LA BARRA: BIEMPOTRADA DESPLAZABLE

COEFICIENTE "B" DE PANDEO (Tabla 6.1 SE-A): $B = 1$ M2 T5 SE-A T6.1 p37

LONGITUD DE PANDEO DE LA BARRA EN X-Z:

$$L_k = B \cdot L = 1,39 \text{ m} = 139 \text{ cm}$$

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN RESPECTO Y: $I_y = 1.320$ cm⁴

COMPRESIÓN CRÍTICA POR PANDEO o CARGA CRÍTICA DE EULER EN X-Z:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E I_y}{L_k^2} = 1.416.000 \text{ kg} = 141.600 \text{ kN} = 1416,00 \text{ t}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

ESBELTEZ REDUCIDA DE LA BARRA EN EL PLANO X-Z:

M2 T5 SE-A P6.3.2.1 p36

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = 0,41 < 2 \text{ Cumple}$$

CTE SE-A T6.3. pg39

RELACIÓN ENTRE CANTO Y ANCHO DEL PERFIL $h/b = 2,22$

2,22

CTE SE-A T6.2 p37

EJE DE PANDEO CONSIDERADO, SEGÚN TABLA 6.2. SE-A:

Y

CURVA DE PANDEO, SEGÚN SECCIÓN TRANSVERSAL:

a

CTE SE-A T6.3 p39

COEFICIENTE DE IMPERFECCIÓN ELÁSTICA:

$\alpha = 0,21$

COEFICIENTE ϕ

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right] = 0,60358887$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR PANDEO EN X-Z:

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda}_k)^2}} = 0,95$$

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN MÍNIMO POR PANDEO PARA LA BARRA:

$\chi = 0,78$ IPE-400

2. COMPROBACIÓN DE PIEZA A COMPRESIÓN EXCÉNTRICA.

Perfil a comprobar: IPE-400

Características estáticas de la sección transversal:

	IPE-400
Area de la sección transversal, A (cm ²)=	115
Módulo resistente a flexión, Wz (cm ³)=	1160
Módulo resistente a flexión, Wy(cm ³)=	146

ESFUERZOS DE CÁLCULO

Correspondientes a la sección más solicitada (pésima) de la barra:

Esfuerzo axil, N (kg)=	7.290
Momento flector Mz(mxKg)=	20.790
Momento flector My(mxkg)=	0

1.COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA.

Tensión normal máxima a compresión excéntrica en la sección pésima de la barra:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{Mz}{Wz} + \frac{My}{Wy} = \boxed{1856} \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} = \frac{2.619}{\text{CUMPLE}}$$

2.COMPROBACIÓN DE PANDEO.

Tensión normal máxima a compresión excéntrica en la sección pésima de la barra:

$$\sigma = \frac{N}{AX} + \frac{Mz}{Wz} + \frac{My}{Wy} = \boxed{1874} \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} = \frac{2.619}{\text{CUMPLE}}$$

12. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE LOS ENTRAMADOS HASTIALES

El objetivo de este apartado es calcular el entramado hastial para una nave a dos aguas. .

El cálculo de la estructura se realiza en las seis etapas siguientes:

1. Acciones características
2. Hipótesis de carga
3. Predimensionado de los entramados
4. Cálculo de la estructura metálica tipo emparrillado para los entramados de las fachadas hastiales

1. DETERMINACIÓN DE ACCIONES CARACTERÍSTICAS.

Las acciones sobre pórticos se determinan atendiendo al CTE DB SE-AE.

1.1. ACCIONES PERMANENTES

A. Peso propio

. IPE para vigas de cubierta de entramado

0 0

P.F. ADOPTADO POR EL PROGRAMA

B. Carga permanente.

Intereje de pórticos interiores en la nave:



Ancho considerado de banda tributaria del entramado:

. Correas C 200-60-2,5

kg/m	kN/m	Intereje correas(m)	kg/m ²	Intereje pórticos(m)	kg/m	kN/m
6,7	0,067	1,39	4,82	6	28,92	0,29

. Cubierta de panel e=50 mm

kg/m ²	kN/m ²	Intereje pórticos(m)	kg/m	kN/m
10,3	0,103	6	61,80	0,62

7.1 METALPANEL p2

. Falso techo de panel frigorífico e=60 mm

kg/m ²	kN/m ²	Intereje pórticos(m)	kg/m	kN/m
9,9	0,099	6	59,40	0,59

8.1 ISOTERM p2

TOTAL ACCIONES PERMANENTES:

kg/m	kN/m
150,12	1,50

1.2. ACCIONES VARIABLES

A. Sobrecarga de uso.

Según CTE AE, punto 3, tabla 3.1, pag 5.

.Sobrecarga de uso por unidad de superficie en proyección horizontal, q:

.Superficial uniforme:	0,4	kN/m ²	Uso G1	Más desfavorable
.Puntual no simultánea: (párrafo 2)	1	kN	Uso G1	

. No concomitantes con resto de acciones variables, que son superiores. Se desprecian frente a ellas. (Nota 7, Tabla 3.1).

B. Sobrecarga de Nieve. (Según CTE AE, punto 3.5, pag 10.)

.Sobrecarga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, qn:

. Coeficiente de forma de la cubierta (CTE AE 3.5.3 pg11): $n=1$

. Zona climática de invierno en el emplazamiento: 2 CTE AE Pag 42

. Altitud topográfica s.n.m.: 208 m CTE AE TABLA E2 p42 M1 T3 EXCEL INTERPOLACIÓN

. Valor característico de la carga de nieve: $S_k=0,504$ kN/m²

. Sobrecarga de nieve:

$$q_n = n \times S_k = 0,504 \text{ kN/m}^2$$

. Acción lineal característica de nieve sobre jácenas de pórtico:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje porticos(m)	kg/m	kN/m
50,4	0,504	6	302,4	3,02

C. Acción de viento.

PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO. Figura D1 ANEXO D CTE AE pag22.

. Zona climática por velocidad de viento: C FIG D.1

. Presión dinámica del viento en esa zona: $q_b=0,45$ kN/m²

COEFICIENTE DE EXPOSICION Ce. Tabla 3.4. CTE AE pag 8.

.Grado de aspereza del entorno: **III**

.Altura del punto considerado: **6**

.Coeficiente de exposición : $C_e=1,4$ M1 T3 EXCEL INTERPOLACIÓN

COEFICIENTES EÓLICOS. CUBIERTA DE NAVE A DOS AGUAS. Tabla D6 ANEXO D CTE AE pag30.

.Longitud de la cubierta:	b=	48
.Ancho de la cubierta:	d=	20
.Altura de la cumbrera:	h=	8
.Altura de fachada longitudinal:	h=	6

e = min (b,2h) = 16

e/10= $1,6$ m ANCHOS de F y G

Anejo VII. Edificación

.Coeficientes eólicos en fachadas longitudinales: D E

TABLA D3

Esbeltez geométrica del edificio en el plano paralelo a la dirección del viento, (h/d):

. Cociente h/d= 0,40

.Fachada a barlovento (D):

INTERPOLACIÓN	
h/d	Coef. Eólico
1	0,8
0,25	0,7
0,40	0,72

.Coeficiente eólico de presión: 0,72

ZONA D

Cp= 0,72
Sup= 288,00

.Fachada a sotavento (E):

INTERPOLACIÓN	
h/d	Coef. Eólico
1	-0,5
0,25	-0,3
0,40	-0,34

.Coeficiente eólico de succión: -0,34

ZONA E

Cp= -0,34
Sup= 288,00

.Coeficientes eólicos en fachadas hastiales:

A B C

TABLA D3

Para el cálculo de la estructura de los entramados frontales.

.Coeficiente eólico medio de succión: -0,77

	ZONA A	ZONA B	ZONA C	
Cp=	-1,2	-0,8	-0,5	
Sup=	12,80	115,20	32,00	160,00

. Acción superficial de viento en forma de presión estática sobre fachadas:

.Fachada a barlovento (D):

.Presión:

qe= qb x Ce x Cp= 0,45 kN/m²

.Fachadas a sotavento (E):

.Succión:

qe= qb x Ce x Cp= -0,21 kN/m²

.Fachadas hastiales (A+B+C):

.Succión:

qe= qb x Ce x Cp= -0,49 kN/m²

En hastiales también se considera presión en situación de viento frontal:

.Presión:

qe= qb x Ce x Cp= 0,45 kN/m²

Anejo VII. Edificación

. Acción lineal característica de viento sobre pilares:

.Pilares a barlovento (D):

.Presión:		pórtico(m)	kg/m	kN/m
kg/m ²	kN/m ²	6	272,16	2,72
<u>45,36</u>	<u>0,45</u>			

.Pilares a sotavento(E):

.Succión:		Intereje pórtico(m)	kg/m	kN/m
kg/m ²	kN/m ²	6	-128,52	-1,29
<u>-21,42</u>	<u>-0,21</u>			

.Pilares en fachadas hastiales (A B C):

.Succión:		Intereje Pilares (m)	kg/m	kN/m
kg/m ²	kN/m ²	5	-243,18	-2,43
<u>-48,64</u>	<u>-0,49</u>			

.Presión:

.Presión:		Intereje Pilares (m)	kg/m	kN/m
kg/m ²	kN/m ²	5	226,80	2,27
<u>45,36</u>	<u>0,45</u>			

.Coeficientes eólicos en faldones de cubierta:

CTE AE ANEXO D TABLA D6 PAG 30.

.Pendiente de cubierta: 11,3° pte 20%
 .Faldón a barlovento: ZONAS F G H

INTERPOLACIÓN

Grados	Coef. Eólico
5	0
15	0,2
11,3	0,13

.Coeficiente eólico medio de succión:			-0,50
	ZONA F	ZONA G	ZONA H
Cp=	-1,2	-0,95	-0,41
Sup=	12,80	64,00	403,2

480,00

INTERPOLACIÓN

Grados	Coef. Eólico
15	-0,3
30	-0,2
16,69	-0,29

.Coeficiente eólico medio de presión:			0,13
	ZONA F	ZONA G	ZONA H
Cp=	0,13	0,13	0,13

.Faldón a sotavento: ZONAS I J

INTERPOLACIÓN

Grados	Coef. Eólico
5	0,2
15	-1
11,3	-0,58

.Coeficiente eólico medio de succión:		-0,53
	ZONA I	ZONA J
Cp=	-0,47	-0,85
Sup=	403,20	76,80

Anejo VII. Edificación

INTERPOLACIÓN	
Grados	Coef. Eólico
15	-0,4
30	-0,4
16,69	-0,40

. Coeficiente eólico medio de presión:

0,01

	ZONA I	ZONA J
Cp=	0	0,07
Sup=	403,20	76,80

. Acción superficial de viento en forma de presión estática sobre faldones:

. Faldón a barlovento:

. Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \text{border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; background-color: #d3d3d3; margin-right: 5px; } -0,32 \text{ kN/m}^2$$

. Presión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \text{border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; background-color: #d3d3d3; margin-right: 5px; } 0,08 \text{ kN/m}^2$$

. Faldón a sotavento:

. Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \text{border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; background-color: #d3d3d3; margin-right: 5px; } -0,33 \text{ kN/m}^2$$

. Presión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \text{border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; background-color: #d3d3d3; margin-right: 5px; } 0,01 \text{ kN/m}^2$$

. Acción lineal característica de viento sobre viga de hastial:

. Faldón a barlovento:

. Succión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje pórtico(m)	kg/m	kN/m
<u>-31,69</u>	<u>-0,32</u>	<u>6</u>	<u>-190,16</u>	<u>-1,90</u>

. Presión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje pórtico(m)	kg/m	kN/m
<u>8,19</u>	<u>0,08</u>	<u>6</u>	<u>49,14</u>	<u>0,49</u>

. Faldón a sotavento:

. Succión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje pórtico(m)	kg/m	kN/m
<u>-33,44</u>	<u>-0,33</u>	<u>6</u>	<u>-200,64</u>	<u>-2,01</u>

. Presión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje pórtico(m)	kg/m	kN/m
<u>1</u>	<u>0,01</u>	<u>6</u>	4,23	0,04

2. HIPÓTESIS DE CARGA .

1º HIP. .Faldón a barlovento. Nieve con viento a presión:
VIGAS-JÁCENAS-DINTELES DEL ENTRAMADO FRONTAL

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	150,12	1,35	202,66 kg/m
CARGA DE NIEVE	302,40	1,5	453,60 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	49,14	1,5	73,71 kg/m
TOTAL:	502		730 kg/m
Coeficiente medio de ponderación de las cargas verticales:			1,46 sin p.p.

PILARES DE ENTRAMADOS HASTIALES:

VIENTO A SUCCIÓN	-243,18	1,5	1	-365 kg/m
VIENTO PRESIÓN	226,80	1,5	1	340 kg/m

2º HIP. .Faldón a barlovento. Viento a succión sin nieve:

VIGAS-JÁCENAS-DINTELES DEL ENTRAMADO FRONTAL

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	150	0,8	120,10
CARGA DE NIEVE	0	1,5	0,00
ACCIÓN DE VIENTO	-190,16	1,5	-285,24
TOTAL:			-165 kg/m

3º HIP. .Faldón a sotavento. Nieve con viento a presión:

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	150	1,35	202,66 kg/m
CARGA DE NIEVE	302,4	1,5	453,60 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	4,23	1,5	6,3504 kg/m
TOTAL:			663 kg/m

Anejo VII. Edificación

4º HIP. .Faldón a sotavento. Viento a succión sin nieve.

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA	
PERMANENTE	150	0,8	1	120,10	kg/m
CARGA DE NIEVE	0	0,8	0	0,00	kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	-200,64	1,5	1	-300,96	kg/m
TOTAL:				-181	kg/m

3. PREDIMENSIONADO DE LOS ENTRAMADOS.

3.1. Predimensionado de las vigas de cubierta de entramado.

Carga de cálculo obtenida para las vigas de cubierta: 730 kg/m

Luz de cálculo de la viga (intereje de los pilares de hastial): 5 m

Modelo para el cálculo de esfuerzos:

Viga continua de 4 vanos iguales sometida a carga lineal uniforme.

Momento flector de predimensionado para las vigas del pórtico:

Es el M_z max en la continua de 4 vanos: $M_z = \frac{q \cdot l^2}{10} =$ 1.825 mxkg 18,25 mxKN

Módulo resistente a flexión mínimo necesario en los perfiles de las vigas:

$$(\sigma_x)_{max} = \frac{M_z}{(W_z)_{min}} = f_{yd} =$$

2619 kg/cm²
261,9 N/mm²

(W_z)_{min} =
70 cm³

Perfil IPE de menor canto que cubre el módulo resistente a flexión necesario:

Perfil para vigas: IPE-140 W_z = 77,3 cm³ > (W_z)_{min}

3.2 Predimensionado de los pilares del entramado frontal.

Carga de cálculo lineal uniforme de viento contra el pilar: 340 kg/m

Altura mayor de pilares en entramados hastiales: 8 m

MODELO PARA ESTIMAR LA FLEXIÓN DEL PILAR DEL ENTRAMADO:

Viga empotrada-articulada sometida a carga lineal uniforme.

Momento flector máximo en viga: $M_z = \frac{q \cdot l^2}{8} =$ 2.722 mxkg M1 T1 ENSIDESA pag 21 y 26.

Anejo VII. Edificación

Módulo resistente a flexión mínimo necesario en los perfiles de pilar:

$$(\sigma_x)_{max} = \frac{M_z}{(W_z)_{min}} = f_{yd} = \frac{2619}{104} = 261,9 \text{ N/mm}^2$$

(Wz)min= 104 cm³

Perfil que cubre con holgura el módulo resistente a flexión necesario:

Preselección pilares:	IPE-200	Wz=	194	cm ³	>	(Wz)min
P=	22,4 kg/m	A=	28,5	cm ²		
Preselección pilares:	IPE-220	Wz=	252	cm ³	>	(Wz)min
P=	22,4 kg/m	A=	33,4	cm ²		

Axil de predimensionado para los pilares de los entramado hastiales.
Carga vertical en el plano del entramado que tributa a un pilar:

Axil de predimensionado del pilar: $N = q \cdot l = 3.650 \text{ kg}$

PANDEO DEL PILAR EN SU PLANO LOCAL DÉBIL XZ. Según NBE EA-95 y CTE-A.

Corresponde con el plano de la fachada hastial de la nave.

Altura mayor de pilares en entramados hastiales: $8,00 \text{ m}$
 Longitud de libre del pilar a efectos de pandeo en el plano XZ: $l(\text{cm}) = 400$
ALTURA PUERTA PRINCIPAL

Longitud de pandeo en el plano XZ: $L_k = \beta \cdot l$

β	l(cm)	lk(cm)	M2 T5 CTE-A T6.1 p37
1	400	400	

Esbeltez mecánica en el plano débil de pandeo XZ:

PERFIL	lk(cm)	iy(cm)	λ_z	(Segun Pto 3.2.5 NBE EA-95)
IPE-200	400	2,48	161,29	$\lambda_z = \frac{l_k}{i_y} < 150$
IPE-220	400	2,69	148,70	
2UPN	400	10,00	40,00	

Coefficiente ω de pandeo en el plano débil de la sección XZ: ω_z

PERFIL	IPE-200	IPE-220	2UPN		ω_z :	NBE EA-95
ω_z =	4,52	3,89	1,07		$1/\omega_z$	χ :
χ =	0,22	0,26	0,93			CTE DB SE-A

Anejo VII. Edificación

Tensión normal máxima a compresión excéntrica con esfuerzos de predimensionado:

$$\text{IPE-200 } \sigma = \frac{N}{A} w_z + \frac{M_z}{W_z} = \boxed{1.982} \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} \boxed{2619}$$

$$\text{IPE-220 } \sigma = \frac{N}{A} w_z + \frac{M_z}{W_z} = \boxed{1.505} \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} \boxed{2619}$$

SOLUCIÓN PREDIMENSIONADO DE HASTIAL:

PILARES: IPE-220

VIGAS: IPE-140

4. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA TIPO EMPARRILLADO PARA LOS ENTRAMADOS DE LAS FACHADAS HASTIALES

Se realiza con el programa de cálculo de estructuras SAP2000.

Tras realizar todos los cálculos en el SAP 2000 para el modelo de estudio, se anotan los diagramas de esfuerzos. Esto se realiza para comprobar que el dimensionado y los cálculos son correctos.

A. Comprobación momentos flectores y axiales

El momento flector máximo en la viga IPE-140 posee un valor de $M_z=1,60 \text{ m.Tn}$, lo cual es lo mismo que 1.600 m.kg . Este valor obtenido gracias al programa SAP 2000 debe ser inferior al valor del predimensionado.

$$M_z = 1,600 \text{ m.Tn} < (M_z)_{\text{Predimensionado}} = 1,825 \text{ m.Tn.}$$

Esto nos indica que tenemos un margen de seguridad para poder superar las comprobaciones de resistencia del último apartado.

Respecto al momento flector máximo en la basa de la IPE-220, corresponde a un valor de $M_z=2,50 \text{ m.Tn}$. Este valor obtenido gracias al programa SAP 2000 debe ser inferior al valor del predimensionado.

$$M_z = 2,50 \text{ m.Tn} < (M_z)_{\text{Predimensionado}} = 2,72 \text{ m.Tn.}$$

Esto nos indica que tenemos un margen de seguridad para poder superar las comprobaciones de resistencia del último apartado.

Anejo VII. Edificación

Los diagramas de esfuerzos axiles, para el pilar IPE-220, nos da diversos valores. Se observa que la diferencia entre el axil en cabeza de pilar y el axil en la base del pilar, en cumbre, deben equivaler al peso propio del pilar, es decir:

$$\Delta N_{pilar} = 3,94 - 3,65 = 0,29 \text{ Tn}$$

Gracias al prontuario Ensidesa, se sabe que el peso del pilar IPE-220 es de 26,2 kg/m. De este modo:

$$26,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 8 \text{ metros} = 209,6 \text{ kg}$$

$$209,6 \text{ kg} \times 1,35 = 282,96 \text{ Tn.}$$

Por lo tanto, se confirma que la diferencia entre axiles externos del pilar coinciden con el peso mayorado del pilar. Lo mismo ocurre con los demás pilares.

Además, el esfuerzo axil en cabeza de pilar en cumbre para IPE-220 proporcionado por el SAP 2000, posee un valor de $N=3,65 \text{ Tn}$ y corresponde al mismo valor determinado mediante el predimensionado de $N=3,65 \text{ Tn}$.

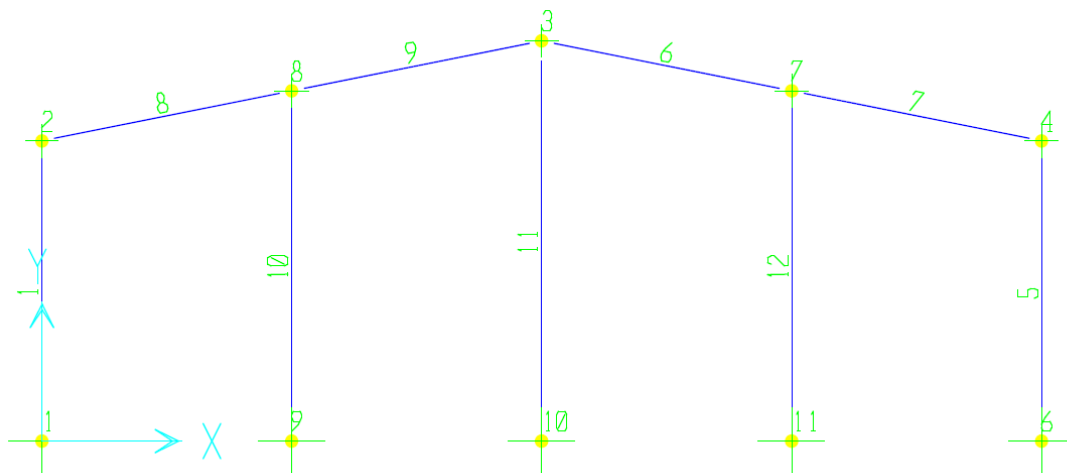


Figura 6. Pórtico hastial con barras y nudos numerados.

Tabla 4. Salida de datos para el pórtico tipo, para cálculos IPE-140 en vigas, IPE-220 en pilares interno y HEB-260 en pilares extremo.

JOINT DISPLACEMENTS						
JOINT LOAD	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1 LOAD1	0	0	0,000	0	0,000	0
2 LOAD1	4,17E-05	-5,84E-05	0,000	-3,42E-04	0,000	-7,94E-04

Anejo VII. Edificación

3 LOAD1	0	-4,46E-04	0,000	-5,91E-03	0,000	0
4 LOAD1	-4,17E-05	-5,84E-05	0,000	-3,42E-04	0,000	7,94E-04
6 LOAD1	0	0	0,000	0	0,000	0
7 LOAD1	-5,19E-05	-4,06E-04	0,000	-4,00E-03	0,000	-1,24E-04
8 LOAD1	-5,19E-05	-4,06E-04	0,000	-4,00E-03	0,000	-1,24E-04
9 LOAD1	0	0	0,000	0	0,000	0
10 LOAD1	0	0	0,000	0	0,000	0
11 LOAD1	0	0	0,000	0	0,000	0

JOINT REACTIONS						
	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1 LOAD1	0,3769	2,7157	-0,292	-0,351	0	-0,7281
2 LOAD1	0	0	-0,142	-0,1648	-0,024	0
3 LOAD1	0	0	-0,872	0	0	0
4 LOAD1	0	0	-0,142	0	0,024	0
6 LOAD1	-0,3769	2,7157	-0,292	-0,351	0	0,7281
7 LOAD1	0	0	-0,762	0	-0,0153	0
8 LOAD1	0	0	-0,762	0	0,0153	0
9 LOAD1	-7,09E-04	4,0751	-1,371	-1,9142	0	1,74E-03
10 LOAD1	0	3,9359	-1,566	-2,4965	0	0
11 LOAD1	7,09E-04	4,0751	-1,371	-1,9142	0	-1,74E-03

FRAME ELEMENTS							
FRAME LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1 LOAD 1							
	0	-2,72	3,77E-01	2,92E-01	0	3,51E-01	7,28E-01
	1,5	-2,53	3,77E-01	1,76E-01	0	2,26E-04	1,63E-01
	3	-2,34	3,77E-01	5,93E-02	0	-1,76E-01	-4,03E-01
	4,5	-2,15	3,77E-01	-5,70E-02	0	-1,78E-01	-9,68E-01
	6	-1,97	3,77E-01	-1,73E-01	0	-4,94E-03	-1,53
5 LOAD 1							
	0	-1,97	-3,77E-01	1,73E-01	0	-4,94E-03	-1,53
	1,5	-2,15	-3,77E-01	5,70E-02	0	-1,78E-01	-9,68E-01
	3	-2,34	-3,77E-01	-5,93E-02	0	-1,76E-01	-4,03E-01
	4,5	-2,53	-3,77E-01	-1,76E-01	0	2,26E-04	1,63E-01
	6	-2,72	-3,77E-01	-2,92E-01	0	3,51E-01	7,28E-01
6 LOAD 1							

Anejo VII. Edificación

	0	-1,07E-02	-1,86	-3,69E-02	6,93E-05	-3,90E-02	-1,58
	1,27	-1,98E-01	-9,31E-01	-2,05E-02	6,93E-05	-2,43E-03	2,00E-01
	2,55	-3,84E-01	3,40E-03	-4,10E-03	6,93E-05	1,32E-02	7,91E-01
	3,82	-5,71E-01	9,38E-01	1,23E-02	6,93E-05	8,04E-03	1,92E-01
	5,1	-7,58E-01	1,87	2,87E-02	6,93E-05	-1,81E-02	-1,6
7 LOAD 1							
	0	-8,02E-03	-1,88	-3,46E-02	1,32E-04	-3,37E-02	-1,6
	1,27	-1,95E-01	-9,48E-01	-1,82E-02	1,32E-04	-9,91E-05	2,01E-01
	2,55	-3,82E-01	-1,35E-02	-1,80E-03	1,32E-04	1,26E-02	8,14E-01
	3,82	-5,69E-01	9,21E-01	1,46E-02	1,32E-04	4,48E-03	2,36E-01
	5,1	-7,55E-01	1,85	3,10E-02	1,32E-04	-2,45E-02	-1,53
8 LOAD 1							
	0	-7,55E-01	-1,85	-3,10E-02	1,32E-04	-2,45E-02	-1,53
	1,27	-5,69E-01	-9,21E-01	-1,46E-02	1,32E-04	4,48E-03	2,36E-01
	2,55	-3,82E-01	1,35E-02	1,80E-03	1,32E-04	1,26E-02	8,14E-01
	3,82	-1,95E-01	9,48E-01	1,82E-02	1,32E-04	-9,91E-05	2,01E-01
	5,1	-8,02E-03	1,88	3,46E-02	1,32E-04	-3,37E-02	-1,6
9 LOAD 1							
	0	-7,58E-01	-1,87	-2,87E-02	-6,93E-05	-1,81E-02	-1,6
	1,27	-5,71E-01	-9,38E-01	-1,23E-02	-6,93E-05	8,04E-03	1,92E-01
	2,55	-3,84E-01	-3,40E-03	4,10E-03	-6,93E-05	1,32E-02	7,91E-01
	3,82	-1,98E-01	9,31E-01	2,05E-02	-6,93E-05	-2,43E-03	2,00E-01
	5,1	-1,07E-02	1,86	3,69E-02	-6,93E-05	-3,90E-02	-1,58
10 LOAD 1							
	0	-3,83	8,25E-01	-7,09E-04	0	3,22E-03	3,13E-03
	1,75	-3,89	2,76E-01	-7,09E-04	0	1,98E-03	-9,61E-01
	3,5	-3,95	-2,73E-01	-7,09E-04	0	7,39E-04	-9,64E-01
	5,25	-4,01	-8,22E-01	-7,09E-04	0	-5,01E-04	-5,26E-03
	7	-4,08	-1,37	-7,09E-04	0	-1,74E-03	1,91
11 LOAD 1							
	0	-3,65	9,45E-01	0	0	0	1,54E-02

Anejo VII. Edificación

	2	-3,72	3,18E-01	0	0	0	-1,25
	4	-3,79	-3,10E-01	0	0	0	-1,25
	6	-3,87	-9,38E-01	0	0	0	-6,77E-03
	8	-3,94	-1,57	0	0	0	2,5
12 LOAD 1							
	0	-3,83	8,25E-01	-7,09E-04	0	-3,22E-03	3,13E-03
	1,75	-3,89	2,76E-01	-7,09E-04	0	-1,98E-03	-9,61E-01
	3,5	-3,95	-2,73E-01	-7,09E-04	0	-7,39E-04	-9,64E-01
	5,25	-4,01	-8,22E-01	-7,09E-04	0	5,01E-04	-5,26E-03
	7	-4,08	-1,37	-7,09E-04	0	1,74E-03	1,91

13. CÁLCULO DE LAS ZAPATAS PARA PILARES METÁLICOS

13.1. Cálculo de las zapatas para pórticos interiores

En este apartado se van a calcular las zapatas rectangulares para pilares metálicos HEB-260 que soportaran la estructura plana de los pórticos metálicos a dos aguas interiores. El cálculo de la zapata tipo se realiza en las siguientes etapas:

1. Predimensionado de la zapata: Para realizar el predimensionado de la zapata, se recurrirá a las características del terreno previamente descritas en el apartado de información geotécnica, a los esfuerzos de cálculo de la estructura del pórtico tipo y al cálculo de los esfuerzos característicos en la base de la zapata.
2. Comprobación a vuelco.
3. Comprobación a deslizamiento
4. Cálculo de tensiones transmitidas al terreno.
5. Comprobación de resistencia.

IDENTIFICACIÓN DE LA ZAPATA:

PILARES DE PORTICO LUZ 20m

$C_{sv} = 2,03$ $\sigma_{max} = 78$ KN/M²

A. DATOS. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.

TIPO DE TERRENO PARA CIMENTAR: **Arcillas duras**

PRESIÓN ADMISIBLE EN EL TERRENO DE CIMENTACION: $\sigma_{adm} = 300$ kN/m²
Tabla D.26.

ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO DEL TERRENO: $\varphi = 25$

ÁNGULO DE ROZAMIENTO TERRENO-ZAPATA: $\varphi_d = (2/3) \varphi = 16,67$

B. DATOS. ESFUERZOS DE CÁLCULO EN LA ESTRUCTURA:

En la hipótesis mas desfavorable para el cálculo de las zapatas. $2,03$ 78

Basa del pilar con empotramiento perfecto.

MOMENTO FLECTOR DE CÁLCULO EN LA BASE DEL PILAR:
 $M_d = 171,2$ mxkN $17,12$ mxt

ESFUERZO CORTANTE DE CÁLCULO EN LA BASE DEL PILAR:
 $V_d = 69$ kN $6,90$ t

ESFUERZO AXIL DE CÁLCULO EN LA BASE DEL PILAR:
 $N_d = 92,4$ kN $9,24$ t

COEFICIENTE MEDIO DE PONDERACIÓN DE LAS CARGAS:

$\gamma_m = 1,46$ EN ANEJO 2 CÁLCULO DE ESTRUCTURA TIPO. AP2.

C. PREDIMENSIONADO DE LA ZAPATA:

$C_{sv} = 2,03$ $\sigma_{max} = 78,31$

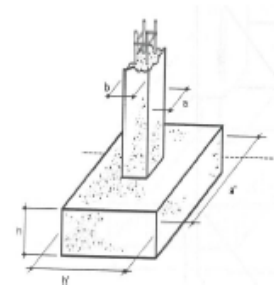
CANTO DE LA ZAPATA : $h(m) = 0,8$

LARGO DE LA ZAPATA: $a'(m) = 3,25$

ANCHO DE LA ZAPATA: $b'(m) = 2$

VOLUMEN DE HORMIGÓN EN LA ZAPATA: $5,20$ m³

PESO PROPIO DE LA ZAPATA: $P_z = 130,00$ kN
 13 t



Anejo VII. Edificación

ESPESOR DE SOLERA SOBRE ZAPATA: e (cm)= m

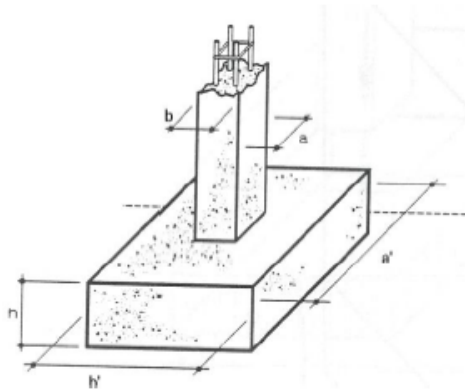
PESO DE LA SOLERA SOBRE ZAPATA: P_s = kN

PESO DE ZAPATA + PESO DE SOLERA: P_{zs} = kN

MÓDULO RESISTENTE A FLEXIÓN DE LA BASE DE LA ZAPATA:

W = m³

$$W = \frac{b' a'^3}{2}$$



a' : lado mayor de la zapata
 b' : lado menor de la zapata
 h : canto de la zapata
 a : lado mayor del pilar
 b : lado menor del pilar

PERFIL ADOPTADO PARA EL PILAR EN LA ESTRUCTURA:
 Canto del pilar (mm)=

HEB-260
260

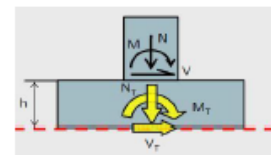
D. ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LA BASE DE LA ZAPATA:

MOMENTO FLECTOR CARACTERÍSTICO EN LA BASE DE LA ZAPATA:

$M_T = \frac{Md}{\gamma_m} + \frac{Vd}{\gamma_m} \times h =$ mxkN En el plano de cimentación.
 Esfuerzos no mayorados.

ESFUERZO CORTANTE CARACTERÍSTICO EN BASE DE ZAPATA:

$V_T = \frac{V_d}{\gamma_m} =$ kN En el plano de la cimentación
 Esfuerzos no mayorados.



ESFUERZO AXIL CARACTERÍSTICO EN LA BASE DE LA ZAPATA:

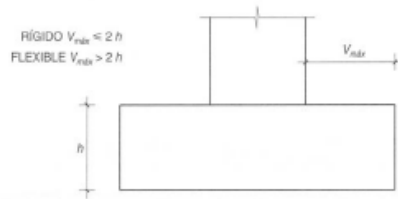
$N_T = \frac{Nd}{\gamma_m} + P_z =$ kN En el plano de la cimentación
 Esfuerzos no mayorados.

Flector, axil y cortante no ponderados en la base de zapata se utilizan para:

1º Comprobación de vuelco. 2º Comprobación de deslizamiento.

3º Presiones transmitidas al terreno de cimentación.

CLASIFICACIÓN DE ZAPATA AISLADA: RÍGIDA O FLEXIBLE.



LADO MÍNIMO DE LA PLACA BASE CUADRADA DEL PILAR:
LADO ADOPTADO PARA LA PLACA BASE DEL PILAR :

Canto del pilar+vuelos mínimos de 15 cm

56	cm
55	cm

VUELO DE LA ZAPATA RESPECTO A CARA DE PILAR:

149,50	cm
--------	----

Vuelo $\leq 2 \times h$
149,5 cm \leq

160

 cm

ZAPATA RÍGIDA

Vuelo $> 2 \times h$
149,5 cm $>$

160

 cm

ZAPATA FLEXIBLE

Zapata rígida: se puede armar por método de las bielas-tirantes o por método sección de referencia.
Zapata flexible: se arma por método de sección de referencia.

1.COMPROBACIÓN A VUELCO. Estado Límite de Servicio.

MOMENTO ESTABILIZADOR

$M_e = N_T \times (a/2) =$

314,09

 mxkN 31,41 mxt

Se desprecia, del lado de la seguridad, la rigidez a torsión de las dos riostras unidas a la zapata.

MOMENTO VOLCADOR:

$M_v = M_T =$ 155,07 mxkN 15,51 mxT

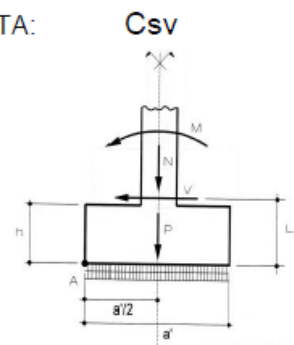
COEFICIENTE DE SEGURIDAD A VUELCO DE LA ZAPATA:

$C_{sv} = \frac{M_e}{M_v} =$

2,03

 $> 1,33$ SIT. EXTRAORDINARIA
 > 2 SIT. PERSISTENTE
CTE SE-C Tabla 2.1 pg11

A: Vértice de vuelco de la zapata



2. COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO. E.L.S.

Punto 2.4.2. CTE DB SE-C.

FUERZA HORIZONTAL ESTABILIZADORA:

$$R_e = N_T \times \tan \varphi_d = N_T \times \tan \frac{2}{3} \varphi = \boxed{57,87} \text{ kN}$$

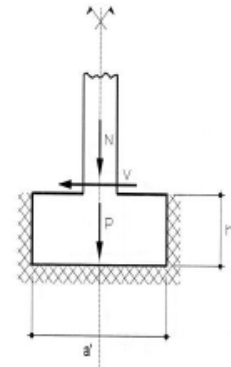
FUERZA HORIZONTAL DESESTABILIZADORA:

$$E_d = V_T = \underline{47,26} \text{ kN}$$

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A DESLIZAMIENTO:

$$C_{sd} = \frac{R_e}{E_d} = \boxed{1,22} > 1 \quad \text{SIT. PERSISTENTE}$$

CTE SE-C Tabla 2.1 pg11



3. TENSIONES TRANSMITIDAS AL TERRENO. E.L.S.

EXCENRICIDAD DE LA CARGA VERTICAL TOTAL:

$$e = \frac{M_T}{N_T} = \boxed{0,80} \text{ m}$$

NÚCLEO CENTRAL DE INERCIA DE LA BASE DE LA ZAPATA RECTANGULAR (NCI).

NCI: Rombo concéntrico con la zapata cuya semidiagonal mayor es $a'/6$.

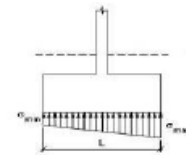
$$\frac{a'}{6} = \boxed{0,54} \text{ m} \quad a' = \underline{3,25} \text{ m}$$

DIAGRAMA DE TENSIONES EN EL TERRENO: TRAPEZOIDAL o TRIANGULAR.

$$\underline{0,80} \text{ cm} < \underline{0,54} \text{ cm}$$

3.1 TRAPEZOIDAL

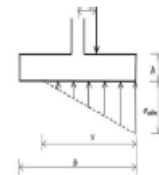
Axil dentro del NCI de la zapata.



$$\underline{0,80} \text{ cm} \geq \underline{0,54} \text{ cm}$$

3.2 TRIANGULAR

Axil fuera del NCI de la zapata.



Anejo VII. Edificación

3.1 DIAGRAMA TRAPEZOIDAL DE PRESIONES MOVILIZADAS EN EL TERRENO.

No afecta al proyecto porque es triangular

TENSIONES MÁXIMA Y MÍNIMA MOVILIZADAS EN EL TERRENO DE CIMENTACIÓN:

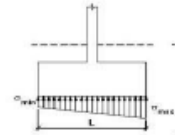
Tensión máxima en el terreno de cimentación, con esfuerzos característicos:

$$\sigma_{max} = \frac{N_T}{A} + \frac{M_T}{W} = \begin{matrix} 73,78 & \text{kN/m}^2 \\ 0,74 & \text{kg/cm}^2 \end{matrix} < \sigma_{adm} = \frac{\text{kN/m}^2}{300}$$

Tensión mínima en el terreno de cimentación, con esfuerzos característicos:

$$\sigma_{min} = \frac{N_T}{A} - \frac{M_T}{W} = \begin{matrix} -14,31 & \text{kN/m}^2 \\ -0,14 & \text{kg/cm}^2 \end{matrix}$$

Con valor negativo calcular mediante diagrama triangular de presiones.



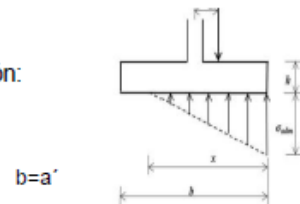
3.2 DIAGRAMA TRIANGULAR DE PRESIONES MOVILIZADAS EN EL TERRENO.

TENSIONES MÁXIMA MOVILIZADAS EN EL TERRENO DE CIMENTACIÓN:

$$\sigma_{max} = \frac{4N_T}{3(a' - 2e)b'} = \begin{matrix} 78,31 & \text{kN/m}^2 \\ 0,78 & \text{kg/cm}^2 \end{matrix} < \sigma_{adm} = \frac{\text{kN/m}^2}{300}$$

Longitud del diagrama triangular de tensiones en el terreno de cimentación:

$$X = 1,5 \times (a' - 2e) = \begin{matrix} 2,47 & \text{m} \end{matrix}$$



4. COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO.

MÉTODO DE VOLADIZO DESDE SECCIÓN DE REFERENCIA.
PILAR METÁLICO.

Sección de referencia en la mitad del vuelo de la basa del pilar.

Perfil adoptado para el pilar en la estructura: HEB-260

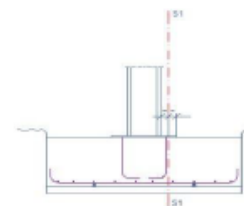
Canto del pilar, en largo de zapata (mm)= 260

Dimensión de la placa base cuadrada del pilar:

d(mm)= 550

Vuelo de la basa respecto a la cara del pilar:

Vb(mm)= 145



Anejo VII. Edificación

Sección de referencia, para empotramiento de la zapata, respecto al eje del pilar:

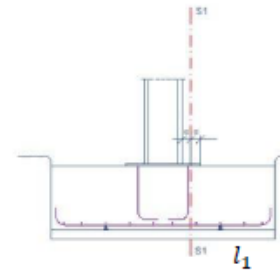
$$S(m) = \boxed{0,2025} \text{ m} \quad \boxed{202,5} \text{ mm}$$

Dimensiones adoptadas para la zapata:

Largo de la zapata: $a'(m) = \boxed{3,25}$

Ancho de la zapata: $b'(m) = \boxed{2}$

Canto de la zapata: $h(m) = \boxed{0,8}$



Distancia desde la sección de referencia hasta el borde de la zapata:

$$l_1(m) = \frac{a'}{2} - S = \boxed{1,4225} \text{ m}$$

Tensión máxima movilizada en el terreno debida a los esfuerzos característicos:

$$\sigma_{max} = \boxed{78,31} \text{ kN/m}^2 \quad \begin{matrix} 73,78 & 78,31 \\ \text{Máxima trapezoidal o triangular según proceda} \end{matrix}$$

Tensión máxima movilizada en el terreno debida a los esfuerzos ponderados:

$$\sigma_{max}^* = \gamma_m \cdot \sigma_{max} = \boxed{114,33} \text{ kN/m}^2$$

Momento flector ponderado debido a las tensiones movilizadas en el terreno:

$$Md = \sigma_{max}^* b' l_1 \left(\frac{l_1}{2}\right) = \boxed{231,35} \text{ mkN} \quad \begin{matrix} \text{Reacción del terreno contra la zapata} \\ \text{Flector originado por distribución uniforme de tensiones en superficie } b' \times l_1 \end{matrix} \quad Md = \boxed{23,14} \text{ mxt}$$

Recubrimiento considerado para la armadura de fondo en zapata: $r(\text{cm}) = \boxed{10}$

Canto útil de la zapata: $d = (h-r) = \boxed{0,7} \text{ m}$

MATERIALES: HORMIGÓN HA-25.

Resistencia característica del hormigón: $f_{ck} = \boxed{25} \text{ N/mm}^2$

Resistencia de cálculo del hormigón:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \boxed{16,667} \text{ N/mm}^2 \quad \boxed{16,667} \text{ kN/m}^2 \quad \boxed{166,67} \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_c = \boxed{1,5} \text{ Coeficiente minorador de la resistencia del hormigón.}$$

Anejo VII. Edificación

MATERIALES: **ACERO B-500S**

Tensión de límite elástico del acero: $f_y =$ N/mm²

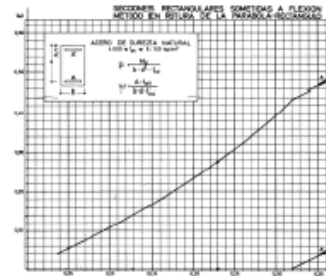
Resistencia de cálculo del acero:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_s} =$$
 N/mm² kg/cm²

Coeficiente minorador de la resistencia del acero.

Momento minorado para entrada en el ábaco de flexión:

$$\mu = \frac{Md}{b' \cdot d^2 \cdot f_{cd}} =$$



Capacidad mecánica reducida de la armadura necesaria:

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b' \cdot d \cdot f_{cd}} =$$
 → ARMADO POR CUANTÍA GEOMÉTRICA O MECÁNICA MÍNIMA.

Capacidad mecánica de la armadura necesaria a flexión:

$$U_s = A_s \cdot f_{yd} =$$
 kg kN

ÁREA DE ACERO POR CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA

Acero en barras corrugadas B-500S: 1,8 por mil de la sección transversal de la zapata.

$$A_{c.g.m} = 0,0018 \cdot A_c = 0,0018 \cdot b' \cdot h =$$
 cm²

ÁREA DE ACERO POR CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:

Acero en barras corrugadas B-500S:

$$A_{c.m.m} = 0,04 \cdot \frac{A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,04 \cdot b' \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} =$$
 cm²

Diámetro de las barras adoptadas:

$$\phi =$$
 mm

Sección de acero en cada barra:

$$A_{sb} =$$
 cm²

Número de barras:

$$N =$$
 Para la cuantía mínima mayor.

A repartir en una anchura máxima de: $b' - 10$ cm = cm

Repartida en una anchura constructiva de: cm

Armado parrilla fondo: 1 ϕ cada cm

Calculado para la dirección larga a' . Se dispone también en la dirección corta b' de la zapata.

13.2. Cálculo de las zapatas para pilares HEB-260 del pórtico hastial

En este apartado se van a calcular las zapatas rectangulares para pilares hastiales metálicos HEB-260 que soportaran la estructura plana de los pórticos metálicos a dos aguas. El cálculo de la zapata tipo se realiza en las siguientes etapas:

1. Predimensionado de la zapata: Para realizar el predimensionado de la zapata, se recurrirá a las características del terreno previamente descritas en el apartado de información geotécnica, a los esfuerzos de cálculo de la estructura del pórtico tipo y al cálculo de los esfuerzos característicos en la base de la zapata.
2. Comprobación a vuelco.
3. Comprobación a deslizamiento
4. Cálculo de tensiones transmitidas al terreno.
5. Comprobación de resistencia.

IDENTIFICACIÓN DE LA ZAPATA:

PILARES DE PORTICO LUZ 20m

$c_{sv} = 8,38$ $\sigma_{max} = 36$ KN/M2

A. DATOS. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.

TIPO DE TERRENO PARA CIMENTAR: **Arcillas duras**

PRESIÓN ADMISIBLE EN EL TERRENO DE CIMENTACION: $\sigma_{adm} = 300$ kN/m2
Tabla D.26.

ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO DEL TERRENO: $\varphi = 25$

ÁNGULO DE ROZAMIENTO TERRENO-ZAPATA: $\varphi_d = (2/3) \varphi = 16,67$

B. DATOS. ESFUERZOS DE CÁLCULO EN LA ESTRUCTURA:

En la hipótesis mas desfavorable para el cálculo de las zapatas. $8,38$ 36

Basa del pilar con empotramiento perfecto.

MOMENTO FLECTOR DE CÁLCULO EN LA BASE DEL PILAR:
 $M_d = 0,73$ mxkN $0,07$ mxt

ESFUERZO CORTANTE DE CÁLCULO EN LA BASE DEL PILAR:
 $V_d = 0,38$ kN $0,04$ t

ESFUERZO AXIL DE CÁLCULO EN LA BASE DEL PILAR:
 $N_d = 2,72$ kN $0,27$ t

COEFICIENTE MEDIO DE PONDERACIÓN DE LAS CARGAS:

$$\gamma_m = 1,46 \text{ EN ANEJO 2 CÁLCULO DE ESTRUCTURA TIPO. AP2.}$$

Anejo VII. Edificación

C _{sv}	σ _{max}
8,38	35,92

C. PREDIMENSIONADO DE LA ZAPATA:

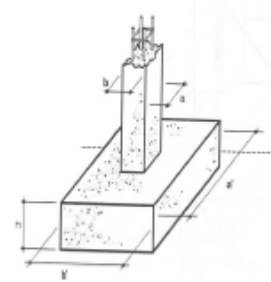
CANTO DE LA ZAPATA : h(m)=

LARGO DE LA ZAPATA: a'(m)=

ANCHO DE LA ZAPATA: b'(m)=

VOLUMEN DE HORMIGÓN EN LA ZAPATA: m³

PESO PROPIO DE LA ZAPATA: P_z= kN
 t



ESPESOR DE SOLERA SOBRE ZAPATA: e (cm)= m

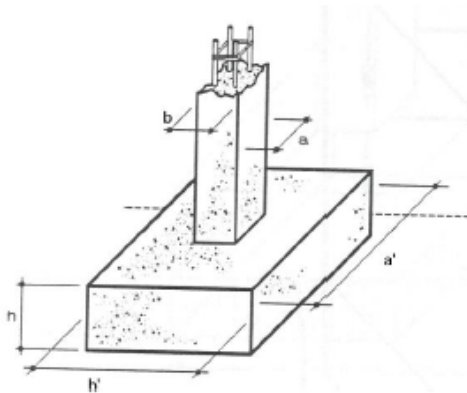
PESO DE LA SOLERA SOBRE ZAPATA: P_s= kN

PESO DE ZAPATA + PESO DE SOLERA: P_{zs}= kN

MÓDULO RESISTENTE A FLEXIÓN DE LA BASE DE LA ZAPATA:

W= m³

$$W = \frac{b' a'^3}{\frac{12}{a'}}$$



a': lado mayor de la zapata
 b': lado menor de la zapata
 h: canto de la zapata
 a: lado mayor del pilar
 b: lado menor del pilar

PERFIL ADOPTADO PARA EL PILAR EN LA ESTRUCTURA:
 Canto del pilar (mm)=

HEB-260
260

D. ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LA BASE DE LA ZAPATA:

MOMENTO FLECTOR CARACTERÍSTICO EN LA BASE DE LA ZAPATA:

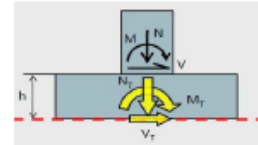
$$M_T = \frac{Md}{\gamma_m} + \frac{Vd}{\gamma_m} \times h = \boxed{0,71} \text{ mxkN}$$

En el plano de cimentación.
Esfuerzos no mayorados.

ESFUERZO CORTANTE CARACTERÍSTICO EN BASE DE ZAPATA:

$$V_T = \frac{V_d}{\gamma_m} = \boxed{0,26} \text{ kN}$$

En el plano de la cimentación
Esfuerzos no mayorados.



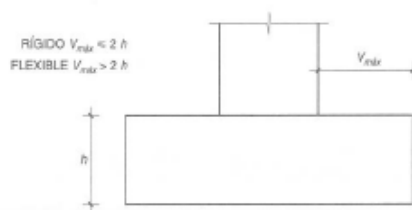
ESFUERZO AXIL CARACTERÍSTICO EN LA BASE DE LA ZAPATA:

$$N_T = \frac{Nd}{\gamma_m} + Pz = \boxed{11,86} \text{ kN}$$

En el plano de la cimentación
Esfuerzos no mayorados.

Flector, axil y cortante no ponderados en la base de zapata se utilizan para:
1º Comprobación de vuelco. 2º Comprobación de deslizamiento.
3º Presiones transmitidas al terreno de cimentación.

CLASIFICACIÓN DE ZAPATA AISLADA: RÍGIDA O FLEXIBLE.



LADO MÍNIMO DE LA PLACA BASE CUADRADA DEL PILAR:
LADO ADOPTADO PARA LA PLACA BASE DEL PILAR :

Canto del pilar+vuelos mínimos de 15 cm

56 cm
55 cm

VUELO DE LA ZAPATA RESPECTO A CARA DE PILAR:

37,00 cm

Vuelo $\leq 2 \times h$ **ZAPATA RÍGIDA**
37 cm **160** cm

Vuelo $> 2 \times h$ **ZAPATA FLEXIBLE**
37 cm **160** cm

Zapata rígida: se puede armar por método de las bielas-tirantes o por método sección de referencia.
Zapata flexible: se arma por método de sección de referencia.

Anejo VII. Edificación

1.COMPROBACIÓN A VUELCO. Estado Límite de Servicio.

MOMENTO ESTABILIZADOR

$$M_e = N_T \times (a/2) = \boxed{5,93} \text{ mxkN} \quad \underline{0,59} \text{ mxT}$$

Se desprecia, del lado de la seguridad, la rigidez a torsión de las dos riostras unidas a la zapata.

MOMENTO VOLCADOR:

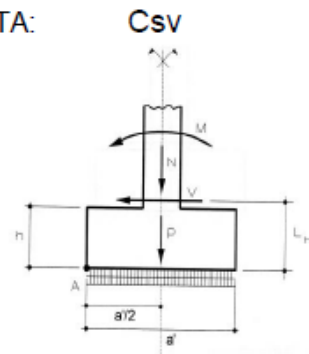
$$M_v = M_T = \underline{0,71} \text{ mxkN} \quad \underline{0,07} \text{ mxT}$$

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A VUELCO DE LA ZAPATA:

$$C_{sv} = \frac{M_e}{M_v} = \boxed{8,38} > \begin{matrix} 1,33 & \text{SIT. EXTRAORDINARIA} \\ 2 & \text{SIT. PERSISTENTE} \end{matrix}$$

CTE SE-C Tabla 2.1 pg 11

A: Vértice de vuelco de la zapata



2. COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO. E.L.S.

Punto 2.4.2. CTE DB SE-C.

FUERZA HORIZONTAL ESTABILIZADORA:

$$R_e = N_T \times \tan \varphi_d = N_T \times \tan 2/3 \varphi = \boxed{3,55} \text{ kN}$$

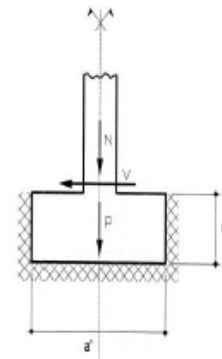
FUERZA HORIZONTAL DESESTABILIZADORA:

$$E_d = V_T = \underline{0,26} \text{ kN}$$

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A DESLIZAMIENTO:

$$C_{sd} = \frac{R_e}{E_d} = \boxed{13,65} > 1 \quad \text{SIT. PERSISTENTE}$$

CTE SE-C Tabla 2.1 pg 11



3. TENSIONES TRANSMITIDAS AL TERRENO. E.L.S.

EXCENTRICIDAD DE LA CARGA VERTICAL TOTAL:

$$e = \frac{M_T}{N_T} = 0,06 \text{ m}$$

NÚCLEO CENTRAL DE INERCIA DE LA BASE DE LA ZAPATA RECTANGULAR (NCI).

NCI: Rombo concéntrico con la zapata cuya semidiagonal mayor es $a'/6$.

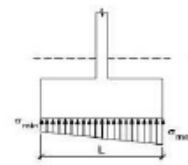
$$\frac{a'}{6} = 0,17 \text{ m} \quad a' = 1 \text{ m}$$

DIAGRAMA DE TENSIONES EN EL TERRENO: TRAPEZOIDAL o TRIANGULAR.

$$\underline{e = 0,06 \text{ cm}} < \underline{\text{NCI} = 0,17 \text{ cm}}$$

3.1 TRAPEZOIDAL

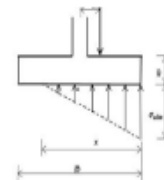
Axil dentro del NCI de la zapata.



$$\underline{e = 0,06 \text{ cm}} \geq \underline{\text{NCI} = 0,17 \text{ cm}}$$

3.2 TRIANGULAR

Axil fuera del NCI de la zapata.



Anejo VII. Edificación

3.1 DIAGRAMA TRAPEZOIDAL DE PRESIONES MOVILIZADAS EN EL TERRENO.

No afecta al proyecto porque es triangular

TENSIONES MÁXIMA Y MÍNIMA MOVILIZADAS EN EL TERRENO DE CIMENTACIÓN:

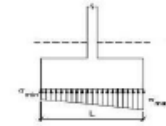
Tensión máxima en el terreno de cimentación, con esfuerzos característicos:

$$\sigma_{max} = \frac{N_T}{A} + \frac{M_T}{W} = \begin{array}{l} \boxed{32,22} \text{ kN/m}^2 \\ \boxed{0,32} \text{ kg/cm}^2 \end{array} < \sigma_{adm} = \frac{\text{kN/m}^2}{300}$$

Tensión mínima en el terreno de cimentación, con esfuerzos característicos:

$$\sigma_{min} = \frac{N_T}{A} - \frac{M_T}{W} = \begin{array}{l} \boxed{15,23} \text{ kN/m}^2 \\ \boxed{0,15} \text{ kg/cm}^2 \end{array}$$

Con valor negativo calcular mediante diagrama triangular de presiones.



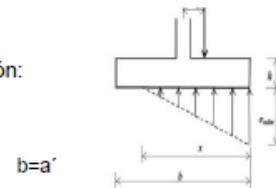
3.2 DIAGRAMA TRIANGULAR DE PRESIONES MOVILIZADAS EN EL TERRENO.

TENSIONES MÁXIMA MOVILIZADAS EN EL TERRENO DE CIMENTACIÓN:

$$\sigma_{max} = \frac{4N_T}{3(a' - 2e)b'} = \begin{array}{l} \boxed{35,92} \text{ kN/m}^2 \\ \boxed{0,36} \text{ kg/cm}^2 \end{array} < \sigma_{adm} = \frac{\text{kN/m}^2}{300}$$

Longitud del diagrama triangular de tensiones en el terreno de cimentación:

$$X = 1,5 \times (a' - 2e) = \boxed{1,32} \text{ m}$$



4. COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO.

MÉTODO DE VOLADIZO DESDE SECCIÓN DE REFERENCIA. PILAR METÁLICO.

Sección de referencia en la mitad del vuelo de la basa del pilar.

Perfil adoptado para el pilar en la estructura: HEB-260

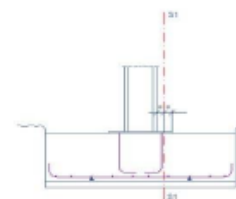
Canto del pilar, en largo de zapata (mm)= 260

Dimensión de la placa base cuadrada del pilar:

d(mm)= 550

Vuelo de la basa respecto a la cara del pilar:

Vb(mm)= 145



Anejo VII. Edificación

Sección de referencia, para empotramiento de la zapata, respecto al eje del pilar:

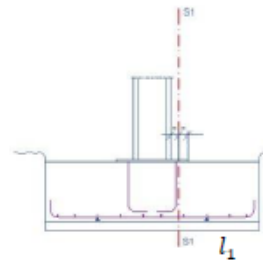
$$S(m) = \boxed{0,2025} \text{ m} \quad \boxed{202,5} \text{ mm}$$

Dimensiones adoptadas para la zapata:

Largo de la zapata: $a'(m) = \underline{\underline{1}}$

Ancho de la zapata: $b'(m) = \underline{\underline{0,5}}$

Canto de la zapata: $h(m) = \underline{\underline{0,8}}$



Distancia desde la sección de referencia hasta el borde de la zapata:

$$l_1(m) = \frac{a'}{2} - S = \boxed{0,2975} \text{ m}$$

Tensión máxima movilizada en el terreno debida a los esfuerzos característicos:

$$\sigma_{max} = \boxed{32,22} \text{ kN/m}^2 \quad \begin{matrix} 32,22 & 35,92 \\ \text{Máxima trapezoidal o triangular según proceda} \end{matrix}$$

Tensión máxima movilizada en el terreno debida a los esfuerzos ponderados:

$$\sigma_{max}^* = \gamma_m \cdot \sigma_{max} = \boxed{47,04} \text{ kN/m}^2$$

Momento flector ponderado debido a las tensiones movilizadas en el terreno:

$$Md = \sigma_{max}^* \cdot b' \cdot l_1 \left(\frac{l_1}{2}\right) = \boxed{1,04} \text{ mkN} \quad \begin{matrix} \text{Reacción del terreno contra la zapata} \\ \text{Flector originado por distribución uniforme de tensiones en superficie } b' \times l_1 \end{matrix} \quad Md = \boxed{0,10} \text{ mxt}$$

Recubrimiento considerado para la armadura de fondo en zapata: $r(\text{cm}) = \boxed{10}$

Canto útil de la zapata: $d = (h-r) = \boxed{0,7} \text{ m}$

MATERIALES: HORMIGÓN HA-25.

Resistencia característica del hormigón: $f_{ck} = \boxed{25} \text{ N/mm}^2$

Resistencia de cálculo del hormigón:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \boxed{16,667} \text{ N/mm}^2 \quad \boxed{16,667} \text{ kN/m}^2 \quad \boxed{166,67} \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_c = \boxed{1,5} \text{ Coeficiente minorador de la resistencia del hormigón.}$$

Anejo VII. Edificación

MATERIALES: **ACERO B-500S**

Tensión de límite elástico del acero: $f_y =$ N/mm²

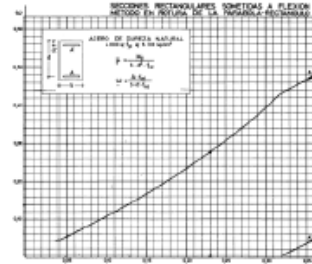
Resistencia de cálculo del acero:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_s} =$$
 N/mm² kg/cm²

Coeficiente minorador de la resistencia del acero.

Momento minorado para entrada en el ábaco de flexión:

$$\mu = \frac{Md}{b' \cdot d^2 \cdot f_{cd}} =$$



Capacidad mecánica reducida de la armadura necesaria:

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b' \cdot d \cdot f_{cd}} =$$
 → ARMADO POR CUANTÍA GEOMÉTRICA O MECÁNICA MÍNIMA.

Capacidad mecánica de la armadura necesaria a flexión:

$$U_s = A_s \cdot f_{yd} =$$
 kg kN

ÁREA DE ACERO POR CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA

Acero en barras corrugadas B-500S: 1,8 por mil de la sección transversal de la zapata.

$$A_{c.g.m} = 0,0018 \cdot A_c = 0,0018 \cdot b' \cdot h =$$
 cm²

ÁREA DE ACERO POR CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:

Acero en barras corrugadas B-500S:

$$A_{c.m.m} = 0,04 \cdot \frac{A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,04 \cdot b' \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} =$$
 cm²

Diámetro de las barras adoptadas: $\phi =$ mm

Sección de acero en cada barra: $A_{sb} =$ cm²

Número de barras: $N =$ Para la cuantía mínima mayor.

A repartir en una anchura máxima de: $b' - 10 \text{ cm} =$ cm

Repartida en una anchura constructiva de: cm

Armado parrilla fondo: 1ϕ cada cm

Calculado para la dirección larga a' . Se dispone también en la dirección corta b' de la zapata.

13.3. Cálculo de las zapatas para pilares IPE-220 del pórtico hastial

En este apartado se van a calcular las zapatas rectangulares para pilares hastiales metálicos IPE-220 que soportaran la estructura plana de los pórticos metálicos a dos aguas. El cálculo de la zapata tipo se realiza en las siguientes etapas:

1. Predimensionado de la zapata: Para realizar el predimensionado de la zapata, se recurrirá a las características del terreno previamente descritas en el apartado de información geotécnica, a los esfuerzos de cálculo de la estructura del pórtico tipo y al cálculo de los esfuerzos característicos en la base de la zapata.
2. Comprobación a vuelco.
3. Comprobación a deslizamiento
4. Cálculo de tensiones transmitidas al terreno.
5. Comprobación de resistencia.

**IDENTIFICACIÓN DE LA ZAPATA:
PILARES DE PÓRTICO LUZ 20m**

$C_{sv} = 2,47$ $\sigma_{max} = 57$ KN/M²

A. DATOS. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.

TIPO DE TERRENO PARA CIMENTAR: Arcillas duras

PRESIÓN ADMISIBLE EN EL TERRENO DE CIMENTACION: $\sigma_{adm} = 300$ kN/m²
Tabla D.26.

ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO DEL TERRENO: $\phi = 25$

ÁNGULO DE ROZAMIENTO TERRENO-ZAPATA: $\phi_d = (2/3) \phi = 16,67$

B. DATOS. ESFUERZOS DE CÁLCULO EN LA ESTRUCTURA:

En la hipótesis mas desfavorable para el cálculo de las zapatas. $2,47$ 57

Basa del pilar con empotramiento perfecto.

MOMENTO FLECTOR DE CÁLCULO EN LA BASE DEL PILAR:

$M_d = 2,5$ mxkN $0,25$ mxt

ESFUERZO CORTANTE DE CÁLCULO EN LA BASE DEL PILAR:

$V_d = 1,57$ kN $0,16$ t

ESFUERZO AXIL DE CÁLCULO EN LA BASE DEL PILAR:

$N_d = 3,94$ kN $0,39$ t

COEFICIENTE MEDIO DE PONDERACIÓN DE LAS CARGAS:

$\gamma_m = 1,46$ EN ANEJO 2 CÁLCULO DE ESTRUCTURA TIPO. AP2.

Anejo VII. Edificación

C. PREDIMENSIONADO DE LA ZAPATA:

C _{sv}	σ _{max}
2,47	56,93

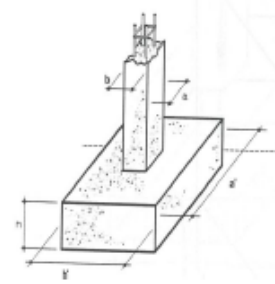
CANTO DE LA ZAPATA : h(m)=

LARGO DE LA ZAPATA: a'(m)=

ANCHO DE LA ZAPATA: b'(m)=

VOLUMEN DE HORMIGÓN EN LA ZAPATA: m³

PESO PROPIO DE LA ZAPATA: P_z= kN
 t



ESPESOR DE SOLERA SOBRE ZAPATA: e (cm)= m

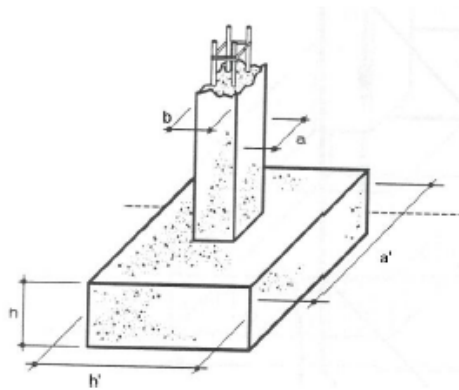
PESO DE LA SOLERA SOBRE ZAPATA: P_s= kN

PESO DE ZAPATA + PESO DE SOLERA: P_{zs}= kN

MÓDULO RESISTENTE A FLEXIÓN DE LA BASE DE LA ZAPATA:

W= m³

$$W = \frac{b' a'^3}{\frac{a'}{2}}$$



a': lado mayor de la zapata
 b': lado menor de la zapata
 h: canto de la zapata
 a: lado mayor del pilar
 b: lado menor del pilar

PERFIL ADOPTADO PARA EL PILAR EN LA ESTRUCTURA:
 Canto del pilar (mm)=

IPE-220
220

D. ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LA BASE DE LA ZAPATA:

MOMENTO FLECTOR CARACTERÍSTICO EN LA BASE DE LA ZAPATA:

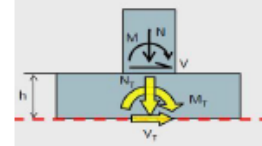
$$M_T = \frac{Md}{\gamma_m} + \frac{Vd}{\gamma_m} \times h = 2,57 \text{ mxkN}$$

En el plano de cimentación.
Esfuerzos no mayorados.

ESFUERZO CORTANTE CARACTERÍSTICO EN BASE DE ZAPATA:

$$V_T = \frac{V_d}{\gamma_m} = 1,08 \text{ kN}$$

En el plano de la cimentación
Esfuerzos no mayorados.



ESFUERZO AXIL CARACTERÍSTICO EN LA BASE DE LA ZAPATA:

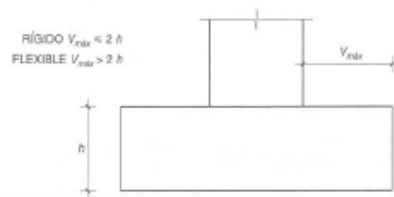
$$N_T = \frac{Nd}{\gamma_m} + Pz = 12,70 \text{ kN}$$

En el plano de la cimentación
Esfuerzos no mayorados.

Flector, axil y cortante no ponderados en la base de zapata se utilizan para:

- 1º Comprobación de vuelco. 2º Comprobación de deslizamiento.
- 3º Presiones transmitidas al terreno de cimentación.

CLASIFICACIÓN DE ZAPATA AISLADA: RÍGIDA O FLEXIBLE.



LADO MÍNIMO DE LA PLACA BASE CUADRADA DEL PILAR:

Canto del pilar+vuelos mínimos de 15 cm

52 cm

LADO ADOPTADO PARA LA PLACA BASE DEL PILAR :

55 cm

VUELO DE LA ZAPATA RESPECTO A CARA DE PILAR:

39,00 cm

$$\text{Vuelo } 39 \text{ cm} \leq 2 \times h = 160 \text{ cm}$$

ZAPATA RÍGIDA

$$\text{Vuelo } 39 \text{ cm} > 2 \times h = 160 \text{ cm}$$

ZAPATA FLEXIBLE

Zapata rígida: se puede armar por método de las bielas-tirantes o por método sección de referencia.

Zapata flexible: se arma por método de sección de referencia.

1.COMPROBACIÓN A VUELCO. Estado Límite de Servicio.

MOMENTO ESTABILIZADOR

$$M_e = N_{\tau} \times (a/2) = \boxed{6,35} \text{ mxkN} \quad \underline{0,63 \text{ mxT}}$$

Se desprecia, del lado de la seguridad, la rigidez a torsión de las dos riostras unidas a la zapata.

MOMENTO VOLCADOR:

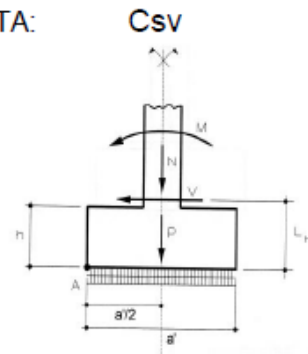
$$M_v = M_{\tau} = \underline{2,57 \text{ mxkN}} \quad \underline{0,26 \text{ mxT}}$$

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A VUELCO DE LA ZAPATA:

$$C_{sv} = \frac{M_e}{M_v} = \boxed{2,47} > \begin{matrix} 1,33 & \text{SIT. EXTRAORDINARIA} \\ 2 & \text{SIT. PERSISTENTE} \end{matrix}$$

CTE SE-C Tabla 2.1 pg11

A: Vértice de vuelco de la zapata



2. COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO. E.L.S.

Punto 2.4.2. CTE DB SE-C.

FUERZA HORIZONTAL ESTABILIZADORA:

$$R_e = N_{\tau} \times \tan \varphi_d = N_{\tau} \times \tan \frac{2}{3} \varphi = \boxed{3,80} \text{ kN}$$

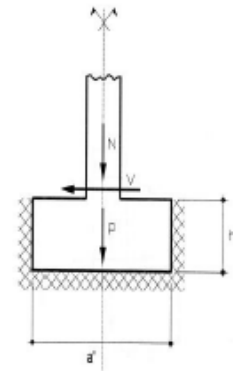
FUERZA HORIZONTAL DESESTABILIZADORA:

$$E_d = V_{\tau} = \underline{1,08 \text{ kN}}$$

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A DESLIZAMIENTO:

$$C_{sd} = \frac{R_e}{E_d} = \boxed{3,54} > 1 \text{ SIT. PERSISTENTE}$$

CTE SE-C Tabla 2.1 pg11



3. TENSIONES TRANSMITIDAS AL TERRENO. E.L.S.

EXCENTRICIDAD DE LA CARGA VERTICAL TOTAL:

$$e = \frac{M_T}{N_T} = \boxed{0,20} \text{ m}$$

NÚCLEO CENTRAL DE INERCIA DE LA BASE DE LA ZAPATA RECTANGULAR (NCI).

NCI: Rombo concéntrico con la zapata cuya semidiagonal mayor es $a'/6$.

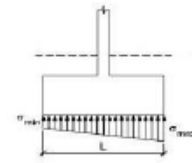
$$\frac{a'}{6} = \boxed{0,17} \text{ m} \quad a' = \underline{1} \text{ m}$$

DIAGRAMA DE TENSIONES EN EL TERRENO: TRAPEZOIDAL o TRIANGULAR.

$$\underline{0,20} \text{ cm} < \underline{0,17} \text{ cm}$$

3.1 TRAPEZOIDAL

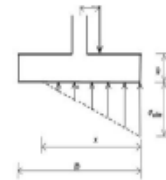
Axil dentro del NCI de la zapata.



$$\underline{0,20} \text{ cm} \geq \underline{0,17} \text{ cm}$$

3.2 TRIANGULAR

Axil fuera del NCI de la zapata.



Anejo VII. Edificación

3.1 DIAGRAMA TRAPEZOIDAL DE PRESIONES MOVILIZADAS EN EL TERRENO.

No afecta al proyecto porque es triangular

TENSIONES MÁXIMA Y MÍNIMA MOVILIZADAS EN EL TERRENO DE CIMENTACIÓN:

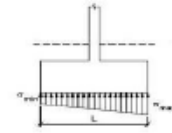
Tensión máxima en el terreno de cimentación, con esfuerzos característicos:

$$\sigma_{max} = \frac{N_T}{A} + \frac{M_T}{W} = \begin{array}{|c|} \hline 56,27 \\ \hline 0,56 \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} \text{kN/m}^2 \\ \text{kg/cm}^2 \end{array} < \sigma_{adm} = \frac{\text{kN/m}^2}{300}$$

Tensión mínima en el terreno de cimentación, con esfuerzos característicos:

$$\sigma_{min} = \frac{N_T}{A} - \frac{M_T}{W} = \begin{array}{|c|} \hline -5,47 \\ \hline \end{array} \text{kN/m}^2 \quad \begin{array}{|c|} \hline -0,05 \\ \hline \end{array} \text{kg/cm}^2$$

Con valor negativo calcular mediante diagrama triangular de presiones.



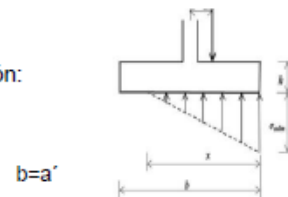
3.2 DIAGRAMA TRIANGULAR DE PRESIONES MOVILIZADAS EN EL TERRENO.

TENSIONES MÁXIMA MOVILIZADAS EN EL TERRENO DE CIMENTACIÓN:

$$\sigma_{max} = \frac{4N_T}{3(a' - 2e)b'} = \begin{array}{|c|} \hline 56,93 \\ \hline 0,57 \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} \text{kN/m}^2 \\ \text{kg/cm}^2 \end{array} < \sigma_{adm} = \frac{\text{kN/m}^2}{300}$$

Longitud del diagrama triangular de tensiones en el terreno de cimentación:

$$X = 1,5 \times (a' - 2e) = \begin{array}{|c|} \hline 0,89 \\ \hline \end{array} \text{m}$$



4. COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO.

MÉTODO DE VOLADIZO DESDE SECCIÓN DE REFERENCIA. PILAR METÁLICO.

Sección de referencia en la mitad del vuelo de la basa del pilar.

Perfil adoptado para el pilar en la estructura: IPE-220

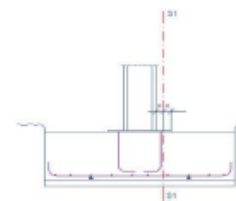
Canto del pilar, en largo de zapata (mm)= 220

Dimensión de la placa base cuadrada del pilar:

d(mm)= 550

Vuelo de la basa respecto a la cara del pilar:

Vb(mm)= 165



Anejo VII. Edificación

Sección de referencia, para empotramiento de la zapata, respecto al eje del pilar:

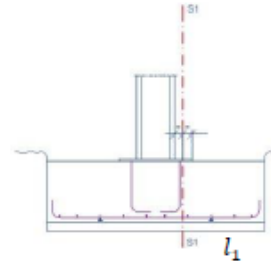
$$S(m) = \boxed{0,1925} \text{ m} \quad \boxed{192,5} \text{ mm}$$

Dimensiones adoptadas para la zapata:

Largo de la zapata: $a'(m) = \underline{\underline{1}}$

Ancho de la zapata: $b'(m) = \underline{\underline{0,5}}$

Canto de la zapata: $h(m) = \underline{\underline{0,8}}$



Distancia desde la sección de referencia hasta el borde de la zapata:

$$l_1(m) = \frac{a'}{2} - S = \boxed{0,3075} \text{ m}$$

Tensión máxima movilizada en el terreno debida a los esfuerzos característicos:

$$\sigma_{max} = \boxed{56,93} \text{ kN/m}^2 \quad \begin{matrix} 56,27 & 56,93 \\ \text{Máxima trapezoidal o triangular según proceda} \end{matrix}$$

Tensión máxima movilizada en el terreno debida a los esfuerzos ponderados:

$$\sigma_{max}^* = \gamma_m \cdot \sigma_{max} = \boxed{83,12} \text{ kN/m}^2$$

Momento flector ponderado debido a las tensiones movilizadas en el terreno:

$$Md = \sigma_{max}^* b' l_1 \left(\frac{l_1}{2}\right) = \boxed{1,96} \text{ m kN} \quad \begin{matrix} \text{Reacción del terreno contra la zapata} \\ \text{Flector originado por distribución uniforme de tensiones en superficie } b' \times l_1 \end{matrix} \quad Md = \boxed{0,20} \text{ mxt}$$

Recubrimiento considerado para la armadura de fondo en zapata: $r(\text{cm}) = \boxed{10}$

Canto útil de la zapata: $d = (h-r) = \boxed{0,7} \text{ m}$

MATERIALES: HORMIGÓN HA-25.

Resistencia característica del hormigón: $f_{ck} = \boxed{25} \text{ N/mm}^2$

Resistencia de cálculo del hormigón:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \boxed{16,667} \text{ N/mm}^2 \quad \boxed{16,667} \text{ kN/m}^2 \quad \boxed{166,67} \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_c = \boxed{1,5} \text{ Coeficiente minorador de la resistencia del hormigón.}$$

Anejo VII. Edificación

MATERIALES: **ACERO B-500S**

Tensión de límite elástico del acero: $f_y =$ N/mm²

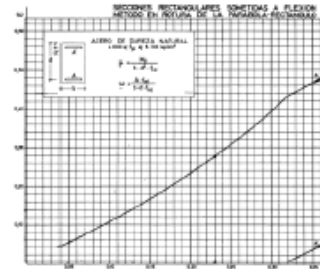
Resistencia de cálculo del acero:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_s} =$$
 N/mm² kg/cm²

Coeficiente minorador de la resistencia del acero.

Momento minorado para entrada en el ábaco de flexión:

$$\mu = \frac{Md}{b' \cdot d^2 \cdot f_{cd}} =$$



Capacidad mecánica reducida de la armadura necesaria:

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b' \cdot d \cdot f_{cd}} =$$
 → ARMADO POR CUANTÍA GEOMÉTRICA O MECÁNICA MÍNIMA.

Capacidad mecánica de la armadura necesaria a flexión:

$$U_s = A_s \cdot f_{yd} =$$
 kg kN

ÁREA DE ACERO POR CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA

Acero en barras corrugadas B-500S: 1,8 por mil de la sección transversal de la zapata.

$$A_{c.g.m} = 0,0018 \cdot A_c = 0,0018 \cdot b' \cdot h =$$
 cm²

ÁREA DE ACERO POR CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:

Acero en barras corrugadas B-500S:

$$A_{c.m.m} = 0,04 \cdot \frac{A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,04 \cdot b' \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} =$$
 cm²

Diámetro de las barras adoptadas:

$$\phi =$$
 mm

Sección de acero en cada barra:

$$A_s b =$$
 cm²

Número de barras:

$$N =$$
 Para la cuantía mínima mayor.

A repartir en una anchura máxima de:

$$b' - 10 \text{ cm} =$$
 cm

Repartida en una anchura constructiva de:

cm

Armado parrilla fondo:

$$1 \phi$$
 cada cm

Calculado para la dirección larga a' . Se dispone también en la dirección corta b' de la zapata.

14. URBANIZACIÓN DE LA PARCELA

La parcela debe disponer de un vallado perimetral. Como cerramiento perimetral se van a utilizar dos tipos de cerramientos, uno para la zona que está en contacto con la calle M y otro para los otros tres laterales de la parcela.

El vallado en contacto con la calle M, estará formado por un muro realizado de bloque de hormigón de 1 metro de altura y por encima se colocará una malla de rejilla galvanizada electro soldada de 1 metro de altura, dando lugar a un vallado perimetral de 2 metros de altura. La malla se ancla a postes de acero laminado en frío colocados cada 2,5 metros de distancia. Los postes se empotrarán en los huecos de los bloques de hormigón, siendo rellenados por hormigón en masa.

El vallado de los otros tres laterales se realizará mediante malla de simple torsión con forma romboidal de alambre de 2,7 mm. Esta malla se sujeta en postes de 2,3 metros de altura, 48 mm de diámetro y galvanizados en caliente por inmersión. La separación entre postes es de 3 metros y entre jabalones de 15 metros. Los postes irán anclados a un muro perimetral de fábrica de bloque de 0,3 metros y empotrados en el terreno 0,3 metros con hormigón en masa.

La parcela cuenta con un acceso para vehículos por la calle M del Polígono Industrial Malpica. El acceso, está formado por una puerta de acero de 2 metros de altura y 6 metros de longitud. A su vez, hay una puerta para el acceso para personas, compuesta por una sola puerta metálica de 1,4 metros de anchura y 2 metros de altitud. La puerta de acceso de vehículos estará formada por bastidor a base de perfiles laminados en frío, con zócalo interior liso de 40 cm de altura con doble chapa lisa de 1,5 mm.

Las dimensiones finales de la parcela serán de 40 metros de ancho y 68 metros de largo, ocupando una superficie de 2.720 m².

Se pavimentará toda la zona exterior de la nave, mediante un pavimento de hormigón semipulido.

ANEJO VIII:

INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

ANEJO VIII. INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

1. INTRODUCCIÓN	5
2. CÁLCULO DEL ESPESOR DEL AISLANTE.....	5
2.1. Aislante elegido	5
2.2. Temperatura de cálculo.....	5
2.3. Humedad relativa de cálculo.....	7
2.4. Cálculo del espesor del aislante	8
2.4.1. Cálculo de Q/A	8
2.4.2. Cálculo de la diferencia de temperaturas (ΔT)	8
2.4.3. Cálculo del coeficiente de conductividad térmica (U)	9
2.4.4. Cálculo del espesor del aislante en función de la disposición de la cámara	
11	
3. CÁLCULO DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO NECESARIA	16
3.1. Carga de refrigeración del producto de entrada (Q_1)	16
3.2. Carga de enfriamiento del embalaje (Q_2)	16
3.3. Carga de respiración del producto de entrada (Q_3).....	17
3.4. Calor a través de los cerramientos (Q_4)	18
3.4.1. Pérdidas de calor a través de la fachada norte	19
3.4.2. Pérdidas de calor a través de la fachada oeste	20
3.4.3. Pérdidas de calor a través de la fachada interior sur.....	21
3.4.4. Pérdidas de calor a través de la fachada interior este	22
3.4.5. Pérdidas de calor a través de la cubierta.....	23
3.4.6. Pérdidas de calor a través del suelo	24
3.5. Calor debido a las renovaciones de aire.....	25
3.6. Carga debida a bombas y ventiladores	28
3.7. Carga térmica de la iluminación	28
3.8. Carga térmica debida a las personas	29

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

3.9.	Coeficiente de seguridad: Carga térmica debida a diversas pérdidas	30
3.10.	Potencia frigorífica necesaria	31
4.	REFRIGERANTE ELEGIDO PARA LA INSTALACIÓN FRIGORIFICA.....	31
4.1.	Introducción	31
4.2.	Características del refrigerante	32
4.2.1.	Propiedades termodinámicas	32
4.2.2.	Propiedades químicas	33
4.2.3.	Propiedades físicas	33
4.2.4.	Propiedades de seguridad	33
4.3.	Refrigerante R-404 A.....	33
5.	COMPRESOR.....	35
5.1.	Elección del compresor.....	35
5.2.	Potencia necesaria en el compresor	35
5.2.1.	Ciclo ideal.....	37
5.2.2.	Ciclo real	40
6.	EVAPORADORES	43
6.1.	Selección del evaporador	44
7.	CONDENSADORES	48
7.1.	Selección del condensador	49
8.	DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE REFRIGERANTE.....	51
8.1.	Consideraciones sobre el diseño de la red de distribución de refrigerante	51
8.2.	Dimensionado de las tuberías	52
8.2.1.	Tubería de aspiración.....	53
8.2.2.	Tubería de descarga	57
8.2.3.	Tubería del líquido	58
9.	REGULACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DEL SISTEMA FRIGORIFICO	61
9.1.	Introducción	61

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

9.2.	Válvulas de expansión termostáticas	61
9.3.	Válvulas electromagnéticas	62
9.4.	Válvula reguladora de la presión de evaporación	62
9.5.	Válvula reguladora de la presión de arranque	62
9.6.	Válvula de retención	63
9.7.	Válvulas de paso manual	63
9.8.	Válvula reguladora del agua de condensación.....	63
9.9.	Filtro deshidratador.....	63
9.10.	Visor de líquido.....	63
9.11.	Presostatos de alta y baja.....	64
9.12.	Termostatos	64
10.	AUTOMATIZACIÓN ELÉCTRICA DE LA INSTALACIÓN	64

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo, se va a realizar el balance térmico de la cámara de refrigeración. A través del balance térmico, determinaremos la potencia frigorífica necesaria para cubrir las necesidades de dicha instalación. En base a dicha potencia frigorífica se podrán elegir los equipos frigoríficos. Respecto a las dimensiones de la cámara, quedan definidas previamente en el Anejo VI. Dimensionado de equipos.

2. CÁLCULO DEL ESPESOR DEL AISLANTE

2.1. Aislante elegido

El material aislante escogido es poliuretano. Se construirá la cámara con paneles prefabricados de tipo sándwich aislados en poliuretano y dos planchas metálicas. Las planchas metálicas serán de acero galvanizado con 0,5 mm de espesor. La parte interna donde se coloca el poliuretano tiene un espesor variable, con diferentes rangos según la casa comercial, que suelen ir para paneles destinados a cámaras frigoríficas entre 60 y 200 mm de espesor.

Al poseer un espesor tan bajo, se tendrá en cuenta únicamente para los cálculos de pérdidas de calor el poliuretano, despreciando las pérdidas a través del acero.

Se ha decidido utilizar este tipo de aislante por su alta resistencia térmica, resistencia mecánica, estabilidad dimensional, impermeabilidad al agua, ligereza, apariencia estética, simplicidad y rapidez de instalación. Además, tiene un buen comportamiento frente al fuego, ya que el poliuretano está protegido por el material metálico.

El poliuretano tiene una conductividad térmica de 0,020 kcal/h m °C o 0,024 W/m °C para una densidad aparente de 32-40 Kg/m³.

2.2. Temperatura de cálculo

La planta de elaboración de conservas se localiza en el Polígono Industrial Malpica, en Zaragoza. Para obtener los datos climatológicos de la zona, se han tomado los datos históricos de registro de temperatura facilitados por el Instituto Aragonés de Estadística desde el año 2016 al 2019 en Zaragoza. En la siguiente tabla se resumen los valores de temperatura:

Tabla 1. Datos meteorológicos de Zaragoza

Meses	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)
Enero	18,5	-2,5	7,9
Febrero	21,8	-0,6	9,1
Marzo	25,0	2,1	11,9
Abril	27,1	2,6	14,6
Mayo	31,3	5,8	18,8
Junio	39,0	11,2	24,1
Julio	39,9	15,3	26,8
Agosto	39,3	14,8	26,3
Septiembre	34,4	11,4	22,4
Octubre	29,2	6,4	17,6
Noviembre	22,7	0,8	11,0
Diciembre	18,1	-1,5	7,8

La temperatura más desfavorable posible corresponde al mes de Julio con una temperatura media de 26,8 °C.

Para el cálculo de la temperatura exterior para el caso más desfavorable posible no se puede utilizar como valor la temperatura máxima del lugar de emplazamiento de la instalación frigorífica, ya que esto nos llevaría a un sobredimensionamiento de las necesidades frigoríficas que solo sería necesario en ciertos momentos puntuales. Por ello, se utiliza la siguiente fórmula de López Gómez:

$$T_c = 0,4 \times T_{media} + 0,6 \times T_{max}$$

$$T_c = 0,4 \times 26,8 + 0,6 \times 39,9 = 34,6 \text{ °C}$$

Donde:

- T_{media} =temperatura media del mes más cálido
- T_{max} =temperatura máxima del mes más cálido
- T_c = temperatura de cálculo

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

Para el cálculo de la estimación de la temperatura exterior del proyecto también podría utilizarse la siguiente tabla de Torrella Alcaraz, para las condiciones exteriores del proyecto según la UNE 100-001-85:

Localidad	Latitud/ altura (m)	CONDICIONES DE INVIERNO				CONDICIONES DE VERANO			
		Viento domin. dir/(m/s)	Uso sanitario °CBS	Uso general °CBS	Grados- día anuales	Uso sanitario °CBS/°CBH	Uso especial °CBS/°CBH	Uso general °CBS/°CBH	OMD
Zaragoza (Sanjurjo)	41°40'/240	WNW/7,4	-3,4	-2,3	1.337	34,9/22,5	33,3/21,8	31,5/21,1	13,1

Figura 1. Estimación de temperatura en función de la localización del proyecto.

Donde utilizaríamos el dato de temperatura de uso general para condiciones de verano de 31,5 °C.

2.3. Humedad relativa de cálculo

En la siguiente tabla se refleja la humedad relativa correspondiente a Zaragoza:

Tabla 2. Datos de Humedad Relativa de Zaragoza

Mes	Humedad relativa
Enero	68
Febrero	69
Marzo	64
Abril	56
Mayo	53
Junio	46
Julio	43
Agosto	41
Septiembre	63
Octubre	71
Noviembre	79
Diciembre	78

Se utilizará el valor de humedad relativa del proyecto el promedio de los datos que corresponden a los periodos de recolección del espárrago blanco, que son desde abril a junio.

$$HR_{media}=51,67\%$$

2.4. Cálculo del espesor del aislante

Para poder calcular el espesor necesario de aislante, se debe tener en cuenta la orientación en la que se encuentra la cámara y la localización geográfica de la industria.

Se puede utilizar la siguiente fórmula para calcular el calor transmitido a través de los cerramientos:

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

Donde:

- Q = calor transmitido a través de los cerramientos
- U = Coeficiente global de transmisión de calor (kcal/h m² °C)
- A = Área del cerramiento (m²)
- ΔT = Variación de temperaturas entre el exterior del proyecto para cada una de las distintas orientaciones y la interior de trabajo.

A estas pérdidas de calor a través de los cerramientos habrá que multiplicarlas por 24 horas/día. Para obtener el resultado final en kcal/día.

2.4.1. Cálculo de Q/A

De acuerdo con el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias, en concreto con la instrucción 11, el valor de las pérdidas caloríficas admisibles a través de los cerramientos en refrigeración está fijado en <6 W/m². Esta cámara se diseña para lograr la refrigeración de los espárragos que posteriormente serán procesado, por lo tanto, se fijan un valor de perdidas máximas admisibles de cada cerramiento de 7 kcal/m².

$$Q/A = 7 \text{ kcal/m}^2$$

2.4.2. Cálculo de la diferencia de temperaturas (ΔT)

Respecto a la variación de temperatura, se debe tener en cuenta:

$$\Delta T = T_{ext} - T_{int}$$

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

La temperatura de almacenamiento de los espárragos debe ser inferior a los 4°C. Por ello, se decide el almacenamiento a una temperatura de refrigeración de 3°C.

A partir del cálculo de la temperatura en el apartado anterior de 34,6 °C y de la orientación de las paredes de las cámaras, se obtienen las diferentes temperaturas de diseño. Estas se utilizarán para el cálculo de los espesores. Las temperaturas de diseño, se adjuntan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Temperaturas de diseño en función de la orientación de la cámara.

Orientación	Fórmula	T ^a de diseño (°C)
Norte	$0,6 \times T_c$	20,79
Sur	T_c	34,6
Este	$0,8 \times T_c$	27,68
Oeste	$0,9 \times T_c$	31,14
Cubierta	$T_c + 12$	46,6
Suelo	$(T_c + 15)/2$	24,8

Para las paredes interiores en la nave y colindantes con otras zonas, se prevé que la sala contigua esté vacía por lo que se aplica un coeficiente de $f=0,7$. Teniendo siempre en cuenta el caso más desfavorable posible que se puede producir en las paredes, se obtiene:

$$T_{interior} = 34,6 \times 0,7 = 24,22 \text{ °C}$$

2.4.3. Cálculo del coeficiente de conductividad térmica (U)

Para el cálculo del coeficiente global de transmisión U, se utiliza la siguiente fórmula

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{int}} + \frac{e_{aislante}}{k_{aislante}} + \frac{e_{chapa1}}{k_{chapa1}} + \frac{e_{chapa2}}{k_{chapa2}} + \frac{1}{h_{ext}}$$

Tal y como se ha reflejado anteriormente, al poseer un espesor tan bajo la chapa, se tendrá en cuenta únicamente para los cálculos de pérdidas de calor el poliuretano, despreciando las pérdidas a través del acero. Por lo tanto, la ecuación quedará como:

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{int}} + \frac{e_{aislante}}{k_{aislante}} + \frac{1}{h_{ext}}$$

Donde:

- h_{int} =coeficiente de convección interior (Kcal/h m² °C)
- h_{ext} = coeficiente de convección exterior (Kcal/h m² °C)
- $e_{aislante}$ =espesor de la capa aislante (m)
- $k_{aislante}$ =conductividad térmica del aislante (Kcal/h m² °C)

En el Documento Básico HE Ahorro de Energía, el Apéndice E: Cálculo de los parámetros característicos de la demanda, aparecen las resistencias térmicas que ofrecen los cerramientos en función de su disposición.

Tabla 4. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m²K/W.

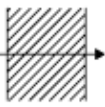
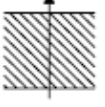
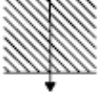
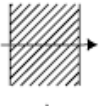
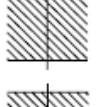
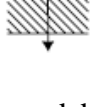
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente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

Tabla 5. Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en m² K/W.

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R _{se}	R _{si}
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente 	0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente 	0,17	0,17

Para poder realizar correctamente los cálculos, se debe pasar de m²K/W a m² h °C/Kcal.

Tabla 6. Resistencias térmicas superficiales en m² h °C/Kcal.

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

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/hi	1/he	1/hi+1/he	1/hi	1/he	1/hi+1/he
Cerramientos verticales o con pendiente. Sobre la horizontal > 60° y flujo horizontal.	0,15	0,05	0,20	0,15	0,15	0,30
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente.	0,12	0,05	0,16	0,12	0,12	0,23
Cerramientos horizontales y flujo descendente.	0,20	0,05	0,24	0,20	0,20	0,40

2.4.4. Cálculo del espesor del aislante en función de la disposición de la cámara

En este apartado se va a calcular el valor del coeficiente global de transmisión de calor de diseño, con el objetivo de obtener el espesor del aislante de las cámaras. Y posteriormente utilizar dicho espesor para el cálculo de las pérdidas de calor a través de las fachadas.

A. Pared norte

Datos:

- $Q/A = 7 \text{ kcal/m}^2$
- $\Delta T = 20,79 - 3 = 17,79^\circ\text{C}$

A partir de estos datos, se calculó el coeficiente global de transmisión de calor (U):

$$U = \frac{Q}{A \times \Delta T}$$

$$U = \frac{7}{17,79} = 0,39 \text{ Kcal/hm}^2\text{C}$$

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

Una vez calculado el coeficiente global de transmisión de calor, se calcula el espesor de la pared de espuma de poliuretano. La conductividad térmica del poliuretano es de 0,020 Kcal/h m °C.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{int}} + \frac{e_{aislante}}{k_{aislante}} + \frac{1}{h_{ext}}$$
$$\frac{1}{0,39} = 0,15 + \frac{e_{aislante}}{0,020} + 0,05$$
$$e_{aislante} = 0,038 \text{ m}$$

B. Pared oeste

Datos:

- $Q/A = 7 \text{ kcal/m}^2$
- $\Delta T = 31,14 - 3 = 28,14^\circ\text{C}$

A partir de estos datos, se calcula el coeficiente global de transmisión de calor (U):

$$U = \frac{Q}{A \times \Delta T}$$
$$U = \frac{7}{28,14} = 0,25 \text{ Kcal/hm}^2\text{°C}$$

Una vez calculado el coeficiente global de transmisión de calor, se calcula el espesor de la pared de espuma de poliuretano. La conductividad térmica del poliuretano es de 0,020 Kcal/h m °C.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{int}} + \frac{e_{aislante}}{k_{aislante}} + \frac{1}{h_{ext}}$$
$$\frac{1}{0,25} = 0,15 + \frac{e_{aislante}}{0,020} + 0,05$$
$$e_{aislante} = 0,076 \text{ m}$$

C. Paredes interiores

Las paredes interiores corresponden a las que se localizan dentro de la nave. Las cuales separan la cámara de la zona de recepción de la materia prima y de la sala de procesado

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

del espárrago. El almacén tendrá las puertas cerradas la mayor parte del día, salvo cuando se produzca la entrada de materias primas como los espárragos o envases, por ejemplo. Como ya se ha dicho anteriormente, para las paredes interiores en la nave y colindantes con otras zonas. Teniendo siempre en cuenta el caso más desfavorable posible que se puede producir en las paredes, se obtiene:

$$T_{interior} = 34,6 \times 0,7 = 24,22 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Datos:

- $Q/A = 7 \text{ kcal/m}^2$
- $\Delta T = 24,22 - 3 = 21,22 \text{ } ^\circ\text{C}$

A partir de estos datos, se calcula el coeficiente global de transmisión de calor (U):

$$U = \frac{Q}{A \times \Delta T}$$

$$U = \frac{7}{21,22} = 0,33 \text{ Kcal/hm}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

Una vez calculado el coeficiente global de transmisión de calor, se calcula el espesor de la pared de espuma de poliuretano. La conductividad térmica del poliuretano es de 0,020 Kcal/h m $^\circ\text{C}$.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{int}} + \frac{e_{aislante}}{k_{aislante}} + \frac{1}{h_{ext}}$$

$$\frac{1}{0,33} = 0,15 + \frac{e_{aislante}}{0,020} + 0,05$$

$$e_{aislante} = 0,056 \text{ m}$$

D. Cubierta

La temperatura para la cubierta es de 46,6 $^\circ\text{C}$ de acuerdo con lo calculado anteriormente, en cambio, en el caso de esta planta de espárragos la altura de la cámara es de 2 metros y comparado con la altura de la planta habrá un espacio de nave. Es decir, no está en contacto directo con el techo de la nave. Por lo tanto, se decide que la temperatura para calcular la cubierta sea la temperatura interior de 24,22 $^\circ\text{C}$.

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

Datos:

- $Q/A = 7 \text{ kcal/m}^2$
- $\Delta T = 24,22 - 3 = 21,22^\circ\text{C}$

A partir de estos datos, se calcula el coeficiente global de transmisión de calor (U):

$$U = \frac{Q}{A \times \Delta T}$$

$$U = \frac{7}{21,22} = 0,33 \text{ Kcal/hm}^2\text{°C}$$

Una vez calculado el coeficiente global de transmisión de calor, se calcula el espesor de la pared de espuma de poliuretano. La conductividad térmica del poliuretano es de 0,020 Kcal/h m °C.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{int}} + \frac{e_{aislante}}{k_{aislante}} + \frac{1}{h_{ext}}$$

$$\frac{1}{0,33} = 0,20 + \frac{e_{aislante}}{0,020} + 0,20$$

$$e_{aislante} = 0,053 \text{ m}$$

E. Suelo

Datos:

- $Q/A = 7 \text{ kcal/m}^2$
- $\Delta T = 24,8 - 3 = 21,8^\circ\text{C}$

A partir de estos datos, se calcula el coeficiente global de transmisión de calor (U):

$$U = \frac{Q}{A \times \Delta T}$$

$$U = \frac{7}{21,8} = 0,32 \text{ Kcal/hm}^2\text{°C}$$

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

Una vez calculado el coeficiente global de transmisión de calor, se calcula el espesor de la pared de espuma de poliuretano. La relación entre los materiales que componen el suelo es:

- Solera de hormigón $e = 0,25$ m, $K = 1,4$ Kcal/h m °C.
- Presolera de hormigón $e = 0,15$ m, $K = 1,4$ Kcal/h m °C.
- Aislante de poliuretano, $K = 0,020$ Kcal/h m °C.

En este caso, al no haber cámara de aire, se puede considerar que $1/h_{ext}=0$.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{int}} + \sum_{j=1}^n \frac{e_j}{k_j} + \frac{1}{h_{ext}}$$

$$\frac{1}{0,32} = 0,12 + \frac{0,25}{1,4} + \frac{0,15}{1,4} + \frac{e_{aislante}}{0,020}$$

$$e_{aislante} = 0,054 \text{ m}$$

Una vez calculados todos los espesores teóricos para todas las paredes que componen la cámara de refrigeración, se procede a la elección de un espesor de panel comercial para la cámara:

Tabla 7. Espesores de aislante teóricos y comerciales en cm.

Pared	Espesor teórico	Espesor comercial
Norte	4,8 cm	6 cm
Oeste	7,6 cm	8 cm
Interior	5,6 cm	6 cm
Cubierta	5,3 cm	6 cm
Suelo	5,4 cm	6 cm

Con el objetivo de simplificar y homogeneizar los cálculos se asume como el espesor máximo comercial de 8 cm. para todas las paredes de las cámaras, a excepción del suelo y cubierta donde se colocará uno de espesor comercial de 6 cm.

3. CÁLCULO DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO NECESARIA

3.1. Carga de refrigeración del producto de entrada (Q_1)

Como este producto se va a refrigerar, solo se va a calcular el calor hasta la temperatura de refrigeración. Se utilizará la siguiente formula:

$$Q_1 = M_d \times c_p \times (T_i - T_f)$$

La cantidad de espárragos que entra a la cámara diariamente, tal y como se ha redactado previamente en el Anejo VI. Dimensionado de equipos, es de 1450 kg/día.

$$M_d = 1450 \text{ kg/día}$$

Para el caso de los espárragos, de acuerdo con los apuntes facilitados por el profesor de la asignatura de Instalaciones agroindustriales, el calor másico antes de la solidificación de los espárragos es de 0,94 Kcal/kg K.

$$c_p = 0,94 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg K}}$$

La recolección de los espárragos comienza a mediados de marzo y se prolonga hasta junio. Para poder saber la temperatura de entrada del espárrago, se realiza una media entre las temperaturas medias de los 4 meses en los que se recolecta en la zona de Zaragoza. Por ello, se decide que la temperatura de entrada sea de 20,5 °C. Entonces la variación de temperatura irá desde los 20,5°C hasta los 3°C, que corresponde a la temperatura de almacenamiento en refrigeración.

$$Q_1 = M_d \times c_p \times (T_i - T_f)$$

$$Q_1 = 1450 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 0,94 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg K}} \times (20,5 - 3)$$

$$Q_1 = 23.852,5 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}} = 993,85 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

3.2. Carga de enfriamiento del embalaje (Q_2)

La cantidad de masa que puede almacenar cada caja de plástico es de 30 kg. Por lo tanto, al entrar diariamente 4500 kg, el número de cajas enfriado diariamente es de 49 cajas.

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

$$Q_2 = M_e \times c_e \times (T_i - T_f)$$

Cada caja de plástico tiene un peso de 3 kg y se almacenan en 49 cajas.

$$M_e = 49 \frac{\text{cajas}}{\text{día}} \times 3 \frac{\text{kg}}{\text{caja}} = 147 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

El calor específico del embalaje, c_e , se puede considerar como 0,65 Kcal/kg °C.

$$c_e = 0,65 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}}$$

La temperatura de entrada del embalaje, se puede considerar como la de entrada del producto, así pues:

$$Q_2 = M_e \times c_e \times (T_i - T_f)$$

$$Q_2 = 147 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 0,65 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \times (20,5 - 3)$$

$$Q_2 = 1672,13 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}} = 69,67 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

3.3. Carga de respiración del producto de entrada (Q_3)

El calor de respiración de la fruta, se puede calcular como:

$$Q_3 = M \times c_r$$

En este caso se calcula M, que es la masa total de producto almacenado, no la entrada diaria de producto. Por lo tanto, la masa total de producto que puede llegar a ser almacenado en la cámara es de 4800 kg de espárragos.

$$M = 4800 \text{ kg}$$

De acuerdo con los apuntes de Instalaciones Agroindustriales, el calor de respiración del espárrago es de 2,65 Kcal/kg día.

$$c_r = 2,65 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg día}}$$

$$Q_3 = 4800 \text{ kg} \times 2,65 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg día}}$$

$$Q_3 = 12720 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}} = 530 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

3.4. Calor a través de los cerramientos (Q₄)

En este apartado se calcula el calor que se pierde a través de las paredes que componen la cámara de refrigeración, suponiendo que cada pared se aísla térmicamente con los espesores calculados anteriormente. Con el objetivo de simplificar y homogeneizar los cálculos se asume como el espesor máximo comercial de 8 cm. para todas las paredes de las cámaras, a excepción del suelo y cubierta donde se colocará uno de espesor comercial de 6 cm.

Las pérdidas de calor a través de cada pared, se calculan a partir de la siguiente fórmula, explicada anteriormente:

$$Q_4 = U \times A \times \Delta T$$

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{ext}} + \sum_{j=1}^n \frac{e_j}{k_j} + \frac{1}{h_{int}}$$

Las temperaturas de cálculo, calculadas anteriormente, son:

$$T_c = 0,4 \times 26,8 + 0,6 \times 39,9 = 34,6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tabla 8. Temperaturas de diseño en función de la orientación de la cámara.

Orientación	Fórmula	T ^a de diseño (°C)
Norte	$0,6 \times T_c$	20,79
Sur	T_c	34,6
Este	$0,8 \times T_c$	27,68
Oeste	$0,9 \times T_c$	31,14
Cubierta	$T_c + 12$	46,6
Suelo	$(T_c + 15)/2$	24,8

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

Para las paredes interiores en la nave y colindantes con otras zonas, se prevé que la sala contigua esté vacía por lo que se aplica un coeficiente de $f=0,7$. Teniendo siempre en cuenta el caso más desfavorable posible que se puede producir en las paredes, se obtiene:

$$T_{interior} = 34,6 \times 0,7 = 24,22 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Por otro lado, las dimensiones de la cámara de refrigeración son:

Tabla 9. Dimensiones de la cámara de refrigeración

Cámara de refrigeración	Dimensiones con espesor	Dimensiones sin espesor
Longitud (m)	3,5 m	3,34 m
Anchura (m)	5 m	4,84 m
Altura (m)	2 m	1,88 m
Superficie total (m²)	17,5 m ²	16,16 m ²
Volumen frigorífico interior (m³)	30,39 m ³	
Volumen total exterior (m³)	35 m ³	

Tanto las dimensiones de la cámara de refrigeración, como la temperatura de diseño se utilizarán para calcular las pérdidas de calor a través de los cerramientos.

3.4.1. Pérdidas de calor a través de la fachada norte

Para poder calcular las pérdidas de calor a través de la fachada norte es necesario saber el área o la superficie que tiene. La pared tiene una altura de 1,88 metros y una anchura de 3,34 metros, por lo tanto, la superficie de la misma es:

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

$$\text{Área} = 3,34 \times 1,88 = 6,28 \text{ m}^2$$

Donde:

- $\Delta T = 20,79 - 3 = 17,79^\circ\text{C}$
- $\text{Área} = 6,28 \text{ m}^2$
- $k = 0,020 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^\circ\text{C}}$

Con los datos obtenidos, se calcula el valor del coeficiente global de transmisión de calor:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{ext}} + \sum_{j=1}^n \frac{e_j}{k_j} + \frac{1}{h_{int}}$$
$$\frac{1}{U} = 0,15 + \frac{0,08}{0,020} + 0,05$$

$$U = 0,238 \frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2\text{C}}$$

Una vez obtenido el coeficiente global de transmisión de calor, se procede a calcular el calor transmitido a través de los cerramientos:

$$Q_4 = U \times A \times \Delta T$$

$$Q_{4,norte} = 0,238 \times 6,28 \times 17,79$$

$$Q_{4,norte} = 29,59 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

3.4.2. Pérdidas de calor a través de la fachada oeste

Para poder calcular las pérdidas de calor a través de la fachada oeste es necesario saber el área o la superficie que tiene. La pared tiene una altura de 1,88 metros y una anchura de 4,84 metros, por lo tanto, la superficie de la misma es:

$$\text{Área} = 4,84 \times 1,88 = 9,1 \text{ m}^2$$

Donde:

- $\Delta T = 31,14 - 3 = 28,14^\circ\text{C}$
- $\text{Área} = 9,1 \text{ m}^2$

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

- $k = 0,020 \frac{Kcal}{h m^{\circ}C}$

Con los datos obtenidos, se calcula el valor del coeficiente global de transmisión de calor:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{ext}} + \sum_{j=1}^n \frac{e_j}{k_j} + \frac{1}{h_{int}}$$
$$\frac{1}{U} = 0,15 + \frac{0,08}{0,020} + 0,05$$

$$U = 0,238 \frac{Kcal}{h m^2^{\circ}C}$$

Una vez obtenido el coeficiente global de transmisión de calor, se procede a calcular el calor transmitido a través de los cerramientos:

$$Q_4 = U \times A \times \Delta T$$

$$Q_{4,oeste} = 0,238 \times 9,1 \times 28,14$$

$$Q_{4,oeste} = 60,94 \frac{Kcal}{h}$$

3.4.3. Pérdidas de calor a través de la fachada interior sur

Para poder calcular las pérdidas de calor a través de la fachada interior sur es necesario saber el área o la superficie que tiene. La pared tiene una altura de 1,88 metros y una anchura de 3,34 metros, por lo tanto, la superficie de la misma es:

$$\text{Área} = 3,34 \times 1,88 = 6,28 m^2$$

Donde:

- $\Delta T = 24,22 - 3 = 21,22^{\circ}C$
- $\text{Área} = 6,28 m^2$
- $k = 0,020 \frac{Kcal}{h m^{\circ}C}$

Con los datos obtenidos, se calcula el valor del coeficiente global de transmisión de calor:

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{ext}} + \sum_{j=1}^n \frac{e_j}{k_j} + \frac{1}{h_{int}}$$

$$\frac{1}{U} = 0,15 + \frac{0,08}{0,020} + 0,15$$

$$U = 0,232 \frac{Kcal}{h m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Una vez obtenido el coeficiente global de transmisión de calor, se procede a calcular el calor transmitido a través de los cerramientos:

$$Q_4 = U \times A \times \Delta T$$

$$Q_{4,interior sur} = 0,232 \times 6,28 \times 21,22$$

$$Q_{4,interior sur} = 30,99 \frac{Kcal}{h}$$

3.4.4. Pérdidas de calor a través de la fachada interior este

Para poder calcular las pérdidas de calor a través de la fachada interior este es necesario saber el área o la superficie que tiene. La pared tiene una altura de 1,88 metros y una anchura de 4,84 metros, por lo tanto, la superficie de la misma es:

$$\text{Área} = 4,84 \times 1,88 = 9,1 m^2$$

Donde:

- $\Delta T = 24,22 - 3 = 21,22 \text{ } ^\circ C$
- $\text{Área} = 9,1 m^2$
- $k = 0,020 \frac{Kcal}{h m \text{ } ^\circ C}$

Con los datos obtenidos, se calcula el valor del coeficiente global de transmisión de calor:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{ext}} + \sum_{j=1}^n \frac{e_j}{k_j} + \frac{1}{h_{int}}$$

$$\frac{1}{U} = 0,15 + \frac{0,08}{0,020} + 0,15$$

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

$$U = 0,232 \frac{Kcal}{h m^2 \text{°C}}$$

Una vez obtenido el coeficiente global de transmisión de calor, se procede a calcular el calor transmitido a través de los cerramientos:

$$Q_4 = U \times A \times \Delta T$$

$$Q_{4,interior\ este} = 0,232 \times 9,1 \times 21,22$$

$$Q_{4,interior\ este} = 44,80 \frac{Kcal}{h}$$

3.4.5. Pérdidas de calor a través de la cubierta

Para poder calcular las pérdidas de calor a través de la cubierta es necesario saber el área o la superficie que tiene. La cubierta tiene una longitud de 4,84 metros y una anchura de 3,5 metros, por lo tanto, la superficie de la misma es:

$$\text{Área} = 4,84 \times 3,34 = 16,16 m^2$$

Donde:

- $\Delta T = 24,22 - 3 = 21,22 \text{°C}$
- $\text{Área} = 16,16 m^2$
- $k = 0,020 \frac{Kcal}{h m \text{°C}}$

Con los datos obtenidos, se calcula el valor del coeficiente global de transmisión de calor. Como se ha comentado en el apartado anterior, para el caso de esta cubierta esta en contacto directo con el interior de la cámara y no con el exterior al tener tan poca altura. Entonces, tendrá flujo descendente de separación con otro local. Por lo tanto:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{ext}} + \sum_{j=1}^n \frac{e_j}{k_j} + \frac{1}{h_{int}}$$
$$\frac{1}{U} = 0,2 + \frac{0,06}{0,020} + 0,2$$

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

$$U = 0,29 \frac{Kcal}{h m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Una vez obtenido el coeficiente global de transmisión de calor, se procede a calcular el calor transmitido a través de los cerramientos:

$$Q_4 = U \times A \times \Delta T$$

$$Q_{4,cubierta} = 0,29 \times 16,16 \times 21,22$$

$$Q_{4,cubierta} = 100,86 \frac{Kcal}{h}$$

3.4.6. Pérdidas de calor a través del suelo

Para poder calcular las pérdidas de calor a través del suelo es necesario saber el área o la superficie que tiene. El suelo tiene una longitud de 4,84 metros y una anchura de 3,34 metros, por lo tanto, la superficie de la misma es:

$$\text{Área} = 4,84 \times 3,34 = 16,16 m^2$$

Donde:

- $\Delta T = 24,8 - 3 = 21,8^\circ C$
- $\text{Área} = 16,16 m^2$
- Solera de hormigón $e = 0,25 m$, $K = 1,4 Kcal/h m \text{ } ^\circ C$.
- Presolera de hormigón $e = 0,15 m$, $K = 1,4 Kcal/h m \text{ } ^\circ C$.
- Aislante de poliuretano, $K = 0,020 Kcal/h m \text{ } ^\circ C$.

Con los datos obtenidos, se calcula el valor del coeficiente global de transmisión de calor. Como se ha comentado en el apartado anterior, para el caso de esta cubierta está en contacto directo con el interior de la cámara y no con el exterior al tener tan poca altura. Entonces, tendrá flujo descendente de separación con otro local. Por lo tanto:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{ext}} + \sum_{j=1}^n \frac{e_j}{k_j} + \frac{1}{h_{int}}$$
$$\frac{1}{U} = \frac{0,06}{0,020} + \frac{0,25}{1,4} + \frac{0,15}{1,4} + 0,12$$

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

$$U = 0,293 \frac{Kcal}{h m^2 \text{°C}}$$

Una vez obtenido el coeficiente global de transmisión de calor, se procede a calcular el calor transmitido a través de los cerramientos:

$$Q_4 = U \times A \times \Delta T$$

$$Q_{4,suelo} = 0,293 \times 16,16 \times 21,8$$

$$Q_{4,suelo} = 103,44 \frac{Kcal}{h}$$

Una vez obtenidas las cargas térmicas correspondientes a cada fachada, se calcula la carga térmica total.

$$Q_{4,total} = Q_{4,norte} + Q_{4,oeste} + Q_{4,interior sur} + Q_{4,interior este} + Q_{4,cubierta} + Q_{4,suelo}$$

$$Q_{4,total} = 26,59 + 60,94 + 30,99 + 44,80 + 100,86 + 103,44 = 367,62 \frac{Kcal}{h}$$

3.5. Calor debido a las renovaciones de aire

El calor debido a las renovaciones de aire corresponde a introducir aire más puro del exterior al interior de la cámara. Ya que, durante el almacenamiento los espárragos desprenden gases, sobre todo CO₂ entre otros. Estos gases ejercen una influencia negativa sobre la conservación del producto y por ello, deben ser eliminados de la cámara.

$$Q_5 = V \times N \times \frac{1}{V_e} \times (i_e - i_i)$$

Donde:

- V=volumen de la cámara (m³).
- N=número de renovaciones (cambios/día).
- V_e=volumen específico del aire de las condiciones interiores y exteriores (m³/kg).
- i_e=entalpía del aire exterior (Kcal/kg).
- i_i=entalpía del aire interior (Kcal/kg).

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

El volumen interior de la cámara es de 30,39 m³. El número de renovaciones de aire diarias depende del volumen de la cámara y de la temperatura.

Tabla 10. Renovaciones de aire diarias en función del volumen de la cámara y su temperatura.

Volumen de la cámara (m ³)	Número de renovaciones (cambios/día)	
	Temperatura < 0 °C	Temperatura > 0 °C
2,5	52	70
3	47	63
4	40	53
5	35	47
7,5	28	38
10	24	32
15	19	26
20	16,50	22
25	14,50	19
30	13	17
40	11,50	15
50	10	13
60	9	12
80	7,70	10
100	6,80	9
150	5,40	7
200	4,60	6
250	4,10	5,30
300	3,70	4,80
400	3,10	4,10
500	2,80	3,60
600	2,50	3,20
800	2,10	2,80
1.000	1,90	2,40
1.500	1,50	1,95
2.000	1,30	1,65
2.500	1,10	1,45
3.000	1,05	1,30

Por lo tanto, para los 30,39 m³ de volumen de cámara y la temperatura de conservación de 3°C, el número de renovaciones diarias es de 16,80.

Para saber las entalpías del aire interior y exterior y el volumen específico, se recurre al diagrama psicrométrico del aire, en concreto se utiliza el software del programa informático EES.

Para las condiciones exteriores reflejadas en la tabla 11, utilizando el software del EES:

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

Properties of Moist Air and the Psychrometric Chart

(Reasonable values must be supplied)

Unit System:

Atmospheric Pressure: [kPa]

Select the first input variable:

= [°C]

Select the second input variable:

= []

Solution

Tdb = 34.6 [°C]	P = 101.3 [kPa]	w = 0.01797
Twb = 26.2 [°C]	Rh = 0.5167	v = 0.8972 [m ³ /kg]
Tdp = 23.2 [°C]		h = 80.92 [kJ/kg]

Figura 2. Condiciones del aire en el exterior de la cámara

Para las condiciones interiores reflejadas en la tabla 11, utilizando el software del EES:

Properties of Moist Air and the Psychrometric Chart

(Reasonable values must be supplied)

Unit System:

Atmospheric Pressure: [kPa]

Select the first input variable:

= [°C]

Select the second input variable:

= []

Solution

Tdb = 3,0 [°C]	P = 101,3 [kPa]	w = 0,004453
Twb = 2,7 [°C]	Rh = 0,95	v = 0,7881 [m ³ /kg]
Tdp = 2,3 [°C]		h = 14,18 [kJ/kg]

Figura 3. Condiciones del aire en el interior de la cámara

Tabla 11. Temperatura, HR, i_e y v_e de las condiciones exteriores e interiores del proyecto.

Condiciones	Temperatura (°C)	HR (%)	i_e (kcal/kg)	v_e (m ³ /kg)
Exteriores	34,6°C	51,67%	19,33	0,8972
Interiores	3 °C	95%	3,387	0,7881

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

A partir de los volumen específico tanto interior como exterior, se realiza la media para calcular el volumen específico medio:

$$V_e = \frac{V_{e,exterior} + V_{e,interior}}{2}$$
$$V_e = \frac{0,8972 + 0,7881}{2} = 0,843 \frac{m^3}{kg}$$

Una vez obtenidos todos los datos necesarios para el cálculo, se procede a calcular Q_5 :

$$Q_5 = V \times N \times \frac{1}{V_e} \times (i_e - i_i)$$
$$Q_5 = 30,39 \frac{m^3}{cámara} \times 16,80 \frac{ren}{día} \times \frac{1}{0,843 \frac{m^3}{kg}} \times (19,33 - 3,387) \frac{Kcal}{kg}$$
$$Q_5 = 9.655,67 \frac{Kcal}{día} = 402,32 \frac{Kcal}{h}$$

3.6. Carga debida a bombas y ventiladores

La carga debida a ventiladores en este caso de los evaporadores, se puede suponer como un 10% del sumatorio de todas las cargas anteriormente calculadas. Es decir, el 10% de la carga de refrigeración del producto de entrada, de la carga de enfriamiento del embalaje, de la carga de respiración del producto de entrada, del calor perdido a través de los cerramientos y del calor debido a las renovaciones de aire

$$Q_6 = \% \times \sum_{j=1}^5 Q_i$$
$$Q_6 = 10\% \times (993,85 + 69,67 + 530 + 367,62 + 402,32)$$
$$Q_6 = 236,346 \frac{Kcal}{h}$$

3.7. Carga térmica de la iluminación

Debido al calor emitido por la iluminación de la cámara por el efecto Joule, debe considerarse la carga térmica por iluminación.

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

De acuerdo con Torrella (2000), el alumbrado que se instala en las cámaras suele ser de bajo nivel, varía entre 5 y 10 W/m². Como es lógico la iluminación solo se conectará durante los tiempos de trabajo en la cámara, cuando permanezca dentro el operario en la cámara.

$$Q_7 = P_i \times S_{suelo} \times 0,86 \times t_i$$

Donde:

- P_i=Potencia de alumbrado (W/m²)
- S_{suelo}=Superficie del suelo (m²)
- t_i=tiempo de iluminación (h/día)

Para realizar el cálculo:

- Se decide que la potencia de alumbrado sea de 10 W/m² para el caso más desfavorable posible.
- La superficie del suelo de la cámara es de 16,16 m².
- El tiempo de iluminación será como máximo de 1 hora al día.

$$Q_7 = P_i \times S_{suelo} \times 0,86 \times t_i$$
$$Q_7 = 10 \frac{W}{m^2} \times 16,16 m^2 \times 0,86 \times 1 \frac{h}{día}$$

$$Q_7 = 138,98 \frac{Kcal}{día} = 5,79 \frac{Kcal}{h}$$

3.8. Carga térmica debida a las personas

En la planta, habrá personal encargado de cargar y descargar la materia prima de las cámaras y de su mantenimiento. Por lo tanto, en estas tareas, al entrar en la cámara el operario desprenderá cierta carga térmica.

$$Q_8 = P_p \times N_p \times t_p$$

Donde:

- P_p=potencia calorífica aportada por cada persona

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

- N_p =número de personas
- T_p =tiempo que esta la persona en la cámara, que es igual al tiempo de la carga térmica de iluminación.

Para el cálculo de la potencia calorífica aportada por cada persona, es necesario recurrir a la siguiente tabla:

Tabla 12. Potencia calorífica liberada por persona en función de la temperatura de la cámara.

T °C	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10
P _p (Kcal/h)	361	335	309	283	258	232	206	180

Como la cámara esta a 3°C, se liberarán 216,4 kcal/h.

Respecto al número de personas que puede haber simultáneamente en la cámara será 1 persona.

$$Q_8 = P_p \times N_p \times t_p$$
$$Q_8 = 216,4 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \times 1 \text{ persona} \times 1 \text{ hora/día}$$
$$Q_8 = 216,4 \frac{\text{Kcal}}{\text{día}} = 9,11 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

3.9. Coeficiente de seguridad: Carga térmica debida a diversas pérdidas

En este último apartado de cálculo de cargas térmicas, se aplica un coeficiente seguridad. Este coeficiente engloba otros aspectos que no se han considerado en los apartados anteriores como pérdidas de calor a través de una tubería, migraciones de vapor a través de las paredes, calor debido a descharches periódicos, efecto de puentes térmicos, maquinaria transportadora y el equipo de procesamiento, entre otros. Por lo tanto, se aplica la siguiente fórmula:

$$Q_9 = 10\% \times \sum_{j=1}^8 Q_i$$

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

$$Q_9 = 10\% \times (993,85 + 69,67 + 530 + 367,62 + 402,32 + 236,346 + 5,79 + 9,11)$$

$$Q_9 = 261,471 \text{ Kcal/h}$$

3.10. Potencia frigorífica necesaria

La potencia frigorífica necesaria en kcal/h corresponde al sumatorio de todas las cargas térmicas calculadas anteriormente:

$$Q_T = \sum_{j=1}^9 Q_i$$

$$Q_9 = 993,85 + 69,67 + 530 + 367,62 + 402,32 + 236,346 + 5,79 + 9,11 + 261,471$$

$$Q_9 = 2.876,17 \text{ Kcal/h}$$

Resulta importante recalcar que el calor generado en las cámaras durante las 24 horas de un día, se debe extraer en un número inferior de horas, refiriéndose a este al número de horas de funcionamiento diario de las cámaras. Este número inferior de horas, se debe principalmente al desescarche. El tiempo que debe estar parada la instalación diariamente para llevar a cabo las labores de mantenimiento es de 4 horas. Por lo tanto, el tiempo se reduce a 20 horas.

$$Q_{necesaria} = Q_T \times \frac{24}{\text{tiempo}}$$

$$Q_{necesaria} = 2.876,17 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \times \frac{24}{20}$$

$$Q_{necesaria} = 3.451,4124 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = 4,014 \text{ kW}$$

4. REFRIGERANTE ELEGIDO PARA LA INSTALACIÓN FRIGORIFICA

4.1. Introducción

Según el apartado 3.7.1 de la instrucción IF-01, del Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas (Real Decreto 138/2011 de 4 de febrero), en adelante RSF, se define refrigerante como:

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

“Fluido utilizado en la transmisión de calor que, en un sistema frigorífico, absorbe calor a baja temperatura y presión, cediéndolo a temperatura y presión más elevadas. Este proceso tiene lugar, generalmente, con cambios de estado del fluido”.

En los últimos años, se ha prohibido el uso de muchos refrigerantes debido al impacto negativo sobre el medio ambiente, en concreto sobre la capa de ozono, como los que incluyen cloro o bromo en su composición. Con el objetivo de eliminar el uso de este tipo de refrigerantes CFC, se desarrollaron otro tipo de refrigerantes más respetuosos con el medio ambiente.

4.2. Características del refrigerante

Las propiedades y características del refrigerante dependen de las condiciones de funcionamiento y de la relación de sus propiedades termodinámicas, químicas, físicas y de seguridad.

4.2.1. Propiedades termodinámicas

Las propiedades termodinámicas que debe tener el refrigerante son:

- El punto de ebullición debe ser inferior a la temperatura de los productos a conservar, ya que interesa no alcanzar presiones demasiado elevadas en el condensador, ni depresiones fuertes en el evaporador. Además, es necesario que la presión sea superior a la atmosférica para detectar fugas y para evitar que entre aire y humedad en el sistema.
- La relación de compresión, que viene definida por el cociente entre la presión de descarga y la de aspiración debe ser pequeña en las condiciones de funcionamiento, porque el rendimiento volumétrico del compresor y la eficiencia del ciclo varían inversamente a esta propiedad.
- El calor específico del fluido debe ser lo más baja posible, porque así es menor la fracción de líquido evaporado en la expansión.
- El calor específico de vapor, interesa que sea alto, de este modo será menor el recalentamiento del refrigerante en la aspiración del compresor.
- El calor latente de vaporación, debe ser elevado, porque mayor es el efecto frigorífico por cada kg de fluido en circulación.

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

- El volumen específico del vapor, interesa que sea menor, porque cuanto menor sea mayor será la potencia frigorífica por unidad de volumen.
- Normalmente el punto crítico de un refrigerante se sitúa sobre los 40 bares y temperaturas superiores a 80 °C. Una vez que se superan esas condiciones, el refrigerante no condensa por muy grande que sea la presión que se aplique.

4.2.2. Propiedades químicas

En general, el refrigerante no debe sufrir transformaciones químicas en las condiciones de utilización del sistema frigorífico, y debe ser inerte frente al aceite, materiales de la instalación y a la presencia de agua en el circuito.

4.2.3. Propiedades físicas

Las propiedades físicas que debe tener un buen refrigerante son:

- La conductividad térmica debe ser alta, tanto en estado líquido como en vapor. Esta propiedad es muy importante, ya que mejor la eficiencia de los intercambios térmicos y a su vez reduciendo el coste económico de los intercambiadores.
- La viscosidad del refrigerante debe ser lo más pequeña posible, de este modo se disminuyen las pérdidas por presión en el circuito frigorífico.

4.2.4. Propiedades de seguridad

Para que un refrigerante se considere seguro, no debe ser inflamable ni explosivo y no deben ser tóxicos y, por lo tanto, deben ser nocivos para el cuerpo humano.

4.3. Refrigerante R-404 A

El refrigerante elegido para esta instalación va a ser el R-404 A, ya que ha demostrado ser uno de los refrigerantes de vanguardia de la industria para la refrigeración comercial a temperaturas de evaporación bajas.

Este refrigerante es una mezcla de los fluidos R-125, R-143a y R-134a, en proporciones de porcentaje másico de 44, 52 y 4% respectivamente. Se comporta casi como una sustancia pura. La fórmula empírica del refrigerante es:



Anejo VIII. Instalación Frigorífica

Es una sustancia no inflamable y compatible con los lubricantes POE. Se caracteriza por su notable estabilidad química y de un bajo deslizamiento de temperatura (Glide), de 0,7°C. Su clasificación es A1 grupo L1.

Es muy poco tóxico incluso con exposiciones prolongadas de tiempo. El AEL (Allowable Exposure Limit) es de 1000 ppm (8 horas, TWA). Los envases del R-404A deben almacenarse en lugares frescos y ventilados lejos de fuentes de calor.

Tabla 13. Propiedades físicas del R-404A

PROPIEDADES FÍSICAS	R-404A
Peso molecular	97.61 g/mol
Temperatura ebullición a (1,013 bar)	-46.45 °C
Deslizamiento temperatura de ebullición (a 1,013 bar)	0,7 K
Temperatura crítica	72,07 °C
Presión crítica	37,31 bar
Densidad crítica	484 kg/m ³
Densidad del líquido (25°C)	1048 kg/m ³
Densidad del líquido (-25°C)	1236 kg/m ³
Densidad del vapor saturado (a 1,013 bar)	5,41 kg/m ³
Presión del vapor (25°C)	12,42 bar
Presión del vapor (-25°C)	2,49 bar
Calor latente de vaporización (a 1,013 bar)	200 KJ/kg
Calor específico del líquido (25°C) (1,013 bar)	1,64 KJ/kg K
Calor específico del vapor (25°C) (1,013 bar)	0,88 KJ/kg K
Conductibilidad térmica del líquido (25°C)	0,064 W/mK
Conductibilidad térmica del vapor (1,013 bar)	0,0143 W/mK
Solubilidad con el agua (25°C)	Despreciable
Límite de inflamabilidad (25°C)	Ninguno (% volumen)
Toxicidad (AEL)	1000 ppm

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

ODP	0
PCA (GWP)	3922

5. COMPRESOR

El compresor, en una instalación de refrigeración o de producción de frío, es el encargado de aspirar los vapores de fluido frigorífero que se producen en el evaporador a baja presión, y descargar dicho fluido en el condensador a baja presión. En este proceso se produce un cambio de estado, el refrigerante pasa de estado vapor a líquido.

Según el tipo de funcionamiento en la industria frigorífica, se pueden clasificar los compresores en dos grupos: compresores de desplazamiento positivo o volumétrico y compresores de desplazamiento cinético o dinámico. Dentro de los compresores de desplazamiento positivo o volumétrico se encuentran los alternativos y los rotativos y dentro de los de desplazamiento cinético o dinámicos, se encuentran los centrífugos y los axiales.

5.1. Elección del compresor

A la hora de elegir un compresor, es necesario conocer las ventajas e inconvenientes de cada uno y además determinar cuál se ajusta mejor a la instalación. De este modo, se ha decidido utilizar un compresor rotativo de tornillo.

Los compresores rotativos de tornillo, también son llamados compresores helicoidales, se utilizan para obtener potencias frigoríficas muy elevadas. No utilizan válvulas de aspiración ni de descarga y la compresión del refrigerante se realiza en el espacio entre los engranajes helicoidales, montados dentro de un cárter de fundición de alta resistencia. Es necesario que estos compresores vayan provistos de separadores de aceite eficaces, porque el enfriamiento de la máquina se realiza por inyección de aceite en las diversas partes de la misma, el cual, se mezcla con el refrigerante aspirado.

5.2. Potencia necesaria en el compresor

Para poder determinar la potencia total que debe suministrar al ciclo el compresor, es necesario establecer la condiciones de funcionamiento generales de la instalación. Por condiciones generales se entiende que son las temperaturas y presiones de condensación

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

y de evaporación, y a partir de estas, y con el uso de un diagrama entálpico del refrigerante R-404 A, definir el ciclo frigorífico.

Respecto a los condensadores de aire, que son los que se han elegido para esta instalación, para que tengan las dimensiones adecuadas y la transferencia de calor sea rápida, es necesario que la temperatura de condensación este entre 10 y 20°C.

Se debe tener en cuenta, que la temperatura de cálculo en Malpica en verano es de 34,6°C \cong 35°C. Por ello, resulta oportuno tomar como temperatura de condensación 46°C. Así se obtiene un salto térmico de 11 °C, valor que se encuentra en el rango óptimo de temperaturas.

$$T^a \text{ de condensación} = 46^{\circ}\text{C}$$

Una vez definida la temperatura de condensación, resulta necesario definir la temperatura de evaporación. Esta temperatura se obtiene como la diferencia entre la temperatura de trabajo de la cámara frigorífica y el valor del salto térmico en el evaporador. La temperatura de trabajo, ya conocida, es de 3°C y el valor de salto térmico es de 5°C, tal y como se establece en el apartado de la elección del evaporador, reflejada en el presente anejo.

$$T^a \text{ de evaporación} = T^a \text{ cámara frigorífica} - T^a \text{ salto térmico}$$

$$T^a \text{ de evaporación} = 3^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C} = -2^{\circ}\text{C}$$

Resulta necesario definir los diferentes puntos del ciclo frigorífico a partir del diagrama presión-entalpía del refrigerante. Para ello, se utiliza el programa informático EES. A partir de los siguientes datos, se obtienen los resultados de la tabla 14:

- Temperatura de evaporación=2°C
- Temperatura de condensación=46°C

Al ser el cálculo del ciclo ideal, se presupone que a la entrada del compresor el vapor estará saturado, es decir se alcanza el punto de rocío y a la salida del condensador, el liquido estará saturado, es decir se alcanza el punto de burbuja. Además, la entropía a la entrada y salida del compresor será la misma y la presión en el evaporador y en el condensador se mantendrá constante.

Tabla 14. Ciclo frigorífico R-404A

Punto	Presión (bar)	Temperatura (°C)	Volumen específico (m³/kg)	Entalpía (kJ/kg)
1	5,629	-2	0,035	364,8
2	21,08	52,36	0,008841	390,6
3	21,08	46	0,001078	270,3
4	5,629	-2	0,01576	270,3

A partir de estos datos, se puede calcular la potencia del compresor estudiando en primer lugar el ciclo de compresión ideal y después, el real.

5.2.1. Ciclo ideal

El cálculo del ciclo ideal se desarrolla en los siguientes pasos:

1) Producción frigorífica específica

$$q_e = h_1 - h_4$$

Donde:

- h_1 =entalpía correspondiente del punto 1 del diagrama entálpico del R404 A
- h_4 =entalpía correspondiente del punto 4 del diagrama entálpico del R-404 A

$$q_e = 364,8 - 270,3 = 94,5 \frac{kJ}{kg} = 22,56 \frac{kcal}{kg}$$

2) Caudal másico del refrigerante

$$\dot{m} = \frac{Q_e}{q_e}$$

Donde:

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

- Q_e =valor de las necesidades frigoríficas totales calculadas anteriormente en el apartado 3.10
- q_e =Producción frigorífica específica

$$\dot{m} = \frac{3.451,41 \frac{kcal}{h}}{22,56 \frac{kcal}{kg}} = 152,99 \text{ kg/h}$$

3) Producción frigorífica volumétrica

$$q_v = \frac{q_e}{v_1}$$

Donde:

- v_1 =volumen específico del R-404A en el punto 1 de su diagrama entálpico.

$$q_v = \frac{22,56 \frac{kcal}{kg}}{0,035 \frac{m^3}{kg}} = 644,57 \frac{Kcal}{m^3}$$

4) Caudal de refrigerante

$$V = \frac{Q_e}{q_v}$$

$$V = \frac{3.451,41 \frac{kcal}{h}}{644,57 \frac{kcal}{m^3}} = 5,35 \frac{m^3}{h}$$

5) Equivalente del trabajo de compresión

$$q_w = h_2 - h_1$$

Donde:

- h_1 =entalpía correspondiente del punto 1 del diagrama entálpico del R404 A

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

- h_2 =entalpía correspondiente del punto 2 del diagrama entálpico del R-404 A

$$q_w = 390,6 - 364,8 = 25,8 \frac{kJ}{kg} = 6,15 \frac{kcal}{kg}$$

6) Eficiencia frigorífica o coeficiente de prestación COP

$$COP = \frac{q_e}{q_w}$$

$$COP = \frac{22,56 \frac{kcal}{kg}}{6,15 \frac{kcal}{kg}} = 3,67$$

7) Potencia frigorífica específica

$$K_i = 860 \times COP$$

$$K_i = 860 \times 3,67 = 3.156,2 \frac{kcal}{kW h}$$

8) Potencia indicada

$$N_i = \frac{Q_e}{K_i}$$

$$N_i = \frac{3.451,41 \frac{kcal}{h}}{3.156,2 \frac{kcal}{kW h}} = 1,093 kW$$

9) Potencia en el condensador

$$Q_c = Q_e + 860 \times N_i$$

$$Q_c = 3.451,41 \frac{kcal}{h} + 860 \times 1,093 kW = 4.391,39 kcal/h$$

Esta potencia corresponde a la cantidad de calor en kcal por hora que el fluido frigorífero cede en su enfriamiento y condensación en el condensador.

5.2.2. Ciclo real

Es importante que a la hora de elegir el compresor que se ajuste más a la instalación, se calcule en base a su ciclo real. Ya que como es lógico, en los ciclos reales el rendimiento nunca llega a ser del 100% como en los ciclos ideales. Por ello, se requiere un mayor trabajo de compresión que en el ciclo ideal.

1) *Relación de presiones*

$$\frac{P_{alta}}{P_{baja}} = \frac{P_k}{P_0}$$

Donde:

- P_k =Presión de alta del diagrama entálpico del R404 A
- P_0 =Presión de baja del diagrama entálpico del R-404 A

$$\frac{P_{alta}}{P_{baja}} = \frac{21,08}{5,629} = 3,75$$

2) *Espacio muerto*

Se tiene que tener en cuenta que una parte del volumen de líquido refrigerante, se considera muerto o perjudicial. En este caso, se va a suponer que tiene un valor de un 5%, es decir, $e=0,05$.

3) *Rendimiento volumétrico*

$$\eta_v = 1 - e \times \frac{P_k}{P_0}$$

$$\eta_v = 1 - 0,05 \times \frac{21,08}{5,629} = 0,81$$

4) *Rendimiento volumétrico total*

$$\eta_{vt} = [\eta_v - (1 - \eta_w)] \times C$$

Donde:

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

- C=Factor de corrección, que en este caso toma valor de 1 porque la temperatura de evaporación es superior a -25°C .
- Valor de pérdida por fugas= $1 - \eta_w=0,09$

$$\eta_{vt} = [0,81 - 0,09] \times 1 = 0,72$$

5) Rendimiento indicado

Es necesario calcular el rendimiento indicado, ya que como se ha dicho anteriormente, en el ciclo real no se obtiene un rendimiento del 100% y el trabajo de compresión es mayor en el ciclo real que en el ciclo ideal o teórico. Se establece la siguiente relación:

$$\frac{\eta_i}{\eta_{vt}} = 1,1$$

$$\eta_i = 0,72 \times 1,1 = 0,792$$

6) Caudal volumétrico real

$$V_r = \frac{V}{\eta_{vt}}$$

$$V_r = \frac{5,35 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{0,72} = 6,43 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

7) Equivalente del trabajo de compresión real

$$q_{wr} = \frac{q_w}{\eta_i}$$

$$q_{wr} = \frac{6,15 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}}{0,792} = 7,77 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$$

8) Eficiencia frigorífica o coeficiente de prestación COP real

$$\text{COP}_r = \frac{q_e}{q_{wr}}$$

$$COP_r = \frac{22,56 \frac{kcal}{kg}}{7,77 \frac{kcal}{kg}} = 2,905$$

9) *Potencia frigorífica específica real*

$$K_{ir} = 860 \times COP_r$$

$$K_{ir} = 860 \times 2,905 = 2.498,55 \frac{kcal}{kW h}$$

10) *Potencia indicada real*

$$N_{ir} = \frac{Q_e}{K_{ir}}$$

$$N_{ir} = \frac{3.451,41 \frac{kcal}{h}}{2.498,55 \frac{kcal}{kW h}} = 1,38 kW$$

La potencia indicada real, es la potencia que debe suministrar el compresor, en este caso es de 1,38 kW para cubrir las necesidades energéticas del ciclo. En este caso, se hace uso del software *Bitzer v6.13.0* para determinar el tipo de compresor a colocar en la instalación. Este software permite seleccionar el compresor adecuado para tu instalación, en función de la potencia frigorífica necesaria de la instalación, del refrigerante utilizado y de las temperaturas de trabajo establecidas.

Por lo tanto, los datos necesarios son:

- Temperatura de condensación= 46°C
- Temperatura de evaporación= -2°C
- Refrigerante: R-404A
- Potencia frigorífica necesaria= 4,014 kW

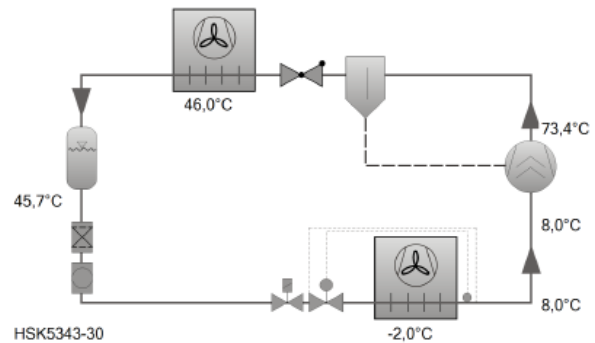
La selección realizada por el software *Bitzer v6.13.0* es la instalación de un compresor de Tornillo Semi-herméticos HS modelo HSK5343-30-40P con una potencia de 55,8 Kw. Los datos de entrada y salida se reflejan en la siguiente figura 4.

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

Selección: Compresores de Tornillo Semi-herméticos HS

Valores de entrada

Potencia frigorífica	4,01 kW
Refrigerante	R404A
Temperatura de referencia	Temp. en el punto de rocío
Temp. de evaporación	-2,00 °C
Temp. de condensación	46,0 °C
Líquido subenfriado (después condensador)	0 K
Recalentamiento de gas aspirado	10,00 K
Modo de funcionamiento	Estándar
Alimentación eléctrica	400V-3-50Hz
Recalentamiento útil	100%
Enfriamiento adicional	Automático
Máx. temp. gas de descarga	80,0 °C



Resultado

Compresor	HSK5343-30-40P
Escalones de capacidad	100%
Potencia frigorífica	55,8 kW
Potencia frigorífica *	55,8 kW
Potencia en el evap.	55,8 kW
Potencia absorbida	25,1 kW
Corriente (400V)	39,2 A
Gama de tensiones	380-415V
Capacidad del condensador	79,6 kW
COP/EER	2,22
COP/EER *	2,22
Caudal másico BP	1926 kg/h
Caudal másico AP	1926 kg/h
Modo de funcionamiento	Estándar
Temperatura del líquido	45,7 °C
Caudal aceite	0,99 m³/h
Métodos de enfriamiento	--
Temp. Gas de descarga no enfriado	73,4 °C

Figura 4. Selección de compresor con el software *Bitzer v6.13.0*.

6. EVAPORADORES

Los evaporadores son intercambiadores de calor, donde el fluido refrigerante se evapora a baja temperatura y baja presión porque absorbe el calor del medio que le rodea. El evaporador es el elemento que produce frío en la instalación. Se sitúa entre la válvula de expansión y la tubería de aspiración del compresor.

Los evaporadores se pueden clasificar de varias formas:

- Según el método de alimentación del refrigerante:
 - Inundados
 - Seca

- Según la circulación de fluido a enfriar:
 - De circulación natural
 - De circulación forzada
- Según la construcción:
 - De tubos lisos
 - De placas
 - De superficie ampliada o con aletas
- Según la forma de transmisión de la potencia:
 - Directa
 - Indirecta
- Según su aplicación:
 - Evaporadores para aire
 - Evaporadores para agua

6.1. Selección del evaporador

Teniendo en cuenta las distintas características de los evaporadores, y en concreto la forma de alimentación del líquido refrigerante, se decide por el uso de un evaporador por expansión seca. Porque son más baratos y fáciles de diseñar, tienen menos problemas de recirculación del aceite y necesitan menor carga de refrigerante.

El funcionamiento de los evaporadores de expansión seca es que la cantidad de líquido que entra al evaporador está limitada a la cantidad que puede ser vaporizada.

Teniendo en cuenta la circulación del fluido a enfriar, se elige el uso de evaporador de circulación forzada, lo cual indica que lleva ventiladores integrados para circular el aire de la cámara a través del mismo.

Teniendo en cuenta el tipo de construcción, se eligen evaporadores de tubos con aletas, ya que las aletas aumentan la superficie de intercambio de calor sin aumentar el tamaño del equipo.

Teniendo en cuenta la forma de transmisión de la potencia, se eligen evaporadores de transmisión directa. Ya que el equipo no cuenta con circuitos auxiliares.

Teniendo en cuenta la aplicación, se eligen evaporadores de aire porque lo que se enfría en las cámaras es el aire de su interior.

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

La capacidad frigorífica de un evaporador se mide en función de los siguientes factores:

- Salto térmico en el evaporador.
- Superficie del evaporador.
- Coeficiente global de transmisión del calor.

A la hora de seleccionar el evaporador, se va a tener en cuenta el criterio del salto térmico que se produce en él. El salto térmico es la diferencia entre la temperatura diseño del espacio refrigerado y la temperatura de saturación del refrigerante en el evaporador. La humedad del espacio a refrigerar esta regulada por el valor del salto térmico.

La conservación de los productos alimenticios en condiciones óptimas de refrigeración depende, no sólo de la temperatura sino también de la humedad relativa del aire en el interior del recinto almacenado. Así pues, se ha supuesto una humedad relativa media para el conjunto de las cámaras de 95%, con lo que se tomará un salto térmico aproximado de 5°C.

Tabla 15. Salto térmico del evaporador en función de la humedad relativa.

HR (%)	ΔT de diseño (°C)	
	CONVECCIÓN NATURAL	CONVECCIÓN FORZADA
95-91	6.6-7.7	4.4-5.5
90-86	7.7-8.8	5.5-6.6
85-81	8.8-10	6.5-7.7
80-76	10-11	7.7-8.8
75-70	11-12	8.9-10

Debido a la temperatura dentro de las cámaras y la elevada humedad relativa, la temperatura de evaporación se situará por debajo de la temperatura de rocío, por lo tanto, esto conducirá a la formación de hielo sobre la superficie del evaporador. La acumulación del hielo se produce mayoritariamente en los bordes frontales de las aletas del evaporador, lo que conduce a la disminución del rendimiento del mismo por dos razones:

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

- Se minimiza la sección de paso del aire a través de las aletas del evaporador, aumentando la pérdida de carga y disminuyendo el caudal del aire.
- Aumenta la resistencia térmica, disminuyendo la capacidad de transmisión del evaporador, reflejada a través del coeficiente K.

La aparición de la capa de hielo, como se ha explicado anteriormente, disminuye el rendimiento del evaporador. Por lo tanto, se debe realizar el desescarche siempre que la cantidad de hielo formado disminuya las prestaciones del equipo.

Se utiliza el software *Frimental Kselect 2020*, para seleccionar el evaporador adecuado para la instalación, en función de la potencia frigorífica necesaria de la instalación, del refrigerante utilizado y de las temperaturas de trabajo establecidas.

Para elegir el tipo de evaporador, se hace uso de los siguientes datos:

- Temperatura de evaporación = -2°C
- Salto térmico del diseño (ΔT) = 5°C
- Potencia frigorífica necesaria = $4,014\text{ kW} = 3.451,4124\text{ Kcal/h}$

La selección realizada por el software *Frimental Kselect 2020* es la instalación de un evaporador de expansión directa FRL-420. Los datos de entrada y salida se reflejan en la figura 5.

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

EVAPORADOR DE EXPANSIÓN DIRECTA

FRL-420

Capacidad del modelo **4,4 kW**
 Capacidad Requerida **4,1 kW**

Materiales

Tubos	Cobre
Aletas	Aluminio
Carrocería	Aluminio y acero galvanizado lacado en blanco RAL-9002

Condiciones de trabajo

Paso Aletas **9 mm**
 Caudal de Aire **4350 m³/h**
 Velocidad del aire **1,78 m/s**

Presion de aire disponible **0 Pa**
 Proyección de aire **14 m**
 Temperatura Entrada Aire **3,0 °C**
 Temperatura salida del aire **0,4 °C**
 Temperatura Evaporación **-2,0 °C**
 Diferencia temperatura DT1 **5 K**
 Refrigerante **R404A**

BATERIA

Paso Aletas **9 mm**
 Longitud aleteada **1700 mm**
 Superficie **32,5 m²**
 Volumen Interno **13,0 dm³**

Información para el instalador

Peso neto **69 kg**
 Entrada distribuidor líquido **1 x 1/2" mm**
 Colector de salida **1 x 22 mm**

Ventiladores AC conformes con la ErP

Alimentación eléctrica	1~230V/50Hz	Potencia total absorbida	240 W
Nº	3	Consumo eléctrico total	1,1 A
Diámetro de la hélice	300 mm	Nivel de Potencia Sonora	69 dB(A)
Velocidad	1350 rpm	Presión Sonora	38 dB(A)
		A una distancia de	10 m

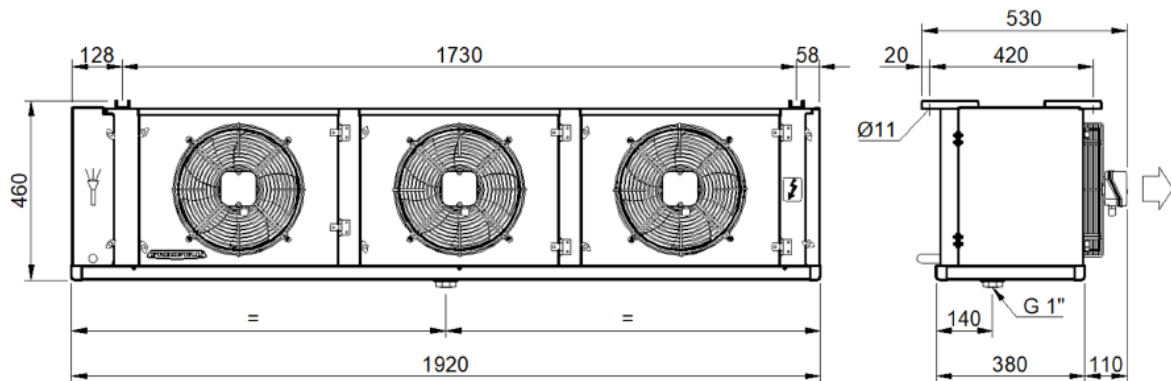


Figura 5. Ficha técnica y dimensiones del evaporador.

7. CONDENSADORES

En el condensador en una instalación frigorífica, se lleva a cabo la licuefacción del refrigerante gaseoso. Es decir, de los gases que partiendo del evaporador han sido aspirados por el compresor.

En el condensador se produce la eliminación del calor del sistema de refrigeración. Por lo que, la carga frigorífica del condensador será siempre superior a la del evaporador en una cantidad igual al trabajo de compresión.

El proceso de condensación se lleva a cabo en tres zonas del condensador:

- Zona en la que los vapores del refrigerante son inicialmente enfriados hasta temperatura de saturación donde se produce la eliminación del calor sensible de enfriamiento
- Zona del condensador donde se elimina el calor latente de condensación
- Zona de subenfriados por debajo de la temperatura de condensación donde se elimina calor sensible de subenfriamiento.

Una vez conocidas las temperaturas de diseño, se elige el tipo de condensador más adecuado para la instalación objeto de estudio.

Los condensadores se pueden clasificar en función del calor intercambiado sensible o latente, como:

- Calor sensible:
 - Aire:
 - Circulación de aire natural.
 - Circulación por aire forzado.
 - Agua:
 - De inmersión.
 - Multitubulares (horizontales y verticales).
 - De doble tubo a contracorriente.
- Calor latente:
 - Atmosféricos:
 - De lluvia.
 - De lluvia contracorriente.

- Evaporación forzada:
 - Evaporativos (tubo liso o aleteado).

7.1. Selección del condensador

El tipo de condensador seleccionado, es el condensador con circulación por aire forzado. En este tipo de condensador, la circulación del aire como su propio nombre indica se realiza forzada, es decir se hace pasar el aire por uno o varios ventiladores, que aspiran el aire a través de toda la superficie del equipo.

Cada fabricante de condensadores establece una serie de características básicas, como puede ser que no sean voluminosos y, a la vez, que sean resistentes a la oxidación y a la corrosión. Tanto los ventiladores como la envolvente deben ser resistentes a los agentes ambientales exteriores. Es muy importante colocar el condensador en un lugar bien ventilado.

El condensador de aire forzado se selecciona a partir del calor total a disipar y de la diferencia de temperatura entre el ambiente y la condensación.

6.2. Cálculo del condensador necesario

En este apartado se calculan los valores necesarios para determinar el condensador a instalar.

1) Cantidad de calor a evacuar

El calor total a evacuar en el condensador será:

$$Q_c = Q_e + 860 \cdot N_{ir}$$
$$Q_c = 3.451,41 \frac{kcal}{h} + 860 \cdot 1,38 kW = 4.638,21 \frac{kcal}{h}$$

2) Caudal de aire a circular.

Un condensador por aire puede disipar el calor en función del caudal de aire que circula en kg/h. Conociendo el calor específico del aire, 0,31 Kcal/h m² o 0,24 Kcal/Kg, resulta que:

$$Q_c = m \times c_p \times (t_s - t_e)$$

Donde:

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

- Q_c = calor a evacuar por el condensador (kcal/h)
- m = caudal másico de aire a circular (kg/h)
- c_p = calor específico del aire (kcal/Kg °C)
- t_s = temperatura del aire a la salida del condensador (°C)
- t_e = temperatura del aire a la entrada del condensador (°C)

$$m = \frac{Q_c}{c_p \times \Delta T} = \frac{4.638,21 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}}{0,24 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times 11^\circ\text{C}} = 1.756,9 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Con los resultados obtenidos se puede realizar la selección del condensador, para ello utilizaremos el software *Frimental Kselect 2020* como para el caso de los evaporadores. Los datos de entrada y salida se reflejan en la figura 6.

CONDENSADOR POR AIRE

CPN-83

Capacidad del modelo **5,4 kW**
 Capacidad Requerida **5,4 kW**

Materiales

Tubos Cobre
 Aletas Aluminio
 Carrocería Aluminio y acero galvanizado lacado en Blanco RAL-9002

Condiciones de trabajo

Paso Aletas **2,1 mm**
 Caudal de Aire **3005 m³/h**
 Velocidad del aire **2,60 m/s**

Presion de aire disponible **0 Pa**
 Temperatura Entrada Aire **35,0 °C**
 Temp. Condensación **46,0 °C**
 Caudal del Fluido **0,049 kg/s**
 Refrigerante **R404A**

BATERIA

Paso Aletas **2,1 mm**
 Longitud aleteada **800 mm**
 Superficie **12,1 m²**
 Volumen Interno **1,9 dm³**

Información para el instalador

Peso neto **21 kg**
 Línea de entrada **1 x 16 mm**
 Colector de salida **1 x 16 mm**

Ventiladores AC conformes con la ErP

Alimentación eléctrica	1~230V/50Hz	Potencia total absorbida	160 W
Nº	2	Consumo eléctrico total	0,8 A
Diámetro de la hélice	300 mm	Nivel de Potencia Sonora	67 dB(A)
Velocidad	1350 rpm	Presión Sonora	36 dB(A)
		A una distancia de	10 m

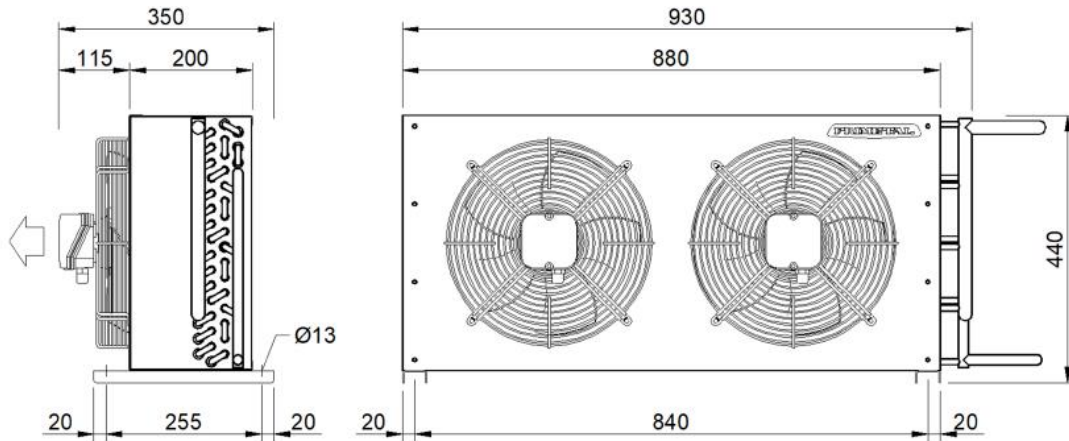


Figura 6. Ficha técnica y dimensiones del condensador.

8. DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE REFRIGERANTE

8.1. Consideraciones sobre el diseño de la red de distribución de refrigerante

El material usado en el diseño de las tuberías será cobre, debido a que es de fácil instalación, tiene un peso ligero y es resistente a la corrosión.

En la tubería de aspiración, no deben producirse pérdidas de carga excesivas del refrigerante ya que provocarían pérdidas importantes de capacidad y eficacia del sistema. Por otra parte, la velocidad del refrigerante en la tubería de aspiración ha de ser suficiente para que pueda arrastrar el aceite al compresor.

La pérdida de carga admisible en este tramo no debe implicar un aumento de temperatura superior a 1 °C.

En la tubería de descarga, la pérdida de carga no debe ser superior a la pérdida de temperatura de 1 °C. Además, la velocidad del refrigerante debe ser superior a 5 m/s en tramos verticales y a 2,5 m/s en horizontales.

Las tuberías de líquido presentan menos problemas debido a que el aceite está mezclado con el refrigerante en estado líquido y a las temperaturas de condensación y velocidades de líquido normales, con lo que no existe riesgo de depósito de aceite en el condensador ni en el recipiente. El problema que existe es la posibilidad de formación de gas antes de que el líquido llegue al expansor, para evitarlo hay que mantener la presión del líquido por encima del valor de la presión de saturación de la temperatura del líquido. La pérdida

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

de carga admitida para esta tubería esta entre 0,5 y 1 °C de caída equivalente de temperatura.

8.2. Dimensionado de las tuberías

Se deben seguir una serie de criterios:

- No superar la pérdida de carga máxima admisible
- Mantener una velocidad de flujo en el interior de la tubería, dentro de los valores que quedan reflejados en la siguiente tabla:

Tabla 16. Velocidades recomendadas R-404 A

Fluido	Aspiración	Descarga	Líquido
R-404 A	4,5-20 m/s	10-18 m/s	0,5-1,25 m/s

Para poder realizar los cálculos se debe recurrir de nuevo al diagrama entálpico del ciclo R-404 A.

Tabla 17. Ciclo frigorífico R-404 A.

Punto	Presión (bar)	Temperatura (°C)	Volumen específico (m ³ /kg)	Entalpía (kJ/kg)
1	5,629	-2	0,035	364,8
2	21,08	52,36	0,008841	390,6
3	21,08	46	0,001078	270,3
4	5,629	-2	0,01576	270,3

A partir de las tablas se obtiene la producción frigorífica específica:

$$q_e = h_1 - h_4$$

$$q_e = 364,8 - 270,3 = 94,5 \frac{kJ}{kg} = 22,61 \frac{kcal}{kg}$$

Al obtener la producción frigorífica específica, se puede obtener el gasto o caudal en peso:

$$m = \frac{Q_e}{q_e}$$

$$m = \frac{3.451,41 \frac{kcal}{h}}{22,61 \frac{kcal}{kg}} = 152,67 \frac{kg}{h}$$

El caudal o gasto en peso será el caudal másico que soportaran todos los tramos de las tuberías.

8.2.1. Tubería de aspiración

La tubería de aspiración corresponde al tramo de tubería en la que el refrigerante va del evaporador al compresor.

Como se ha dicho anteriormente, en este tramo se van a soportar unas pérdidas de carga que como máximo supongan un aumento de temperatura de 1 °C.

$$P(-1^{\circ}\text{C}) - P(-2^{\circ}\text{C}) = 5,814 - 5,629 = 0,185 \text{ bar} = 0,185 \text{ kg/cm}^2$$

Este valor corresponde a la máxima pérdida de carga en el tramo de aspiración.

Para poder determinar el diámetro de las tuberías para fluidos compresibles se recurre a la fórmula de Darcy:

$$\Delta P_{100} = 0,634 \times \frac{f \times m^2 \times \bar{v}}{d^5} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$

Donde:

- ΔP_{100} : pérdida de carga en 100 metros de tubería
- f : factor de fricción
- \bar{v} : volumen específico (m³/kg)
- d : diámetro de la tubería (cm)

Suponemos que el tramo de aspiración tiene una longitud de 35 metros. Por lo que la fórmula de Darcy para una pérdida de carga de 100 metros sería:

$$0,185 \frac{kg}{cm^2} \times \frac{100 \text{ m}}{35 \text{ m}} = 0,53 \frac{kg}{cm^2}$$

A continuación, se introduce en la fórmula los siguientes parámetros:

$c_1 = \text{factor de descarga} = 4,86 \cdot 10^{-9} \cdot \text{m}^2$ (figura 7)

$$c_2 = \text{factor de diámetro} = \frac{35,52 \cdot 10^6 \times f}{d^5} \text{ (figura 8)}$$

Quedando la expresión simplificada de Darcy:

$$\begin{aligned} \Delta P_{100} &= \frac{0,634}{4,86 \cdot 10^{-9} \times 35,52 \cdot 10^6} \times (4,86 \cdot 10^{-9} m^2) \times \left(\frac{kg}{cm^2} \right) \times v \\ &= 3,67 \times c_1 \times c_2 \times v \end{aligned}$$

1) *Cálculo de c_1*

Para un caudal másico de 152,67 kg/h, de acuerdo con la figura 7, c_1 toma un valor de 0,0002.

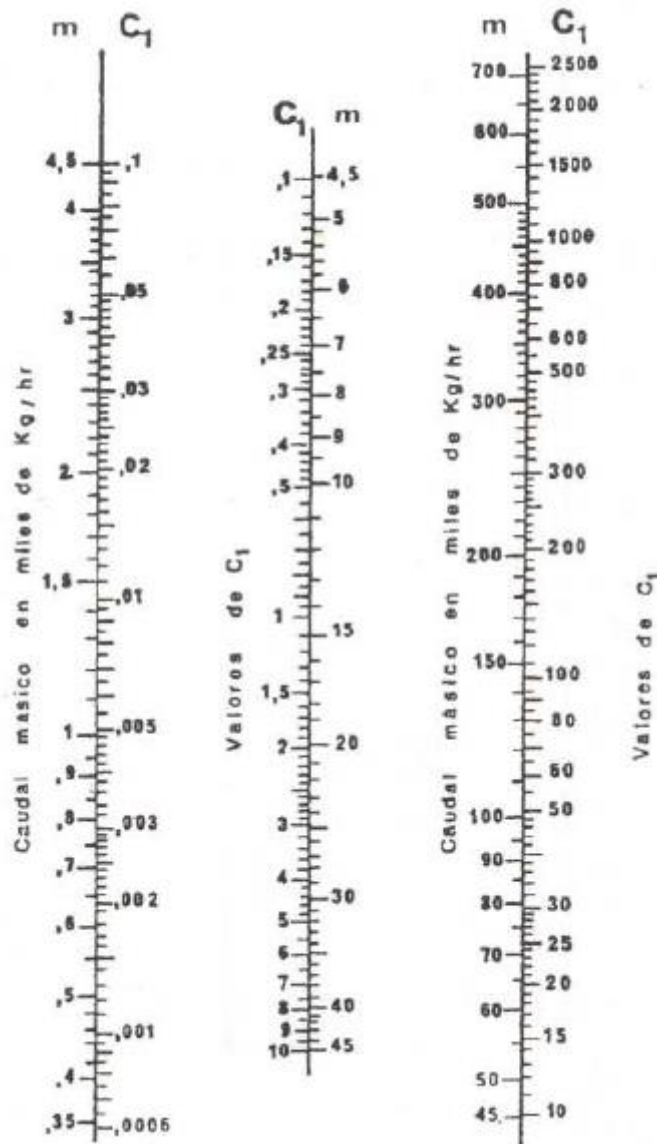


Figura 7. Valores de c_1 (factor de descarga)

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

2) Cálculo de c_2

Para un volumen específico obtenido en el diagrama entálpico de $0,035 \text{ kg/m}^3$ y sustituyendo el valor de $\Delta P_{100}=0,37 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$, se obtiene que:

$$\Delta P_{100} = 3,67 \times c_1 \times c_2 \times v$$

$$c_2 = \frac{0,53 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{3,67 \times 0,0002 \times 0,035 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 20.574,99$$

Se busca en la figura 8, un valor aproximado del c_2 obtenido y se determina un diámetro de $\frac{3}{4}$ para un $c_2=21.200$. Con este nuevo valor se calcula el nuevo valor de ΔP_{100} .

$$\Delta P_{100} = 3,67 \times 0,0002 \times 21200 \times 0,035 = 0,52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

El cual es un valor menor a los $0,53 \text{ kg/cm}^2$ admisibles.

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

Diam. Nom. Pulg.	Sch.	Valor de C ₂	Diam. Nom. Pulg.	Sch.	Valor de C ₂	Diam. Nom. Pulg.	Sch.	Valor de C ₂
1/8	40 s	7 920 000.	5	40 s	1.59	16	10	0.004 63
	80 x	26 200 000.		80 x	2.04		20	0.004 21
1/4	40 s	1 590 000.	6	120	2.69	18	30 s	0.005 04
	80 x	4 290 000.		160	3.59		40 x	0.005 49
3/8	40 s	319 000.	8	... xx	4.93	20	60	0.006 12
	80 x	7 180 000.		40 s	0.610		80	0.007 00
1/2	40 s	93 500.	10	80 x	0.798	24	100	0.008 04
	80 x	186 100.		120	1.015		120	0.009 26
3/4	160	4 300 000.	12	160	1.375	28	140	0.010 99
	... x	11 180 000.		... xx	1.861		160	0.012 44
1	40 s	21 200.	14	20	0.133	32	10	0.002 47
	80 x	36 900.		30	0.135		20	0.002 56
1 1/4	160	100 100.	16	40 s	0.145	36	30 s	0.002 66
	... xx	627 000.		60	0.163		40	0.002 76
1 1/2	40 s	5 950.	18	80 x	0.185	40	... x	0.002 87
	80 x	9 640.		100	0.211		40	0.002 98
2	160	22 500.	20	120	0.252	44	60	0.003 35
	... xx	114 100.		140	0.289		80	0.003 76
2 1/2	40 s	1 408.	22	... xx	0.317	48	100	0.004 35
	80 x	2 110.		160	0.333		120	0.005 04
3	160	3 490.	24	20	0.039 7	52	140	0.005 73
	... xx	13 640.		30	0.042 1		160	0.006 69
3 1/2	40 s	627.	26	40 s	0.044 7	56	10	0.001 41
	80 x	904.		60 x	0.051 4		20 s	0.001 50
4	160	1 656.	28	80	0.055 9	60	30 x	0.001 61
	... xx	4 630.		100	0.066 1		40	0.001 69
4 1/2	40 s	169.	30	120	0.075 3	64	60	0.001 91
	80 x	236.		140	0.090 5		80	0.002 17
5	160	448.	32	160	0.105 2	68	100	0.002 51
	... xx	899.		20	0.015 7		120	0.002 87
5 1/2	40 s	66.7	34	... s	0.017 5	72	140	0.003 35
	80 x	91.8		40	0.018 0		160	0.003 85
6	160	146.3	36	... x	0.019 5	76	80	0.002 17
	... xx	380.0		60	0.020 6		100	0.002 51
6 1/2	40 s	21.4	38	80	0.023 1	80	120	0.002 87
	80 x	28.7		100	0.026 7		140	0.003 35
7	160	48.3	40	120	0.031 0	84	160	0.003 85
	... xx	96.6		140	0.035 0		80	0.000 835
7 1/2	40 s	10.0	42	160	0.042 3	88	100	0.000 972
	80 x	13.2		10	0.009 49		120	0.001 119
8	40 s	5.17	44	20	0.009 96	92	140	0.001 274
	80 x	6.75		30 s	0.010 46		160	0.001 478
8 1/2	120	8.94	46	40	0.010 99	96	140	0.001 274
	160	11.80		... x	0.011 55		160	0.001 478
9	... xx	18.59	48	60	0.012 44	100	160	0.001 478
	40 s	5.17		80	0.014 16		80	0.000 835
9 1/2	80 x	6.75	50	100	0.016 57	104	100	0.000 972
	120	8.94		120	0.018 98		120	0.001 119
10	160	11.80	52	140	0.021 8	108	140	0.001 274
	... xx	18.59		160	0.025 2		160	0.001 478

Figura 8. Valor de c₂ (factor de diámetro)

Ahora se comprueba la velocidad de refrigerante en este tramo de aspiración, que como se ha indicado anteriormente debe estar en el rango de 4,5 a 20 m/s:

$$v = 3,54 \times \frac{m \times \bar{v}}{d^2}$$

$$v = 3,54 \times \frac{152,67 \times 0,035}{1,905^2} = 5,21 \text{ m/s}$$

El valor está comprendido entre los valores recomendados, por lo tanto, el diámetro elegido para el tramo de aspiración es de ¾”.

8.2.2. Tubería de descarga

La tubería de descarga corresponde al tramo de tubería en la que el refrigerante va del compresor al condensador.

Como se ha dicho anteriormente, en este tramo se van a soportar unas pérdidas de carga que como máximo supongan un aumento de temperatura de 1 °C.

$$P(46^{\circ}\text{C}) - P(45^{\circ}\text{C}) = 21,08 - 20,59 = 0,49 \text{ bar} = 0,49 \text{ kg/cm}^2$$

Este valor corresponde a la máxima pérdida de carga en el tramo de aspiración.

Para poder determinar el diámetro de las tuberías para fluidos compresibles se recurre a la fórmula de Darcy:

$$\Delta P_{100} = 0,634 \times \frac{f \times m^2 \times \bar{v}}{d^5} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

Donde:

- ΔP_{100} : pérdida de carga en 100 metros de tubería
- f : factor de fricción
- \bar{v} : volumen específico (m³/kg)
- d : diámetro de la tubería (cm)

Suponemos que el tramo de aspiración tiene una longitud de 8 metros. Por lo que la fórmula de Darcy para una pérdida de carga de 100 metros sería:

$$0,49 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{100 \text{ m}}{8 \text{ m}} = 6,125 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

A continuación, se introduce en la fórmula los siguientes parámetros:

$$c_1 = \text{factor de descarga} = 4,86 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ (figura 7)}$$

$$c_2 = \text{factor de diámetro} = \frac{35,52 \cdot 10^6 \times f}{d^5} \text{ (figura 8)}$$

Quedando la expresión simplificada de Darcy:

$$\begin{aligned} \Delta P_{100} &= \frac{0,634}{4,86 \cdot 10^{-9} \times 35,52 \cdot 10^6} \times (4,86 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2) \times \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) \times v \\ &= 3,67 \times c_1 \times c_2 \times v \end{aligned}$$

1) Cálculo de c_1

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

Para un caudal másico de 152,67 kg/h, de acuerdo con la figura 7, c_1 toma un valor de 0,0002.

2) Cálculo de c_2

Para un volumen específico obtenido en el diagrama entálpico de 0,001078 kg/m³ y sustituyendo el valor de $\Delta P_{100}=4,9 \frac{kg}{cm^2}$, se obtiene que:

$$\Delta P_{100} = 3,67 \times c_1 \times c_2 \times v$$
$$c_2 = \frac{6,125 \frac{kg}{cm^2}}{3,67 \times 0,0002 \times 0,001078 \frac{kg}{m^3}} = 7.740.896,71$$

Se busca en la figura 8, un valor aproximado del c_2 obtenido y se determina un diámetro de 1/8 para un $c_2=7.920.000$. Con este nuevo valor se calcula el nuevo valor de ΔP_{100} .

$$\Delta P_{100} = 3,67 \times 0,0002 \times 7920000 \times 0,001078 = 5,68 \frac{kg}{m^2}$$

El cual es un valor menor a los 6,125 kg/cm² admisibles.

Ahora se comprueba la velocidad de refrigerante en este tramo de aspiración, que como se ha indicado anteriormente debe estar en el rango de 10 a 18 m/s:

$$v = 3,54 \times \frac{m \times \bar{v}}{d^2}$$
$$v = 3,54 \times \frac{152,67 \times 0,001078}{0,3175^2} = 10,05 \text{ m/s}$$

El valor está comprendido entre los valores recomendados, por lo tanto, el diámetro elegido para el tramo de aspiración es de 1/8".

8.2.3. Tubería del líquido

La tubería del líquido corresponde al tramo de tubería en la que el refrigerante va del condensador al evaporador.

El problema que existe en este tramo es la posibilidad de que se forme gas antes de que el líquido llegue al expansor. Para evitar que esto ocurra, lo que se hace es mantener la presión del líquido por encima del valor de la presión de saturación de la temperatura del

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

líquido. La pérdida de carga admitida para esta tubería es de 0,5 a 1 °C de caída equivalente de temperatura.

Consideramos que existe un subenfriamiento a la salida del condensador de 5°C. Teniendo en cuenta este valor se calcula la pérdida de carga que admitirá el líquido para que no aparezca vapor antes de la llegada a la válvula de expansión.

$$P(46^{\circ}\text{C}) - P(41^{\circ}\text{C}) = 21,08 - 18,74 = 2,34 \text{ bar} = 2,34 \text{ kg/cm}^2$$

Este valor corresponde a la máxima pérdida de carga en el tramo de aspiración.

Para poder determinar el diámetro de las tuberías para fluidos compresibles se recurre a la fórmula de Darcy, para fluidos en régimen turbulento:

$$\Delta P_{100} = 0,634 \times \frac{f \times m^2}{d^5 \times \rho} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

Donde:

- ΔP_{100} =pérdida de carga en 100 metros de tubería
- f = factor de fricción
- ρ =densidad (kg/m^3)
- d = diámetro de la tubería (cm)

Suponemos que el tramo de aspiración tiene una longitud de 30 metros. Por lo que la fórmula de Darcy para una pérdida de carga de 100 metros sería:

$$2,34 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times \frac{100 \text{ m}}{30 \text{ m}} = 7,8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

El valor de fricción f , se calcula con ayuda del número de Reynolds (Re) y el diagrama de Moody (Figura 9).

$$Re = \frac{v \times d \times \rho}{\mu}$$

Donde:

v = velocidad del fluido, en este caso para las tuberías de líquido toma valores entre 0,5 y 1,25 m/s. Tomamos el valor de 1 m/s.

d =diámetro de la tubería, que será un valor a calcular por tanteo.

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

ρ = densidad media del líquido entre 41 y 46 °C. El valor utilizado en este caso va a ser el de 946,5 kg/m³.

μ = viscosidad del refrigerante, que en este caso tiene un valor de 0,1 cp.

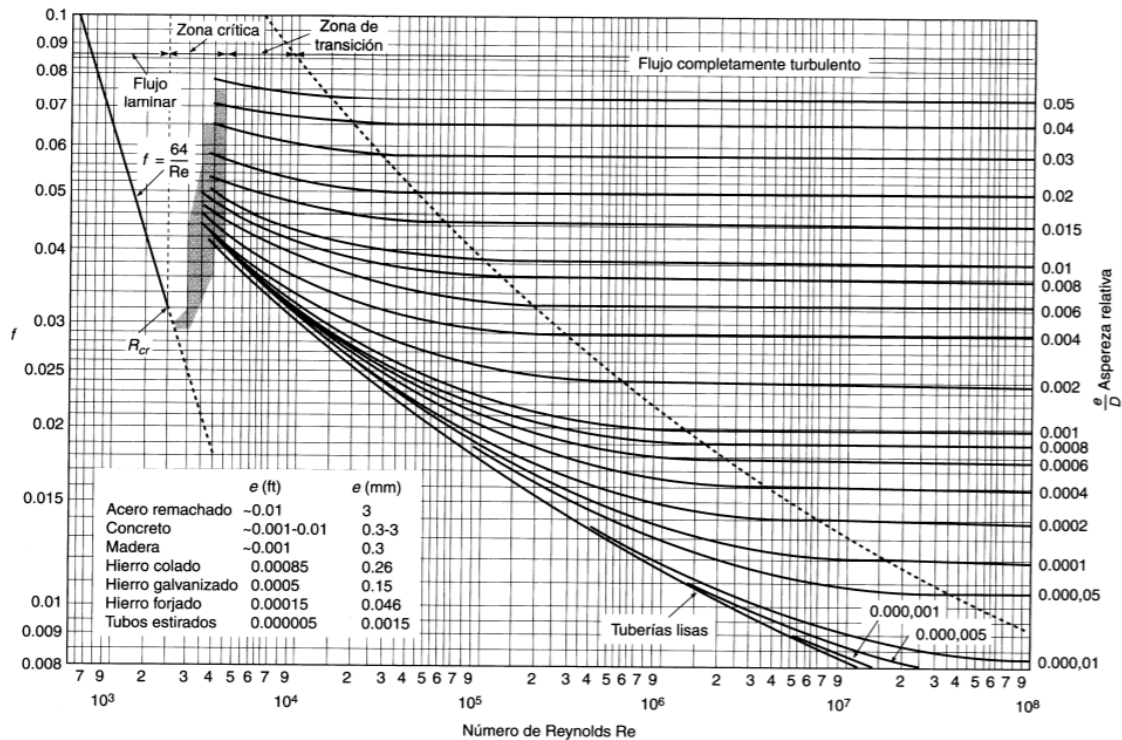


Figura 9. Diagrama de Moody

Tanteo, para un diámetro de $\frac{3}{4}$ " = 1,905 cm.

$$Re = \frac{1 \times 0,01905 \times 946,5}{0,1 \times 10^{-3}} = 180.308,25$$

Sería régimen turbulento.

La rugosidad relativa para este diámetro de tubería es:

$$\frac{k}{D} = \frac{0,00015}{1,905} = 7,87 \cdot 10^{-5}$$

Donde:

- k=aspereza del material
- D=Diámetro de la tubería

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

Con el número de Reynolds obtenido y la rugosidad relativa, se va al diagrama de Moody y se obtiene el valor de fricción, $f=0,017$.

Sustituyendo en la fórmula de Darcy, se obtiene que:

$$\Delta P_{100} = 0,634 \times \frac{f \times m^2}{d^5 \times \rho} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$
$$7,8 \frac{kg}{cm^2} = 0,634 \times \frac{0,017 \times 152,67^2}{d^5 \times 946,5} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$
$$d = 0,053 \text{ cm} = 0,021''$$

Por lo que se opta por una tubería de líquido de 1/8", ya que el valor del diámetro que se necesita es muy pequeño.

9. REGULACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DEL SISTEMA FRIGORIFICO

9.1. Introducción

En este apartado se van a incluir las válvulas, medidores de presión y temperatura todos los elementos necesarios para el funcionamiento del sistema en los valores fijados de trabajo.

Serán únicamente las válvulas manuales y las de retención las que no lleven conexión eléctrica al cuadro de control.

9.2. Válvulas de expansión termostáticas

Este tipo de válvulas se instalarán al comienzo de cada evaporador. Estas válvulas se regularán de manera que el vapor que se forme en el evaporador se recaliente y así no llegue líquido a la tubería de aspiración.

Esta válvula constará de:

- Aguja y asiento.
- Diafragma.
- Un bulbo remoto cargado con el fluido, el cual estará abierto en el lado del diafragma a través de un tubo capilar.
- Un muelle, con tensión ajustable mediante tornillo.

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

Se instalará un filtro a la entrada del líquido en cada válvula para prevenir la entrada de impurezas que pudieran obturarla.

El bulbo remoto se cargará con R-404 A y se conectará a la salida del evaporador, donde responderá a los cambios de temperatura del vapor refrigerante.

Ajustando la presión del muelle, se consigue marcar el punto de consigna deseado en el recalentamiento del vapor.

La válvula constará de un compensador que tendrá en cuenta las pérdidas de carga que sufre el refrigerante por el rozamiento con el circuito del evaporador.

9.3. Válvulas electromagnéticas

Se colocarán válvulas solenoides o electromagnéticas en todas las tuberías y serán de dos o tres vías, en función del lugar en el que se coloquen, según plano de esquema frigorífico.

La colocación de este tipo de válvulas se complementará con la colocación de válvulas manuales.

9.4. Válvula reguladora de la presión de evaporación

Se instalarán detrás del evaporador, en la línea de aspiración. La función que tienen es la de mantener la presión de evaporación constante, y, por lo tanto, una temperatura constante en todo el evaporador.

Protegerán el evaporador ante presiones bajas cerrando regularmente el paso cuando la presión en el evaporador sea demasiado baja.

9.5. Válvula reguladora de la presión de arranque

Este tipo de válvula se instalará en la línea de aspiración, antes del compresor.

La función es la de proteger al motor del compresor contra sobrecargas durante el arranque del compresor. Esto ocurrirá cuando el compresor se halle durante largos periodos de tiempo parado o tras el desescarche de los evaporadores.

Regula la presión desde la válvula hasta el compresor.

9.6. Válvula de retención

Esta válvula se instalará en las tuberías de líquido, aspiración y descarga. Su función es la de dejar paso al refrigerante en una sola dirección mediante un pistón amortiguador.

Las válvulas instaladas serán de gran sección de paso para evitar pérdidas de carga.

9.7. Válvulas de paso manual

Se colocarán en todas las tuberías complementando a las válvulas de solenoide, para poder cerrar los circuitos en caso de emergencias.

El tipo de válvula elegido es la de bola, que consigue un completo cierre con un cuarto de vuelta y dispone de topes de apertura y cierre.

9.8. Válvula reguladora del agua de condensación

Se colocará en la tubería de agua de refrigeración antes de la entrada del condensador.

La función de esta válvula es la de regular de manera modular la presión de condensación durante el funcionamiento del mismo.

9.9. Filtro deshidratador

Se colocará un filtro en la tubería de líquido antes de la válvula de expansión, con el fin de retener la humedad que pueda existir en la instalación.

El filtro instalado será de núcleo sólido. Está formado en su interior de una mezcla de silicagel, tamiz molecular y óxido de aluminio activado en forma sólida que permitirá retener las impurezas de la instalación y las partículas de agua sin acumular pérdidas de carga.

9.10. Visor de líquido

Se instalará un visor en la tubería de líquido que permitirá comprobar el estado del refrigerante y la humedad existente. Se colocará entre el filtro y la válvula de expansión.

El visor estará provisto de un indicador que cambie de color en función de la humedad existente en la tubería. El cristal será endurecido de gran tamaño y cerrado herméticamente. Si el cristal aparece en color verde, el contenido de humedad es el

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

adecuado; si aparece el color amarillo, el contenido de humedad es elevado y se deberá proceder al cambio del filtro deshidratador.

9.11. Presostatos de alta y baja

Se colocarán presostatos de alta y baja combinados en la instalación frigorífica.

Se instalará un presostato antes del paso del refrigerante por ninguna válvula, en la descarga del compresor. Este presostato limitará la presión hasta un valor fijado. En la aspiración del compresor se instalará también un presostato de baja para que la presión no baje por debajo del valor indicado. El presostato de alta y baja se colocará como elemento de seguridad y hará la función de medir las presiones tanto en aspiración como en descarga.

9.12. Termostatos

Se instalarán termostatos electrónicos que permitirán controlar la temperatura digitalmente en la caja de control y nos marcarán los valores de todas las partes de la instalación.

- **Termostatos de ambiente:** se colocará en una cámara un sensor que controle la temperatura sensible del ambiente, envíe la señal a un termostato electrónico y también se efectuarán los cambios necesarios en la capacidad de los evaporadores, compresores, etc. Los termostatos digitales también serán higrostatos que controlen la humedad de la instalación.

10. AUTOMATIZACIÓN ELÉCTRICA DE LA INSTALACIÓN

La instalación frigorífica de la nave funcionará sin la presencia de ninguna persona encargada de realizar la función de controlar los parámetros de funcionamiento del sistema frigorífico.

Para ello, se dispondrá de un armario dotado con un ordenador y diferentes displays, en los que se visualizarán todos los datos generados por los dispositivos de la instalación.

El ordenador dispondrá de un software suministrado por la empresa instaladora, debido a este software se podrán modificar y visualizar desde un mismo punto las consignas de conservación, así como los parámetros de funcionamiento de los diferentes dispositivos de la instalación:

Anejo VIII. Instalación Frigorífica

- Presostato diferencial de aceite.
- Presostato de alta y baja.
- Válvulas electromagnéticas.
- Válvulas de arranque.
- Todos los termostatos (medidores de temperatura de refrigerante, medidores de temperatura ambiente y temperatura para el desescarche).

Así pues, y con los datos recopilados, el software posibilitará la elaboración diaria de informes que permitirán el correcto funcionamiento y mando de la instalación, así como la detección de posibles anomalías en los equipos.

ANEJO IX:

**INSTALACIÓN DE
FONTANERÍA**

Anejo IX. Instalación de fontanería

ANEJO IX. INSTALACIÓN FONTANERÍA

1. INTRODUCCIÓN	3
2. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA	3
2.1. Descripción de la red	3
2.2. Condiciones mínimas de suministro	4
2.2.1. Necesidades de agua.....	4
2.3. Dimensionado de la red de distribución	5
2.4. Comprobación de la presión	9
3. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA	11
3.1. Descripción de la red	11
3.2. Condiciones mínimas de suministro	11
3.3. Dimensionado de la red	12
3.4. Comprobación de la presión	13
3.5. Dimensionado del calentador eléctrico.....	13

Anejo IX. Instalación de fontanería

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se va a realizar el diseño y cálculo de la red de abastecimiento de agua fría y agua caliente sanitaria (A.C.S).

Para realizar el dimensionado de la instalación, resulta necesario recurrir al Código Técnico de la Edificación DB-HS 4: Salubridad.

El agua utilizada en la industria proviene de la red de agua potable del polígono Malpica. La red de abastecimiento de agua suministrara a la instalación en función de la demanda generada por el proceso industrial, la actividad del personal y las características de la instalación contra incendios.

La instalación de agua corriente comienza en la acometida que esta a pie de la parcela, que garantiza una presión de 35 m.c.a, aproximadamente 3,5 kg/cm².

Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La red de distribución se situará por encima de la de saneamiento y separadas, al menos, 50 cm.
- Las conducciones de agua caliente se situarán a una distancia mayor de 4 cm de las de agua fría y siempre por encima de éstas.
- La red de fontanería se dispondrá a una distancia mayor de 30 cm de toda conducción o cuadro eléctrico.

2. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA

2.1. Descripción de la red

La instalación tendrá las siguientes características:

- El suministro de agua se llevará a cabo se llevará a cabo por medio de la red general de abastecimiento de agua del polígono industrial Malpica. El agua suministrada es potable y será segura desde el punto de vista sanitario.
- Las tuberías utilizadas serán de polietileno reticulado (PE-X), también utilizado para el agua caliente.
- Las tuberías de agua caliente sanitaria cumplen con lo establecido en el RITE, de acuerdo con el aislamiento de las mismas.

Anejo IX. Instalación de fontanería

- La presión aproximada de acometida será de 4 kg/cm².
- Las distintas derivaciones dispondrán de una llave de paso situada al comienzo de cada una, y los aparatos a su vez dispondrán de una llave de cierre.
- Las tuberías se instalarán enterradas en el exterior y estando colgadas en el interior de la nave.

2.2. Condiciones mínimas de suministro

2.2.1. Necesidades de agua

Se requiere agua en varios puntos de la planta. A continuación, se enumeran los diversos puntos de suministro:

- **Servicios y usos generales**, entre los cuales se incluyen el aseo masculino y femenino, vestuarios y comedor. Las condiciones mínimas de suministro y con ello el valor del caudal de cada elemento se toma siguiendo el punto 2.1 del CTE HS 4. Todos los elementos y caudales quedan reflejados en la tabla 1.
- **Línea de procesado**. En la línea de procesado hay varios equipos que requieren para su funcionamiento el suministro de agua, que son para la línea de espárrago entero el escaldador, cinta, elevador, calibradora y mesa de embotado y transporte, para la línea de tallos la criba preselección, escaldador-elevador y calibradora y para ambas la dosificadora de líquido de gobierno y autoclave. En la tabla 2 y 3 se muestra el caudal que requiere cada uno de ellos.
- **Limpieza**. Para la tarea de limpieza se coloca una toma de agua provista de manguera, cual se ubica en la pared oeste de la sala de procesado, para la limpieza de toda la sala. El caudal requerido se refleja en la tabla 2.

Estos puntos de suministro se dividirán en dos líneas de consumo, por un lado, la línea 1, por otro la línea 2 y por otro la línea 3.

Tabla 1. Condiciones mínimas de suministro línea 1.

Zona	Elemento	Nº	Q Unitario (l/s)	Q Total (l/s)
Vestuario femenino	Ducha	3	0,2	0,6
	Inodoro	3	0,1	0,3
	Lavabos	3	0,1	0,3

Anejo IX. Instalación de fontanería

Vestuario masculino	Ducha	3	0,2	0,6
	Inodoro	3	0,1	0,3
	Lavabos	3	0,1	0,3
Comedor	Fregadero	1	0,3	0,3

Tabla 2. Condiciones mínimas de suministro línea 2.

Zona	Elemento	Nº	Q Unitario (l/s)	Q Total (l/s)
Sala de procesado	Escaldadora	1	0,1	0,1
	Cinta	1	0,31	0,31
	Elevador	1	1,1	1,1
	Calibrador	1	1,8	1,8
	Mesa de embotado y transporte	1	1,1	1,1
	Depósito líquido de gobierno	1	0,1	0,1
	Autoclave	1	1,1	1,1
	Caldera	1	0,16	0,16
	Limpieza	1	0,3	0,3

Tabla 3. Condiciones mínimas de suministro línea 3.

Zona	Elemento	Nº	Q Unitario (l/s)	Q Total (l/s)
Sala de procesado	Criba preselección	1	2,1	2,1
	Escaldador-Elevador	1	0,3	0,3
	Calibrador	1	0,6	0,6

2.3. Dimensionado de la red de distribución

La red de distribución se divide en abastecimiento a las máquinas de la sala de procesado y manguera de limpieza y abastecimiento del comedor y servicios.

Anejo IX. Instalación de fontanería

La distribución de la instalación de la red de distribución puede observarse en el plano de fontanería.

Para el dimensionado de las tuberías se siguen los criterios establecidos en el CTE HS 4, se dimensiona por tramos, y para ello se parte de un circuito considerado como el más desfavorable posible, que es aquel que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a la altura geométrica.

El dimensionado de cada uno de los tramos de la línea 1 se realiza de acuerdo al siguiente procedimiento:

- 1) El caudal máximo de cada tramo (Q_{\max}) es igual a la suma de los caudales instantáneos de los puntos de consumo alimentados por el mismo.
- 2) Se establecen los coeficientes de simultaneidad para cada tramo de acuerdo a un criterio adecuado. En este caso se toma:

$$K = \frac{1}{\sqrt{n - 1}}$$

Donde:

- k =coeficiente de simultaneidad
 - n =número de aparatos instalados
- 3) Se determina el caudal de cálculo en cada tramo ($Q_{\text{cálculo}}$), como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
 - 4) Se escoge la velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:
 - Tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s.
 - Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s.

En este caso, las conducciones se hacen mediante tuberías de polietileno y se escoge una velocidad de cálculo de 1 m/s.

- 5) Se obtiene el diámetro correspondiente de cada tramo en función de la ecuación de continuidad.

$$Q = \textit{Sección} \times \textit{velocidad}$$

Anejo IX. Instalación de fontanería

Se selecciona el diámetro comercial inmediatamente superior al calculado, teniendo en cuenta que para las tuberías de polietileno el diámetro nominal (DN) es el exterior de la tubería.

En la tabla 4 se resumen los cálculos realizados para cada tramo considerado, obteniéndose los diámetros nominales seleccionados en base a los criterios de dimensionado mencionados.

En este caso, en la acometida se ha contemplado la máxima demanda de agua posible, teniendo en cuenta el suministro máximo de la línea 1, 2 y 3. Por lo tanto, el caudal máximo suministrado por la acometida será de 11,77 l/s. Se calcula su diámetro en la siguiente tabla 4.

Tabla 4. Diámetros línea 1.

Tramo	Q (l/s)	k (m)	Q_{cálculo}	Ø_{int.calculado} (mm)	DN (m/s)	Ø_{int} (mm)
Acometida	11,77	0,19	2,27	53,76	63	57,2
1-0	6,07	0,35	2,15	52,32	63	57,2
1-1	5,97	0,38	2,26	53,64	63	57,2
1-2	5,66	0,41	2,31	54,23	63	57,2
1-3	4,56	0,45	2,04	50,96	63	57,2
1-4	2,76	0,50	1,38	41,92	63	57,2
1-5	1,66	0,58	0,96	34,96	40	36,3
1-6	1,36	0,71	0,96	34,96	40	36,3
1-7	1,26	1,00	1,26	40,05	63	57,2
1-8	0,16	1,00	0,16	14,27	25	21,5

Tanto el dimensionado de línea 2 como de la línea 3, se realizan igual que para el caso de la línea 1.

Tabla 5. Diámetros línea 2.

Tramo	Q (l/s)	k (m)	Q_{cálculo}	Ø_{int.calculado} (mm)	DN (m/s)	Ø_{int} (mm)
2-0	3	0,71	2,12	51,95	63	57,2

Anejo IX. Instalación de fontanería

2-1	0,9	1,00	0,90	33,85	40	36,3
2-2	0,3	1,00	0,30	19,54	25	21,5

Tabla 6. Diámetros línea 3.

Tramo	Q (l/s)	k (m)	Q_{cálculo}	Ø_{int.calculado} (mm)	DN (m/s)	Ø_{int} (mm)
3-0	2,7	0,24	0,64	28,47	40	36,3
3-1	1,8	0,29	0,52	25,72	40	36,3
3-2	0,9	0,45	0,40	22,64	40	36,3
3-2-1	0,6	0,71	0,42	23,24	40	36,3
3-3	0,9	0,45	0,40	22,64	40	36,3
3-3-1	0,6	0,71	0,42	23,24	40	36,3
3-4	0,6	0,58	0,35	21,00	25	21,5
3-5	0,3	1,00	0,30	19,54	25	21,5

Los diámetros de las derivaciones individuales a los aparatos sanitarios y a otros puntos de consumo que se especifican en la siguiente tabla, teniendo en cuenta los diámetros mínimos que se establecen en el CTE HS 4.

Tabla 7. Diámetros derivaciones.

Elemento	DN (mm)
Ducha	12
Inodoro	12
Lavabos	12
Fregadero	20
Grifos	12

Anejo IX. Instalación de fontanería

2.4. Comprobación de la presión

De acuerdo con el CTE HS 4, se debe comprobar la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable posible es superior a 10 m.c.a. y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo permitido de 50 m.c.a., según lo siguiente:

- 1) Se determina la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas carga totales de cada tramo. Las pérdidas de carga totales (ΔH) se calculan como suma de las pérdidas de carga por rozamiento continuo (h_r) y las debidas a elementos singulares (h_s):

$$\Delta H = h_r + h_s$$

Donde:

- h_r = Se obtiene de la fórmula de Cruciani para tuberías de PE.

$$h_r = 0,592 \times \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \times L$$

- L=Longitud (mm)
 - Q=Caudal (L/h)
 - D=Diámetro (mm)
- h_s =pérdida de carga singular

$$h_s = 0,2 \times h_r$$

- 2) Comprobación de la suficiencia de presión disponible en el punto más desfavorable. En caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida, sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

En las tablas 8, 9 y 10 aparecen las pérdidas de carga de cada tramo, correspondientes a las líneas de distribución de agua fría.

Anejo IX. Instalación de fontanería

Tabla 8. Pérdidas de carga de la línea 1.

Tramo	L (m)	Q_{cálculo} (l/s)	v (m/s)	DN (m/s)	Ø_{int} (mm)	hr (m.c.a.)	hs (m.c.a.)	AH (m.c.a.)
Acometida	2	2,27	0,88	63	57,2	0,04	0,01	0,04
1-0	7	2,15	0,84	63	57,2	0,12	0,02	0,14
1-1	10	2,26	0,88	63	57,2	0,19	0,04	0,22
1-2	6	2,31	0,90	63	57,2	0,12	0,02	0,14
1-3	5	2,04	0,79	63	57,2	0,08	0,02	0,09
1-4	9	1,38	0,54	63	57,2	0,07	0,01	0,08
1-5	6,5	0,96	0,93	40	36,3	0,23	0,05	0,28
1-6	21	0,96	0,93	40	36,3	0,75	0,15	0,91
1-7	24	1,26	0,49	63	57,2	0,16	0,03	0,19
1-8	11	0,16	0,44	25	21,5	0,21	0,04	0,25

La pérdida de carga total desde la acometida hasta el final de la línea 1 suma un total de 2,35 m.c.a. Por lo tanto, considerando que la presión en la acometida es de 35 m.c.a., el valor que toma la presión final de la línea 1 es de 32,65 m.c.a. y no se sobrepasa el mínimo de la presión admisible en el punto más desfavorable de la línea.

Tabla 9. Pérdidas de carga de la línea 2.

Tramo	L (m)	Q_{cálculo} (l/s)	v (m/s)	DN (m/s)	Ø_{int} (mm)	hr (m.c.a.)	hs (m.c.a.)	AH (m.c.a.)
2-0	11	2,12	0,83	63	57,2	0,18	0,04	0,22
2-1	4	0,9	0,87	40	36,3	0,13	0,03	0,15
2-2	6	0,3	0,83	25	21,5	0,34	0,07	0,41

La pérdida de carga total desde la acometida hasta el final de la línea 2 suma un total de 0,82 m.c.a. Por lo tanto, considerando que la presión en la acometida es de 35 m.c.a., el valor que toma la presión final de la línea 2 es de 34,18 m.c.a. y no se sobrepasa el mínimo de la presión admisible en el punto más desfavorable de la línea.

Anejo IX. Instalación de fontanería

Tabla 10. Pérdidas de carga de la línea 3.

Tramo	L (m)	Q _{cálculo} (l/s)	v (m/s)	DN (m/s)	Ø _{int} (mm)	hr (m.c.a.)	hs (m.c.a.)	AH (m.c.a)
3-0	30	0,64	0,62	40	36,3	0,53	0,11	0,64
3-1	11,5	0,52	0,50	40	36,3	0,14	0,03	0,17
3-2	12,5	0,4	0,39	40	36,3	0,10	0,02	0,12
3-2-1	11,5	0,42	0,41	40	36,3	0,10	0,02	0,12
3-3	12,5	0,4	0,39	40	36,3	0,10	0,02	0,12
3-3-1	11,5	0,42	0,41	40	36,3	0,10	0,02	0,12
3-4	11,5	0,35	0,96	25	21,5	0,85	0,17	1,02
3-5	10,5	0,3	0,83	25	21,5	0,59	0,12	0,71

La pérdida de carga total desde la acometida hasta el final de la línea 3 suma un total de 3,04 m.c.a. Por lo tanto, considerando que la presión en la acometida es de 35 m.c.a., el valor que toma la presión final de la línea 3 es de 31,96 m.c.a. y no se sobrepasa el mínimo de la presión admisible en el punto más desfavorable de la línea.

3. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

3.1. Descripción de la red

El suministro de agua caliente sanitaria (A.C.S) será necesario en todos los vestuarios, tanto en las duchas como en los lavabos, y en el fregadero de la cocina. El calentamiento del agua se realizará a través de un calentador eléctrico que acumula el agua caliente. El material de las conducciones será PE-X (polietileno reticulado).

En el plano de fontanería se puede observar los distintos tramos que conforman la red de distribución de A.C.S.

3.2. Condiciones mínimas de suministro

Tal y como se realizó para el agua fría, se realiza para el A.C.S siguiendo el CTE HS 4. En la siguiente tabla, se resumen los diversos puntos de consumo de la línea de agua caliente, así como los caudales instantáneos mínimos para cada aparato:

Anejo IX. Instalación de fontanería

Tabla 11. Suministro línea A.C.S.

Zona	Punto de consumo	Q (l/s)
Vestuario femenino	3 lavabos	0,195
	3 duchas	0,3
Vestuario masculino	3 lavabos	0,195
	3 duchas	0,3
Comedor	1 fregadero domestico	0,1
Total A.C.S.	13 puntos de consumo	1,09

3.3. Dimensionado de la red

Para las redes de distribución de A.C.S. se sigue el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

En la tabla 12 se resumen los cálculos realizados para cada tramo considerado, obteniéndose los diámetros nominales seleccionados en base a los mismos criterios de dimensionado mencionados en el apartado correspondiente a la red de agua fría.

Tabla 12. Diámetros línea A.C.S.

Tramo	Q (l/s)	k (m)	Q_{cálculo}	Ø_{int.calculado} (mm)	DN (m/s)	Ø_{int} (mm)
ACS 1	1,09	0,29	0,31	37,25	40	36,3
ACS 2	0,895	0,33	0,30	33,76	40	36,3
ACS 3	0,595	0,41	0,24	27,52	40	36,3
ACS 4	0,1	1,00	0,10	11,28	16	13,8

Los diámetros de las derivaciones individuales a los aparatos sanitarios que demandan agua caliente se especifican en la tabla 13. Además, tal y como ocurre para el agua fría, se deben tener en cuenta los diámetros mínimos que se establecen en el CTE HS 4.

Anejo IX. Instalación de fontanería

Tabla 13. Diámetros derivaciones

Elemento	DN (mm)
Ducha	12
Lavabos	12
Fregadero	20

3.4. Comprobación de la presión

Tal y como se hizo para el dimensionado de agua fría, teniendo en cuenta el punto más desfavorable, se sigue la misma metodología para la A.C.S. En este caso, según el CTE HS 4 se debe comprobar que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable sea superior a 15 m.c.a.

En la siguiente tabla, aparecen las pérdidas de carga de cada tramo correspondiente a la red de distribución de A.C.S.

Tabla 14. Pérdidas de carga en la línea de A.C.S.

Tramo	L (m)	Q _{cálculo} (l/s)	v (m/s)	DN (m/s)	Ø _{int} (mm)	hr (m.c.a.)	hs (m.c.a.)	AH (m.c.a)
ACS 1	10,75	0,31	8,55	40	36,3	0,05	0,01	0,07
ACS 2	9,5	0,30	7,56	40	36,3	0,04	0,01	0,05
ACS 3	12	0,24	9,55	40	36,3	0,04	0,01	0,05
ACS 4	12,75	0,10	63,42	16	13,8	0,86	0,17	1,04

La pérdida de carga total desde la acometida hasta el final de la línea de A.C.S. es igual a 1,2 m.c.a. Por lo tanto, considerando que la presión en la acometida es de 35 m.c.a., el valor que toma la presión final de la línea de A.C.S. es de 33,8 m.c.a. y no se sobrepasa el mínimo de la presión admisible en el punto más desfavorable de la línea.

3.5. Dimensionado del calentador eléctrico

Resulta necesaria la instalación de un calentador eléctrico para la producción de A.C.S. en el vestuario masculino, que abastecerá a todos los aparatos sanitarios instalados que lo requieran.

Anejo IX. Instalación de fontanería

Para determinar el volumen de acumulación del calentador se recurre a la siguiente expresión:

$$T_s \times V_s = T_a \times V_a + (V_s - V_a) \times T_f$$

Donde:

- T_s =Temperatura de servicio (35°C)
- V_s =Volumen de servicio (l)
- T_a =Temperatura de acumulación (50°C)
- V_a =Volumen de acumulación (l)
- T_f =Temperatura de agua fría (°C)

A partir de la tabla 15 se obtiene el volumen de servicio, que permitirá calcular el volumen del termo a instalar.

Tabla 15. Cálculo del volumen del calentador.

Zona	Punto de consumo	Q (l/s)	Duración (s)	Volumen (l)
Vestuarios	6 lavabos	0,39	100	39
	6 duchas	0,60	300	180
Comedor	1 fregadero	0,1	100	10

De acuerdo con lo calculado en la tabla anterior, se requiere un volumen total de servicio de 229 litros. Aplicándolo a la fórmula anterior, da un volumen de acumulación de 130, 84 litros. Por lo tanto, se instalará un calentador vertical de 200 litros de capacidad.

ANEJO X:

**INSTALACIÓN DE
SANEAMIENTO**

Anejo X. Instalación de saneamiento

ANEJO X. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES	3
2.1. Intensidad pluviométrica.....	5
2.2. Cálculo de bajantes	5
2.3. Cálculo de canalones	7
2.4. Cálculo de colectores	7
2.5. Cálculo de sumideros.....	8
2.6. Cálculo de las arquetas	9
3. RED DE AGUAS FECALES	10
3.1. Cálculo de las unidades de desagüe y diámetro de los aparatos sanitarios.....	10
3.2. Cálculo de botes sifónicos	13
3.3. Cálculo de arquetas	13
4. RED DE AGUAS RESIDUALES	13
4.1. Cálculo de sumideros.....	13
4.2. Cálculo de colectores	14
4.3. Cálculo de arquetas	16

Anejo X. Instalación de saneamiento

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se va a realizar el diseño y cálculo de la instalación de saneamiento que permitirá la evacuación de las aguas residuales y de las aguas de origen pluvial. Se dispondrá de dos redes diferenciadas, que se unirán al final de las mismas para dirigir sus aguas a un pozo de registro ubicado en la calzada del vial del polígono industrial que pasa junto a la parcela.

Las dos redes diferencias serán:

- Red de saneamiento de aguas pluviales: recogerá las aguas pluviales procedentes de la cubierta de la nave y de la zona pavimentada exterior.
- Red de saneamiento de aguas residuales: recogerá las aguas residuales procedentes de los vestuarios (duchas, inodoros y lavamanos), de los equipos de la sala de procesado, del fregadero de la cocina y de la cámara.

Para el cálculo de la instalación de saneamiento se recurrirá al Código Técnico de la Edificación DB-HS 5: Salubridad.

2. RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Las aguas pluviales que se acumulen sobre la cubierta de la nave se recogerán utilizando canalones. Estos canalones conducirán el agua hacia las bajantes para poder ser evacuadas a la red de saneamiento. Estas aguas recolectadas, no precisan de ningún tipo de tratamiento depurativo, por lo que son vertidas directamente a la red pública.

Para realizar el cálculo de la instalación se tendrá en cuenta la superficie de cubierta de la nave. En este caso, dispondremos de una nave a dos aguas, cada faldón tendrá una superficie de 489,51 m².

Los elementos encargados de captar y evacuar el agua son:

- Canalones: La función de los canalones es recoger el agua de lluvia que cae sobre el tejado de la industria y discurre por la cubierta. Dicha agua se conduce hacia las bajantes para su posterior evacuación. La sección de la cubierta se determina en función de la zona pluviométrica y de la proyección horizontal de la cubierta que vierte en un mismo tramo de canalón, el cual se encuentra entre la bajante y la divisoria de aguas.

Anejo X. Instalación de saneamiento

En este caso los canalones a instalar serán de aluminio con material aislante en las juntas para evitar las pérdidas con una pendiente de 1%.

- **Bajantes:** Las bajantes son tuberías verticales que unen los canalones de la cubierta con los colectores horizontales de la parte inferior. Lo idóneo sería que la disposición sea lo más homogénea posible, evitando que el agua discurra por canalones con codos, ángulos, curvas u otros elementos.

Las bajantes serán de PVC y se dispondrán sujetas mediante soportes a la pared. Para evitar que las bajantes se taponen, se colocará una caperuza de acero en la parte superior.

Al igual que para los canalones, su diámetro se determina en función de las mismas variables.

- **Colectores:** Los colectores son las tuberías horizontales en las que desembocan las bajantes, recogiendo el agua y transportándola al alcantarillado general. La red de colectores suele ir enterrada por lo que es recomendable asentarla sobre un lecho de arena u hormigón para evitar roturas.

Tendrá una cota superior a la del alcantarillado general y una pendiente del 2%.

En este caso, el diámetro del colector se calcula basándose en el diámetro de la bajante y considerando a su vez la recogida de aguas de los tramos anteriores.

- **Arquetas:** Las arquetas son los elementos de obra que se disponen en los cambios de dirección o en la unión entre colectores o entre colectores y bajantes.

Podemos encontrar diferentes tipos de arquetas:

- **De pie a bajante:** Se utilizan para registro cuando la conducción a partir de ese punto va a quedar enterrada.
- **De paso:** Se utilizan para registro de la red enterrado de albañales, cuando se producen encuentros, cambios de sección, de dirección o de pendiente en tramos rector con un intervalo máximo de 15 m. A cada lado de la arqueta acomete un solo colector.

Las arquetas se dimensionarán en función del colector de salida, pudiendo acometer sólo un colector a cada lado. Será recomendable colocar una arqueta en cada unión de colector y en los cambios de dirección.

Para realizar el cálculo se tendrá en cuenta la zona pluviométrica y la superficie de recogida del edificio en proyección horizontal y ubicación de los distintos elementos de la red.

Anejo X. Instalación de saneamiento

2.1. Intensidad pluviométrica

En primer lugar, se debe calcular la intensidad pluviométrica. Para poder saber en qué zona pluviométrica donde se ubica el proyecto resulta necesario recurrir al DB-HS 5, donde se observa en el mapa de isoyetas y a su vez la intensidad pluviométrica.



Figura 1. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas.

El Polígono Industrial Malpica, se ubica en la zona A y aproximadamente en la isoyeta 30.

Tabla 1. Intensidad Pluviométrica i (mm/h)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

En función de la zona y la isoyeta, se determina una intensidad pluviométrica para la zona de $i=90$ mm/h.

2.2. Cálculo de bajantes

Para poder calcular el número de bajantes, es necesario conocer la superficie de la nave, que en nuestro caso es de $979,02$ m².

Anejo X. Instalación de saneamiento

Tabla 2. Número de sumideros en función de la superficie de cubierta.

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

Como la superficie de la nave es mayor de 500 m², corresponde colocar una bajante cada 150 m², por lo que el número mínimo de bajantes sería de 6,5 bajantes.

Teniendo en cuenta que es necesario cumplir con una distancia máxima entre arquetas de 15 m, se ajusta el número de bajantes a 12, es decir, se colocarán 6 bajantes por faldón.

Por lo tanto, a cada bajante y canalón le correspondería verter el agua de 81,6 m² de superficie.

De acuerdo con lo indicado en el CTE y para poder usar las tablas para el dimensionado de la bajante para 100 mm/h se debe aplicar un factor de corrección f sobre esta superficie según la intensidad pluviométrica.

$$f = \frac{i}{100}$$

Donde:

- F=factor de corrección
- i=intensidad pluviométrica que se quiere considerar

$$f = \frac{90}{100} = 0,9$$

Por lo tanto, la superficie máxima de cubierta será:

$$S_{max} = 81,6 \times 0,9 = 73,44 \text{ m}^2$$

Tabla 3. Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Anejo X. Instalación de saneamiento

Por lo tanto, el diámetro nominal para cada bajante será de 63 mm.

En resumen, se colocarán 12 bajantes de PVC con una longitud de 6 metros y con un diámetro de 63 mm.

2.3. Cálculo de canalones

La finalidad de los canalones es evacuar las aguas pluviales. Previamente al cálculo de los canalones se debe saber la superficie de cubierta que vierte a un mismo canalón y la zona pluviométrica de ubicación del proyecto. Los canalones, como es lógico, para facilitar la evacuación del agua tendrán una ligera pendiente hacia el interior de la construcción.

Para una superficie máxima de cubierta de 73,44 m² y una pendiente del 1%, se determina el diámetro mediante la tabla 2.

Tabla 4. Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

El diámetro nominal para cada canalón será de 125 mm. Por lo que se decide colocar 4 canalones de 125 mm de diámetro en cada lateral de la nave.

2.4. Cálculo de colectores

Para calcular el diámetro de los colectores, recurrimos a la tabla 5 para una pendiente del 2%.

Tabla 5. Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Anejo X. Instalación de saneamiento

Los colectores tendrán distintos diámetros, ya que el caudal se va acumulando.

Tabla 6. Diámetros de los colectores obtenidos.

Tramo	Sup. Evacuada (m²)	Diámetro nominal (mm)
T1	81,6	90
T2	163,2	90
T3	244,8	110
T4	326,4	125
T5	408	125
T6	489,6	160
T7	81,6	90
T8	163,2	90
T9	244,8	110
T10	326,4	125
T11	408	125
T12	489,6	200
T13	979,2	200

2.5. Cálculo de sumideros

Se dispondrán seis sumideros de rejilla en el exterior de la nave. Uno de ellos se colocará a la entrada de la zona de recepción de las materias primas, otros tres sumideros en el lateral de la nave (uno de ellos para desaguar la zona de expedición de producto terminado), otro en la zona oeste de la planta y el último en la zona sur cercano al depósito de gasóleo. El agua recibida por los sumideros exteriores será evacuada a través de tuberías de PVC con un diámetro de 160 mm, la cual dirigirá el agua al colector general.

Los sumideros serán de tipo sifónico y capaces de soportar, de forma constante, cargas de 100 Kg/cm². El sellado estanco entre el impermeabilizante y el sumidero se realizará mediante apriete mecánico tipo “brida” de la tapa del sumidero sobre el cuerpo del mismo. El sumidero, en su montaje, permitirá absorber diferencias de espesores de suelo de 90

Anejo X. Instalación de saneamiento

mm. La pendiente máxima del pavimento que recoge el agua hacia los sumideros no será mayor del 0,5%.

2.6. Cálculo de las arquetas

Para poder calcular las dimensiones de las arquetas, resulta necesario recurrir a los diámetros de los colectores obtenidos en el anterior apartado.

Tabla 7. Dimensiones de las arquetas.

L x A [cm]	Diámetro del <i>colector</i> de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Gracias a la tabla 7 y al diámetro de los colectores de salida, se obtienen las dimensiones de las arquetas:

Tabla 8. Dimensiones de las arquetas.

Arqueta	Diámetro nominal colector (mm)	Dimensiones arquetas (cm)
A1	90	40×40
A2	90	40×40
A3	110	50×50
A4	125	50×50
A5	125	50×50
A6	160	60×60
A7	90	40×40
A8	90	40×40
A9	110	50×50
A10	125	50×50
A11	125	50×50
A12	200	60×60
A13	200	60×60

Anejo X. Instalación de saneamiento

3. RED DE AGUAS FECALES

Las aguas fecales, también denominadas aguas negras, son las aguas producidas en los vestuarios principalmente, que es donde se recogen los residuos sólidos humanos.

Esta red de evacuación recoge los residuos de las 6 duchas, 6 inodoros, 6 lavabos y 1 fregadero.

Como en el caso anterior, para calcular esta red se aplicará el Código Técnico de la Edificación DB-HS 5: Salubridad.

Los elementos principales que componen esta red de aguas fecales son:

- **Sumideros sifónicos:** Se encargan de recibir el agua de los diferentes elementos (inodoros, duchas...) y así evitar la aparición de malos olores.
- **Bajantes:** Son tuberías verticales que se encargan de evacuar el agua hasta los colectores.
- **Colectores:** Son tuberías horizontales que recogen el agua desde la base de la bajante hasta la red de alcantarillado exterior.
- **Arquetas:** Son pequeños pozos cuadrados que funcionan como registro y elementos de conexión.

3.1. Cálculo de las unidades de desagüe y diámetro de los aparatos sanitarios

El cálculo de los diámetros de las distintas tuberías de PVC rígido de la instalación, se calculará de acuerdo con el concepto de Unidad de Desagüe (UD). El UD, corresponde con el valor de descarga de un servicio sanitario de la industria de acuerdo con el CTE DB-HS 5. Dichos valores se disponen en la tabla 9.

Anejo X. Instalación de saneamiento

Tabla 9. UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100
	Con fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	-	4	-
	Suspendido	-	2	-
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100

Por lo tanto, para los distintos servicios sanitarios de la planta se obtiene:

Tabla 10. UD's y diámetros para los distintos aparatos sanitarios.

Aparato sanitario	Número	UD's (uso privado)	Tipo	Diámetro sifón y derivación individual
Lavabo	6	1	Bote sifónico	32
Ducha	6	2	Bote sifónico	40
Inodoro	6	4	Sifón individual	100
Fregadero	1	3	Bote sifónico	40

Los ramales de los colectores se dimensionarán en función de estas Unidades de Desagüe. Como la industria está construida en una única planta, no será necesario el uso de bajantes, por lo que los ramales unirán directamente los colectores y los aparatos sanitarios. La pendiente de estos colectores tendrá un valor de un 2%.

Anejo X. Instalación de saneamiento

Tabla 11. Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Estos colectores deberán ser capaces de evacuar todas las UD's para una pendiente del 2%.

Tabla 12. Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios para la industria.

Aparato sanitario	Nombre colector	UDs acumulado	Diámetro colector (mm)
Fregadero	C1	3	50
Inodoro vest. Fem.	C2	12	110*
Duchas vest. Fem	C3	6	50
Lavabo vest. Fem	C4	3	50
Conexión arquetas vest.Fem-vest. Masc.	C5	24	110*
Inodoro vest. Masc.	C6	12	110*
Duchas vest. Masc.	C7	6	50
Lavabo vest. Masc.	C8	3	50
Conexión arqueta a red general	C9	45	110*

*Para el caso de los inodoros no depende de las UD's, sino de la derivación individual de cada uno. Por ello, la conexión entre arquetas también posee un valor superior al haber utilizado la derivación individual para los inodoros.

Anejo X. Instalación de saneamiento

3.2. Cálculo de botes sifónicos

Los botes sifónicos individuales deben tener el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada y el número y tamaño de entradas adecuado con una altura suficiente para evitar que la descarga de un aparato sanitario salga por otro de menos altura. Así pues, el sifón a utilizar tendrá un diámetro igual o superior a 50 mm.

3.3. Cálculo de arquetas

La dimensión de las arquetas se obtendrá a partir de la tabla 7.

Tabla 13. Dimensiones de las arquetas.

Arquetas	Dimensión arqueta
AF1	50×50
AF2	50×50

4. RED DE AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales se definen como todas aquellas aguas que contienen suciedad y que pueden contener elementos en disolución como grasas, jabones, detergentes, entre otros. Por lo tanto, el objetivo principal de la red de aguas residuales es recoger y evacuar las aguas sucias que se generan en la actividad industrial.

Las aguas proceden principalmente de los procesos de recepción y lavado y de la limpieza de los suelos y equipos.

La red de aguas residuales estará compuesta por:

- Sumideros sifónicos, los cuales impiden la aparición de malos olores
- Arquetas registrables de fácil acceso, para limpiar los colectores en caso de atasco (rejillas)
- Colectores

4.1. Cálculo de sumideros

Se colocarán nueve sumideros en distintas zonas de la industria para facilitar la evacuación de las aguas generadas por los equipos y por el agua de limpieza. Además de

Anejo X. Instalación de saneamiento

colocarlos en la sala de procesado donde se genera agua residual por la actividad de los equipos, también se colocarán en la cámara de refrigeración y zona de recepción de materias primas.

Los sumideros serán de tipo sifónico y capaces de soportar de manera constante una carga 100 kg/cm^2 . Sellados estancamente entre el impermeabilizante y el sumidero mediante un apriete mecánico tipo “brida” de la tapa del sumidero sobre el cuerpo del mismo. El sumidero, en su montaje, permitirá absorber diferencias de espesores de suelo de 90 mm. La pendiente máxima del pavimento que recoge el agua hacia los sumideros no será mayor del 0,5%.

4.2. Cálculo de colectores

Los colectores estarán constituidos por tuberías de PVC resistentes a la corrosión. Los colectores unen los sumideros sifónicos con las arquetas de paso, y también las propias arquetas.

Como en el caso anterior para las aguas de origen fecal, los ramales de los colectores se dimensionarán en función de estas Unidades de Desagüe, que para este caso quedan reflejadas en la tabla 15. Se considera una pendiente del 2%.

Siguiendo el criterio del CTE, una UD equivale a 0,03 l/s en el caso de desagües continuos o semicontinuos, como podrían ser estos.

Anejo X. Instalación de saneamiento

Tabla 14. Caudales de agua residual.

Elemento	Desagüe máquinas (l/s)
Escaldadora	0,1
Cinta	0,31
Elevador	1,1
Calibrador	1,8
Mesa de embotado y transporte	1,1
Depósito líquido de gobierno	0,1
Dosificadora	0,1
Autoclave	1,1
Caldera	0,16
Limpieza	0,3
Criba preselección	2,1
Escaldador- Elevador	0,3
Calibrador	0,6
Cámara de refrigeración	0,3

Para determinar el diámetro de los colectores se recurre a la tabla 11.

Anejo X. Instalación de saneamiento

Tabla 15. Colectores de aguas residuales y diámetros.

Nombre colector	Caudal (l/s)	UDs acumulado	Diámetro colector (mm)
CR1	1,1	37	75
CR2	0,1	37	75
CR3	0,3	10	50
CR4	1,5	50	90
CR5	2	67	90
CR6	2	67	90
CR7	5,91	197	110
CR8	0,41	14	50
CR9	3	100	90
CR10	9,32	311	110
CR11	0,3	10	50
CR12	0,3	10	50
CR13	9,92	331	125

4.3. Cálculo de arquetas

La dimensión de las arquetas se obtendrá a partir de la tabla 7.

Tabla 16. Dimensiones de las arquetas.

Arquetas	Dimensión arqueta
AR1	40×40
AR2	40×40
AR3	50×50
AR4	50×50

ANEJO XI:

SISTEMA DE ANÁLISIS DE RIESGOS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS

ANEJO XI. SISTEMA DE ANÁLISIS DE RIESGOS Y CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS (A.R.C.P.C.)

1. POLÍTICA DEL SISTEMA A.R.C.P.C.....	6
1.1. Objeto.....	6
1.2. Referencias.....	6
1.3. Equipo técnico	8
1.4. Revisiones	8
1.5. Control de la documentación	8
2. DEFINICIONES	8
3. ALCANCE DEL PLAN.....	9
4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	9
5. DETERMINACIÓN Y VALORACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS	9
5.1. Recepción y almacenamiento de materias primas, aditivos y envases	9
5.1.1. Riesgos	9
5.1.2. Medidas preventivas	10
5.1.3. Límite crítico	10
5.1.4. Vigilancia	10
5.1.5. Medidas correctoras.....	11
5.1.6. Registros	12
5.2. Lavado	12
5.2.1. Riesgos	12
5.2.2. Medidas preventivas	12
5.2.3. Límite crítico	12
5.2.4. Sistema de vigilancia	12
5.2.5. Medidas correctoras.....	12
5.2.6. Registros	13
5.3. Escaldado	13

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

5.3.1.	Riesgos	13
5.3.2.	Medidas preventivas	13
5.3.3.	Límite crítico	13
5.3.4.	Sistema de vigilancia	13
5.3.5.	Medidas correctoras.....	13
5.3.6.	Registros	13
5.4.	Enfriamiento posterior al escaldado.....	14
5.4.1.	Riesgos	14
5.4.2.	Medidas preventivas	14
5.4.3.	Límite crítico	14
5.4.4.	Vigilancia	14
5.4.5.	Medidas correctoras.....	14
5.4.6.	Registros	15
5.6.	Cerrado.....	16
5.6.1.	Riesgos	16
5.6.2.	Medidas preventivas	16
5.6.3.	Límite crítico	17
5.6.4.	Vigilancia	17
5.6.5.	Medidas correctoras.....	17
5.6.6.	Registros	17
5.7.	Tratamiento térmico.....	18
5.7.1.	Riesgos	18
5.7.2.	Medidas preventivas	18
5.7.3.	Límite crítico	18
5.7.4.	Vigilancia	18
5.7.5.	Medidas correctoras.....	18
5.7.6.	Registros	18

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

5.8.	Enfriamiento	19
5.8.1.	Riesgos	19
5.8.2.	Medidas preventivas	19
5.8.3.	Límite crítico	19
5.8.4.	Vigilancia	19
5.8.5.	Medidas correctoras.....	20
5.8.6.	Registros	20
5.9.	Almacenamiento y manipulación de envases	20
5.9.1.	Riesgos	20
5.9.2.	Medidas preventivas	20
5.9.3.	Límite crítico	20
5.9.4.	Vigilancia	21
5.9.5.	Medidas correctoras.....	21
5.9.6.	Registros	21
6.	VERIFICACIÓN DEL SISTEMA.....	26
6.1.	Procedimientos de verificación.....	26
7.	PLAN DE HIGIENIZACIÓN, DESINSECTACIÓN Y DESRATIZACIÓN.....	27
7.1.	Limpieza y desinfección	27
7.2.	Desinsectación	28
7.3.	Desratización	28
7.3.1.	Productos de limpieza y DDD.....	29
7.3.2.	Medidas de vigilancia.....	29
8.	CARACTERÍSTICAS HIGIÉNICO-SANITARIAS DEL AGUA	29
8.1.	Riesgo	30
8.2.	Medidas preventivas	30
8.3.	Límite crítico.....	30
8.4.	Vigilancia.....	30

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

8.5.	Medidas correctoras	31
8.6.	Registros	31
9.	PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y LOCALES	31
9.1.	Mantenimiento general de equipos	31
9.1.1.	Autoclave.....	32
9.1.2.	Cerradora	32
9.1.3.	Peladora	32
9.2.	Mantenimiento de locales	32
9.2.1.	Cámara frigorífica.....	32
9.2.2.	Almacenes de materia prima, aditivos, envases y producto terminado....	33
10.	HIGIENE PERSONAL Y BUENAS PRÁCTICAS DE MANIPULACIÓN	33
10.1.	Higiene personal.....	33
10.2.	Buenas Prácticas de Manipulación.....	34
12.	ARCHIVO DE LA DOCUMENTACIÓN	35
12.1.	Documentación Sistema ARCPC.....	35
12.2.	Mantenimiento de archivos	36
13.	FICHAS DE REGISTROS Y ETIQUETAS	36

1. POLÍTICA DEL SISTEMA A.R.C.P.C.

1.1. Objeto

El objeto fundamental del Manual de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (A.R.C.P.C.) es recoger el Sistema A.R.C.P.C. para la conclusión de los objetivos y compromisos fijados como Consecuencia de la definición del Sistema A.R.C.P.C.

1.2. Referencias

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (1999). *Guía para la Aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (ARCPC) en la industria de conservas vegetales* (Issues 92-9039-407 2).
- Real Decreto 2420/1978, de 2 de junio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración y venta de conservas vegetales., 23702 a 23707 (1978).
- REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, 1833 -1843 (2003).
- REGLAMENTO (CE) N° 852/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios, L139/1 1 (2004).
- REAL DECRETO 640/2006, de 26 de mayo, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de los productos alimenticios., 126 19999 (2006).
- Real Decreto 109/2010, de 5 de febrero, por el que se modifican diversos reales decretos en materia sanitaria para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio y a la Ley 25/2009, 16160 (2010).
- Reglamento (CE) n° 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria, 1-24 (2002).
- Real Decreto 191/2011, de 18 de febrero, sobre Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos., 1-6 (2011).

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

- REGLAMENTO (UE) No 1169/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor y por el que se modifican los Reglamentos (CE) no 1924/2006 y (CE) no 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan la Directiva 87/250/CEE de la Comisión, la Directiva 90/496/CEE del Consejo, la Directiva 1999/10/CE de la Comisión, la Directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 2002/67/CE, y 2008/5/CE de la Comisión, y el Reglamento (CE) no 608/2004 de la Comisión, 1-46 (2011).
- REAL DECRETO 946/2003, de 18 de julio, por el que se establecen requisitos específicos de etiquetado para el espárrago blanco en conserva, 19212 (2002).
- REGLAMENTO (CE) No 1441/2007 DE LA COMISIÓN de 5 de diciembre de 2007 que modifica el Reglamento (CE) no 2073/2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios, 322 12 (2007).
- ORDEN de 16 de mayo de 2005, del Departamento de Salud y Consumo, por la que se desarrollan determinados aspectos del Decreto 81/2005, de 12 de abril, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de los Manipuladores de Alimentos de la Comunidad Autónoma de Aragón, 4496 (2005).
- REGLAMENTO (CE) no 2073/2005 DE LA COMISIÓN de 15 de noviembre de 2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios, 9928 (2005).
- Real Decreto 135/2010, de 12 de febrero, por el que se derogan disposiciones relativas a los criterios microbiológicos de los productos alimenticios., 18297 (2010).
- Real Decreto 176/2013, de 8 de marzo, por el que se derogan total o parcialmente determinadas reglamentaciones técnico-sanitarias y normas de calidad referidas a productos alimenticios., 24494 (2013).
- ORDEN APA/2926/2003, de 8 de octubre, por la que se aprueba la modificación del Reglamento de la Denominación Específica «Espárrago de Navarra» y de su Consejo Regulador., 37850 (2003).
- Orden de 13 de julio de 1993, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación Específica “Espárrago de Navarra” y de su Consejo Regulador., 967 (1993).

1.3. Equipo técnico

El director general es el responsable de trazar las directrices generales y del establecimiento, mantenimiento y supervisión de la implantación del Sistema A.R.C.P.C.

Designa a los técnicos de la fábrica como responsables de la implantación y desarrollo del mismo.

1.4. Revisiones

El equipo técnico realizará revisiones del Sistema A.R.C.P.C siempre que existan variaciones en el mismo como puedan ser:

- Modificaciones de Productos elaborados.
- Introducción de equipos nuevos.
- Observación de acciones correctoras que muestren el incumplimiento del Sistema.
- Otras.

1.5. Control de la documentación

Toda la documentación generada de la implantación del sistema A.R.C.P.C queda a disposición tanto de dirección como de las personas que forman parte del equipo técnico de dicho sistema.

2. DEFINICIONES

A continuación, se recogen una serie de definiciones cuya comprensión es primordial para la aplicación del sistema ARCPC:

- **Riesgo:** Posibilidad de producir o causar daño. Los riesgos pueden ser de origen biológicos, físicos o químicos.
- **Etapa operacional:** Cualquier fase de producción y/o fabricación de alimentos incluida la recepción de materias primas, el almacenamiento, el procesado...
- **Incidencia:** Ocurrencia de algo no deseado y que puede poner en peligro la garantía de salubridad del producto.
- **Punto crítico de control:** Es el punto, fase operacional o procedimiento en el que se puede ejercer un control para eliminar o reducir a niveles aceptables un riesgo que puede afectar a la seguridad o inocuidad de un alimento.

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

- **Límite crítico:** Criterio que debe cumplirse para cada medida preventiva asociada con un punto crítico de control.
- **Medida preventiva:** Cualquier factor que pueda utilizarse para controlar o prevenir e identificar un riesgo o peligro.

3. ALCANCE DEL PLAN

El presente manual de ARCPC es aplicable a los espárragos elaborados por la planta ubicada en Malpica.

Los espárragos son conservas catalogadas como conservas vegetales de baja acidez.

Los ingredientes del producto terminado y que figuraran en la etiqueta son espárragos, cloruro sódico y agua.

Los envases utilizados para albergar el producto serán envases metálicos de distintos formatos.

Para el caso de los tallos y las yemas de espárragos, los ingredientes y envases serán los mismos que para los espárragos enteros.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Este apartado ha sido redactado en el Anejo II. Proceso Productivo.

5. DETERMINACIÓN Y VALORACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS

Las etapas que no se incluyan en la determinación y valoración de los puntos críticos es porque los riesgos que pueden entrañar, ya están controlados con los prerrequisitos.

5.1. Recepción y almacenamiento de materias primas, aditivos y envases

5.1.1. Riesgos

- Carga microbiana elevada lo que haría inadecuado el tratamiento térmico posterior.
- Ingredientes recibidos fuera de especificaciones que afecten a la salud.
- Presencia de partículas extrañas en el envase/embalaje.
- Temperatura de almacenamiento inadecuada que pueda dar lugar a modificaciones de la carga bacteriana.
- Contaminación microbiológica por manipulación incorrecta.

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

- Contaminación por local en mal estado por presencia de insectos, roedores...
- Contaminación por residuos de productos de limpieza y desinfección.

5.1.2. Medidas preventivas

- Homologación de proveedores: Los proveedores deberán cumplir las especificaciones de calidad impuestas por la empresa.
- Establecimiento de las especificaciones de compra.
- Control de producto en la recepción e identificación de producto "no conforme".
- La descarga de materia se realizará de forma adecuada evitando que el producto contacte directamente con el suelo.
- Condiciones de almacenamiento: El almacenamiento se hará de forma que permita fácil acceso y el control de las mercancías almacenadas. Se realizará en condiciones adecuadas de temperatura y sin superar el tiempo de almacenamiento establecido. Se realizará mantenimiento tanto preventivo como correctivo del local y la cámara frigorífica de almacenamiento de materias primas.
- Cumplimiento del plan de control de plagas.
- Cumplimiento del plan de higienización, desinsectación y desratización.

5.1.3. Límite crítico

- Cumplimiento de las especificaciones fijadas para el producto.
- Cumplir al máximo las condiciones higiénico sanitarias exigibles en envases y embalajes concertadas con el proveedor y que afecten a la salud.
- Envoltura protectora de los envases intacta.
- Cumplimiento de condiciones generales de limpieza e higiene de almacenes y cámara frigorífica.
- Temperatura de la cámara frigorífica inferior a 4°C.

5.1.4. Vigilancia

- Control en la recepción de materias primas y envases y registro de datos y observaciones a la recepción para cada partida recibida y una vez al día para las materias primas vegetales suministradas por los agricultores

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

- Se comprueba en cada partida mediante inspección visual que las condiciones higiénicas y de estiba han sido las adecuadas y que no se han transportado con productos incompatibles (vehículo limpio, correcta colocación del cargamento, etc.).
- Se comprueba mediante inspección visual las características organolépticas del producto (color, olor, etc.).
- Se comprueba mediante inspección visual que el envase o embalaje de cada producto está intacto y su correcto etiquetado.
- Control documental: se comprueba la documentación que acompaña a cada partida, la cual debe cumplir todas las condiciones específicas establecidas.
- Los envases, tapas y embalajes deberán cumplir las especificaciones técnicas necesarias, con las que han sido fabricados para poder desempeñar su función.
- Control periódico de las condiciones generales de almacenamiento, una vez por semana se realizará una inspección de las condiciones generales de almacenamiento de los productos del almacén de materia prima, aditivos y envases.
- Control del Plan de limpieza y desinfección.
- Control de la temperatura de la cámara frigorífica, una vez al día como mínimo.

5.1.5. Medidas correctoras

- Si materia prima, aditivos o envases recibidos no cumplen las especificaciones impuestas por la empresa, se rechazará la partida correspondiente. Si algún producto debe permanecer en la fábrica hasta el momento de su devolución se identificará con una etiqueta de "no conforme".
- Si el incumplimiento se refiere a especificaciones de compra que no afectan a la seguridad e inocuidad del producto, se pondrá en conocimiento de la empresa proveedora, y en caso de sucesivos incumplimientos se le retirará la homologación.
- Modificación de las condiciones de almacenamiento.
- Se rectificarán los procesos de limpieza si no cumplen los requisitos adecuados.
- Reparación de la cámara frigorífica.

5.1.6. Registros

- "REGISTRO DE ENTRADA DE MATERIAS PRIMAS"
- Se conservarán todos los boletines analíticos y/o las certificaciones aportadas por los proveedores, así como toda aquella documentación aportada por el proveedor.
- "REGISTRO DE ENTRADA DE ENVASES"
- "ETIQUETA DE NO CONFORME"
- "REGISTRO DE TEMPERATURA DE LA CÁMARA FRIGORÍFICA"
- "REGISTRO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN"
- "REGISTRO DE INSPECCIÓN DEL ALMACÉN"

Todas las incidencias y acciones correctoras tomadas en la recepción y el almacenamiento de las materias primas, aditivos y envases se anotarán en sus correspondientes registros.

5.2. Lavado

5.2.1. Riesgos

Presencia de tierra en los espárragos debido a un lavado insuficiente y contaminación de los espárragos por productos de limpieza.

5.2.2. Medidas preventivas

- Controlar que la cantidad de agua sea la suficiente para eliminar la suciedad presente en los espárragos.
- Cumplimiento del plan de mantenimiento.
- Cumplimiento del plan de higienización, desinsectación y desratización.

5.2.3. Límite crítico

Ausencia de tierra en los espárragos

5.2.4. Sistema de vigilancia

Inspección visual de cada lote.

5.2.5. Medidas correctoras

Volver a repetir el proceso de lavado de los espárragos.

5.2.6. Registros

- "REGISTRO DE CLORACIÓN DEL AGUA"

Todas las incidencias y acciones correctoras tomadas en la etapa de escaldado se anotarán en sus correspondiente registro.

5.3. Escaldado

5.3.1. Riesgos

Incorrecta cocción de los espárragos, yemas o tallos.

5.3.2. Medidas preventivas

Control de la temperatura y tiempo del proceso de escaldado (90°C/4 minutos).

5.3.3. Límite crítico

- Temperatura máxima de escaldado 95°C
- Tiempo máximo de 4 minutos.

5.3.4. Sistema de vigilancia

Inspección visual del termómetro y del tiempo de procesado.

5.3.5. Medidas correctoras

- Si se ha aplicado un escaldado excesivo, ya sea por temperatura o tiempo de procesado se valorará la alternativa de eliminar el producto.
- Si no se ha aplicado el escaldado adecuado, se reprocesará.

5.3.6. Registros

- "REGISTRO DE ENTRADA DE ESCALDADO"

Todas las incidencias y acciones correctoras tomadas en la etapa de escaldado se anotarán en sus correspondiente registro.

5.4. Enfriamiento posterior al escaldado

Normalmente durante el proceso no existe retención del producto. El enfriamiento sirve para disminuir la temperatura y así poder manipular el producto, en este caso no se considera punto crítico. Pero si por determinadas causas hubiera retención en la producción esta fase se debe considerar como punto crítico.

5.4.1. Riesgos

- Aumento de la carga microbiana en caso de retenciones prolongadas en caliente, principalmente de microorganismos termófilos.
- Contaminación aportada por el agua de enfriamiento.

5.4.2. Medidas preventivas

- Evitar retenciones en caliente del producto.
- Establecer el tiempo de enfriamiento.
- Garantizar el uso de agua de enfriamiento sanitariamente potable, circulante y fría.
- Realizar un control de temperatura interior del producto al final de la fase de enfriamiento.

5.4.3. Límite crítico

- Mantener una temperatura del producto inferior a 40° C.
- Presencia de una concentración de cloro libre residual mínima de 0'2 mg/1.

5.4.4. Vigilancia

- Control visual del tiempo de permanencia en la fase de enfriado.
- Control periódico de la temperatura en el interior del producto, al menos dos veces al día.
- Control de cloración del agua de enfriado, al menos dos veces al día.

5.4.5. Medidas correctoras

- Re enfriado del producto que se encuentre fuera de los rangos citados en Límite Crítico.

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

- Corrección de las condiciones de enfriamiento.
- Cloración del agua si se detectasen valores inferiores a los límites.

5.4.6. Registros

- "REGISTRO DE TEMPERATURA POST-ESCALDADO"
- "REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUAS"

Se registrarán todas las incidencias y acciones correctoras tomadas en el "Registro de Temperatura Post-escaldado."

5.5. Envasado

5.5.1. Riesgos

En la operación de envasado, el riesgo radica en la posibilidad de contaminación del producto:

- Por el propio manipulador o los equipos utilizados (contaminación biológica).
- Por materias extrañas aportadas por los envases (contaminación físico - biológica).
- Por aumento de la propia flora del producto debido a retrasos y retenciones hasta la fase de cierre.

5.5.2. Medidas preventivas

- Cumplir las normas referentes a higiene detalladas en las "Buenas Prácticas de Manipulación", y mantener en perfectas condiciones de limpieza los equipos e instalaciones.
- Traslado de los envases en condiciones higiénicas.
- Los envases deben cumplir las especificaciones detalladas al proveedor.
- Limpieza de los envases si procede.

5.5.3. Límite crítico

- Ausencia de partículas extrañas, peligrosas o de riesgo.
- Contaminación microbiológica de riesgo durante el proceso

5.5.4. Vigilancia

- Inspección visual de los recipientes y del propio proceso de envasado.
- Control periódico de las superficies de trabajo y equipos utilizados.
- Vigilar que se siguen las instrucciones de trabajo de acuerdo con las "Buenas Prácticas de Manipulación"
- Control del tiempo transcurrido desde el envasado hasta el cierre de los recipientes.

5.5.5. Medidas correctoras

- Si se detectan deficiencias en los envases, se vigilarán de forma más frecuente. Si las no conformidades fuesen graves o repetitivas, se informará al proveedor, y procederá a la devolución del lote y posible retirada de la homologación.
- Si se detectasen deficiencias en el sistema de limpieza de equipos, se subsanarán enseguida, y si procede, se revisará el sistema de limpieza empleado.
- Se modificarán las prácticas de manipulación que se observen incorrectas.

5.5.6. Registros

- "REGISTRO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN"

Especificando la periodicidad y productos empleados, y las medidas correctoras empleadas en caso de detectarse anomalías.

5.6. Cerrado

5.6.1. Riesgos

Contaminación microbiana por cierres defectuosos, o por aberturas en las juntas de los envases.

5.6.2. Medidas preventivas

- Revisión diaria de las máquinas cerradoras, al principio de la jornada y después de cada parada, para garantizar el perfecto funcionamiento de las mismas.
- Realizar mantenimiento de las cerradoras.
- Control de cierres.

- Formación del personal que realiza los cierres.

5.6.3. Límite crítico

Hermeticidad del cierre: Se deberá asegurar una compacidad $C \geq 75\%$, y un solapado $S \geq 45\%$ ($S \geq 35\%$ en las curvas de los envases rectangulares). Además, el cierre no presentará fugas a $1,5 \text{ Kg/cm}^2$.

5.6.4. Vigilancia

- Se llevará a cabo un control de hermeticidad de cierres.
 - Control con bomba a presión a $1,5 \text{ kg/cm}^2$, dos veces al día como mínimo en cada formato y siempre que se ajusten las máquinas cerradoras.
 - Control por desmontado y examen visual del cierre una vez al día para cada formato y siempre que se ajusten las cerradoras.
 - Control por desmontado de cierres y análisis dimensional, en laboratorio externo, una vez por campaña para cada formato.
- Control de las máquinas cerradoras.

5.6.5. Medidas correctoras

- Se dejará inmediatamente de cerrar y se separarán los envases con defecto de cierres para su posterior reprocesado y/o reenvasado.
- Se repararán las cerradoras averiadas si se ha producido alguna incidencia.
- Reprocesado o desechado de producto según proceda.

5.6.6. Registros

- "REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS."
- "REGISTRO DE CONTROL DE CIERRES"

Todas las incidencias y acciones correctoras aplicadas se registrarán y documentarán adecuadamente en los correspondientes registros.

5.7. Tratamiento térmico

5.7.1. Riesgos

El riesgo en esta fase es que se aplique un tratamiento térmico insuficiente, que no elimine por completo todos los microorganismos permitiendo su supervivencia y su posterior desarrollo altere el producto o sea nocivo para la salud del consumidor.

5.7.2. Medidas preventivas

- Fijación y cumplimiento del baremo temperatura/tiempo adecuado, en función de las características del producto y del formato.
- Realización de curvas de penetración del calor.
- Contrastar la temperatura del registro mediante termómetros de mercurio.
- Realización del mantenimiento de autoclaves.
- Calibrado de los equipos de control del autoclave al menos una vez al año.

5.7.3. Límite crítico

Para obtener una esterilización comercial se deberán aplicar valores de $F_0 > 3$.

5.7.4. Vigilancia

En cada esterilización se realizará un control de temperatura de tratamiento, tiempo de tratamiento y presión, que se contrastará con los valores que indique el Registro Gráfico.

5.7.5. Medidas correctoras

Si se detecta que el tratamiento térmico efectuado no se corresponde con el previamente definido, se tomarán las medidas oportunas que comprenderán en primer lugar una revisión del tratamiento y en segundo lugar reprocesar el producto y control de ese lote o si el producto no se puede reprocesar, rechazarlo con la consiguiente destrucción.

5.7.6. Registros

- "REGISTRO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO".
- "REGISTRO DE CALIBRACIONES" donde se recogen los resultados de las calibraciones de los instrumentos del autoclave.
- "REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS"

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

- Se anotarán las incidencias y medidas correctoras tomadas en los registros correspondientes.
- Se guardarán, durante 3 o 5 años (según la caducidad del producto) los resultados de los controles llevados a cabo.

5.8. Enfriamiento

5.8.1. Riesgos

- Si los envases no se enfrían a la temperatura establecida se puede desarrollar flora microbiana termófila interna.
- Contaminación microbiana externa durante el enfriamiento.
- Si el enfriamiento es excesivo, los envases no son susceptibles de secarse solos con lo que se podría propiciar la alteración de los cierres por oxidaciones del material.

5.8.2. Medidas preventivas

- Fijación del baremo de temperatura/tiempo para el enfriamiento en función de las características del producto.
- Cloración correcta del agua de enfriado.

5.8.3. Límite crítico

- Respetar el proceso de enfriado previamente definido de forma que la temperatura interior del envase no sea superior a 45° C.
- Presencia de cloro libre en el agua utilizada en el enfriamiento (0'2 mg/l como mínimo).
- Ausencia de envases abollados, abombados o rotos.

5.8.4. Vigilancia

- Control del proceso de enfriado mediante comprobación del tiempo y temperatura final con termómetro y mediante inspección táctil.
- Controlar el nivel de cloro en el agua destinada al enfriado de los envases, dos veces al día.

5.8.5. Medidas correctoras

- Si se detectan desviaciones en el proceso de enfriamiento se modificará el tiempo de enfriamiento.
- Si se detectan alteraciones en el producto, se procederá a:
 - Revisión del proceso de enfriamiento.
 - Revisión del producto.
 - Bloqueo y retirada del producto sospechoso.
- Si no existe suficiente cantidad de cloro libre en el agua se parará el proceso hasta tener la cantidad de cloro libre necesaria.

5.8.6. Registros

- "REGISTRO DE CLORACIÓN DEL AGUA"
- "REGISTRO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO".

Todas las incidencias y acciones correctoras tomadas durante el enfriamiento se anotarán en sus correspondientes registros.

5.9. Almacenamiento y manipulación de envases

5.9.1. Riesgos

Se pueden contaminar los productos debido a una incorrecta manipulación o por hallarse en condiciones de almacenamiento incorrectas.

5.9.2. Medidas preventivas

- Plan de limpieza y desinfección de equipos y locales (almacén).
- Manipulación correcta de los envases, evitando golpes.
- Control de las condiciones del almacén (humedad, temperatura, aireación).

5.9.3. Límite crítico

La manipulación de los envases será adecuada y los almacenes estarán en buen estado de limpieza, evitándose durante el tiempo de almacenamiento temperaturas extremas.

5.9.4. Vigilancia

- Se realizará una inspección de las condiciones generales de almacenamiento de los almacenes de producto final, una vez al mes.
- Control del plan de limpieza y desinfección.

5.9.5. Medidas correctoras

- Modificación de las condiciones de almacenamiento en el caso de detectarse desviaciones y alteraciones.
- Bloqueo o rechazo del producto según proceda.

5.9.6. Registros

"REGISTRO DE INSPECCIÓN DEL ALMACÉN".

Se registrarán todas las incidencias y acciones correctoras tomadas en el "Registro de inspección del almacén"

CUADRO DE GESTIÓN

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

FASE	RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS	LÍMITES CRÍTICOS	PROCEDIMIENTO DE VIGILANCIA	MEDIDAS CORRECTORAS	REGISTROS
RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS, ADITIVOS Y ENVASES	<ul style="list-style-type: none"> • Carga microbiana elevada • Tª inadecuada • Ingredientes fuera de especificaciones • Presencia de partículas extrañas en envases • Contaminación microbiológica por manipulación incorrecta. • Contaminación por locales en mal estado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Homologación de proveedores. • Establecimiento de especificaciones de compra. • Control de producto en recepción e identificación de "no conforme". • Descarga adecuada. • Almacenamiento en condiciones correctas. • Mantenimiento de locales 	<p>Cumplimiento de especificaciones.</p> <p>Cumplimiento de normas higiénico-sanitarias de envases y almacenes.</p> <p>Deterioro de envoltura.</p> <p>Tº de la cámara frigorífica de 1 a 4°C.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual a la recepción • Control periódico de almacenamiento • Control limpieza y desinfección • Control Tª de la cámara frigorífica 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual a la recepción • Control periódico de almacenamiento • Control limpieza y desinfección • Control T de la cámara frigorífica 	<ul style="list-style-type: none"> • "Registro de entrada de materias primas" • "Registro de entrada de envases" • Etiqueta "No conforme" • "Registro de limpieza y desinfección" • "Registro de inspección del almacén"
LAVADO	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de tierra • Contaminación de los espárragos por productos de limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar que la cantidad de agua sea la suficiente para eliminar la suciedad presente en los espárragos. • Cumplimiento del plan de mantenimiento. • Cumplimiento del plan de higienización, desinsectación y desratización. 	<p>Ausencia de tierra en los espárragos</p>	<p>Inspección visual de cada lote.</p>	<p>Reprocesar de nuevo</p>	<p>"Registro de cloración del agua"</p>

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

ESCALDADO	<ul style="list-style-type: none"> • Incorrecta cocción de los espárragos, yemas o tallos. 	Control de la temperatura y tiempo del proceso de escaldado (90°C/4 minutos).	Temperatura máxima de escaldado 95°C Tiempo máximo de 4 minutos	Inspección visual del termómetro y del tiempo de procesado	<ul style="list-style-type: none"> • Si se ha aplicado un escaldado excesivo, ya sea por temperatura o tiempo de procesado se valorará la alternativa de eliminar el producto. • Si no se ha aplicado el escaldado adecuado, se reprocesará • 	"Registro de escaldado"
ENFRIAMIENTO POSTERIOR AL ESCALDADO	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la carga microbiana. • Contaminación del agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar retenciones en caliente • Establecer el tiempo de enfriamiento • Utilizar agua potable y fría • Control de Tª interior en el enfriamiento 	T interior <40°C Presencia de cloro libre 0,2 mg/l	<ul style="list-style-type: none"> • Control Tª de enfriamiento en el interior, mínimo dos veces diarias • Control nivel cloro agua • Control tiempo enfriamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Re enfriado • Corregir condiciones de enfriamiento • Cloración agua 	"Registro de post escaldado" "Registro cloración aguas"
ENVASADO	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación microbiana • Aporte de materias extrañas • Aumento flora propia por retenciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de envase si procede Limpieza y desinfección de equipos • Traslado de envases higiénicamente • Condiciones de envasado higiénicas 	Contaminación microbiológica de riesgo. Ausencia de partículas extrañas	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de envases • Control de superficie y zona de envasado • Buenas prácticas de manipulación • Control tiempo envasado cierre 	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificar limpieza y desinfección. • Reparación de equipos • Modificar prácticas de manipulación • Devolución de envases 	"Registro de limpieza y desinfección"

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

CERRADO	Contaminación bacteriana por cierre no hermético.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión diaria de cerradoras • Mantenimiento de cerradoras • Control de cierres • Formación del personal 	Hermeticidad de cierre	Control de cierres: <ul style="list-style-type: none"> • Bomba • Examen visual • Desmontado y análisis de cierre • Control de cerradoras 	<ul style="list-style-type: none"> • Dejar de cerrar y separar botes defectuosos • Reparación de cerradoras • Reprocesado/desechado del producto 	"Registro de mantenimiento de equipos" "Registro de control de cierres"
TRATAMIENTO TÉRMICO	Tratamiento insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación del baremo Tª/tiempo para cada producto • Curvas de penetración de calor • Mantenimiento del autoclave • Calibrado de equipos de control del autoclave 	Esterilización comercial F ₀ >3	<ul style="list-style-type: none"> • Control de Tª, tiempo y presión de tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el tratamiento • Reprocesado/rechazo del producto 	"Registro de mantenimiento de equipos" "Registro de tratamiento térmico" "Registro de calibraciones"
ENFRIAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Proliferación de flora termófila • Contaminación microbiana • Oxidación de cierres 	<ul style="list-style-type: none"> • Fijación del baremo Tª/tiempo para cada producto y formato • Cloración correcta del agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Tª inferior al final del proceso de <45°C • Presencia de cloro libre ≥0,2 mg/l • Ausencia de envases abollados o rotos 	<ul style="list-style-type: none"> • Control de cloro libre en el agua • Control de tiempo y temperatura • Control táctil de la temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación del tiempo y temperatura de enfriamiento • Revisión o bloqueo de producto sospechoso 	"Registro de cloración" "Registro de tratamiento térmico"

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE ENVASES	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación y/o desarrollo microbiano 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de limpieza de almacenes • Manipulación correcta de los envases • Mantener unas condiciones de almacenamiento correctas 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulación y Tª adecuada • Limpieza y condiciones de almacenes correctas 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección de condiciones generales de almacenamiento • Control del plan de limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de condiciones de almacenamiento • Bloqueo/rechazo del producto 	<ul style="list-style-type: none"> • "Registro de inspección del almacén"
---	---	--	---	---	---	--

6. VERIFICACIÓN DEL SISTEMA

EL objeto de este capítulo es la descripción de las acciones (o controles) que se realizarán para comprobar o verificar periódicamente el Sistema A.R.C.P.C. implantado.

El objetivo de dicha verificación será doble:

- a) Constatar que se realiza el control previsto sobre los puntos críticos definidos, que dicho control queda reflejado en los registros de forma correcta y que en caso de existir una desviación de los valores u objetivos establecidos se toman las medidas correctoras oportunas, las cuales también quedan registradas.
- b) Comprobar que los operarios conocen las obligaciones que se derivan de la aplicación del sistema, tanto en lo que se refiera al control que deberán ejercer sobre los procesos y etapas de fabricación como en lo relativo a los registros que deben efectuar o conservar

Esta verificación se efectuará por personal cualificado de la fábrica designado por Dirección.

responsable del mantenimiento del sistema deberá disponer de la suficiente documentación en cada punto crítico de control (PCC) para garantizar que el proceso está controlado.

6.1. Procedimientos de verificación

Los procedimientos que se seguirán para realizar dicha verificación serán los siguientes:

- Realización de análisis microbiológicos de estabilidad del producto elaborado, al menos, una vez por campaña.
- Realización de curvas de penetración de calor de cada producto, al menos una vez por campaña.
- Observación de las operaciones de los puntos críticos de control.
- Preguntar al personal y comprobarlo sobre la forma de cumplir las especificaciones consignadas en el cuadro de gestión o guía.
- Revisión de los registros de control tanto en el caso de cumplimiento de los criterios programados en el sistema como en las desviaciones y de las acciones correctoras realizadas.

7. PLAN DE HIGIENIZACIÓN, DESINSECTACIÓN Y DESRATIZACIÓN

El objeto de este capítulo es determinar las operaciones que se llevan a cabo tanto en la nave de fabricación como en el almacén para asegurar una correcta aplicación del programa de limpieza y desinfección, además de las medidas encaminadas a la prevención, y en su caso a la eliminación de insectos y roedores.

7.1. Limpieza y desinfección

La limpieza es diaria, y se realiza al terminar la jornada; se hace una primera limpieza general de la maquinaria, cintas transportadoras y mesas recogiendo todos los residuos de vegetales y otras materias primas. A continuación, se realiza un lavado intenso mediante agua a presión. Después se añade lejía como desinfectante. La operación concluye con un aclarado completo que elimine cualquier resto de desinfectante para evitar que se pudieran contaminar los alimentos. Una vez por semana se realiza una limpieza más exhaustiva, con agua, jabón y desinfectante, llegando a las zonas difíciles que no se alcanzan en la limpieza rutinaria.

El suelo se barre diariamente para eliminar los residuos sólidos y a continuación se limpia con agua, frotando con un cepillo. Diariamente también se lleva a cabo la limpieza de W.C., vestuarios y oficinas.

La basura generada se desaloja diariamente, con lo que se eliminan todos los residuos orgánicos que pudieran atraer animales no deseables.

Los almacenes de materias primas, aditivos, envases y producto terminado se limpian semanalmente, recogiendo los desperdicios generados y realizando un barrido seco del suelo. Además, se realiza una limpieza diaria de la zona de trabajo, retirando los restos o desperdicios generados.

Las operaciones realizadas en cada limpieza, así como las incidencias ocurridas y acciones correctoras tomadas quedarán registradas diariamente en el "Registro de limpieza y desinfección"

7.2. Desinsectación

Los insectos y roedores constituyen un peligro grave de alteración y contaminación de los alimentos por lo que es necesario adoptar medidas encaminadas a la prevención y en su caso a la eliminación de su presencia en las industrias alimentarias.

Como medida preventiva para evitar los insectos, es fundamental cumplir estrictamente todo el programa de limpieza y desinfección, de forma que se mantenga un ambiente limpio y saneado, creando así un clima hostil para el acomodo y proliferación de toda clase de insectos.

Como medida preventiva es necesario también eliminar la maleza y la acumulación de objetos o basura en el perímetro de la industria que puedan servir de cobijo o lugar de cría tanto de insectos como de roedores.

Se debe poner especial cuidado en la recolección diaria de residuos vegetales y su rápida eliminación de las inmediaciones de la fábrica.

Para prevenir la invasión de insectos se colocan telas mosquiteras y mallas finas en todas las ventanas y otras aberturas al exterior, como por ejemplo las de ventiladores y extractores. Además, se colocan trampas para la captura de insectos voladores en varios puntos de la empresa. Estas trampas están formadas por una rejilla eléctrica que rodea a un foco de luz ultravioleta. La luz atrae a los insectos los cuales al contactar con la rejilla electrificada mueren y caen sobre una bandeja recolectora.

Ningún local de fabricación podrá comunicar directamente con el exterior, sino que deberá estar aislado por un vestíbulo dotado de una doble puerta o sistema de aislamiento equivalente.

7.3. Desratización

Para mantener libre de roedores los almacenes, la zona de fabricación y el patio, se evita que existan residuos comestibles al alcance y se coloca veneno para roedores varios puntos de la fábrica. La elección del veneno, los puntos de colocación de cebos y la frecuencia la realiza el responsable de la desratización considerando los siguientes aspectos:

- Lugar de almacenamiento de materias primas atacables por roedores.

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

- Zonas de difícil acceso a personas sin peligro de entrar en contacto con los productos o envases.
- Zonas menos protegidas de la fábrica.
- Revisión de cebos colocados en la última desratización (consumo del cebo, indicios de la presencia de roedores, animales muertos...).

7.3.1. Productos de limpieza y DDD

Los productos utilizados para la limpieza y desinfección de equipos y locales (jabones, desinfectantes, insecticidas y veneno para roedores) deberán estar autorizados para su uso en industrias alimentarias.

Estos productos se almacenarán correctamente identificados y alejados de materias primas, envases y aditivos de forma que no pueda darse lugar a confusiones ni contaminación con los mismos.

7.3.2. Medidas de vigilancia

La vigilancia de la correcta aplicación del programa de limpieza y desinfección debe hacerse mediante la inspección visual, comprobando la ausencia de suciedad y el adecuado estado de limpieza de locales y equipos.

También es importante la verificación de la eficacia de la desinfección en aquellas superficies que puedan comprometer la higiene del producto, tales como cintas transportadoras, mesas y bandejas donde se traslada la materia prima, mediante la toma periódica de muestras de superficies. Se guardarán registros de limpieza de los equipos, la nave de producción y almacenes.

Como medida de vigilancia ante posibles signos de infestación por insectos o roedores se realizan inspecciones visuales periódicamente. Se determinará la frecuencia de estas inspecciones en función de los resultados obtenidos.

8. CARACTERÍSTICAS HIGIÉNICO-SANITARIAS DEL AGUA

El objeto de este capítulo es el control a realizar sobre el agua utilizada en las distintas etapas del proceso de fabricación y limpieza.

En todas las etapas de fabricación, así como en la limpieza de la fábrica y la maquinaria se utiliza agua de red.

8.1. Riesgo

El principal riesgo derivado de la utilización de agua para el procesado de alimentos es la contaminación de éstos tanto por microorganismos patógenos que pueda aportar como por otras sustancias que puedan estar presentes en ella (metales pesados, residuos pesticidas...).

8.2. Medidas preventivas

El agua utilizada en todos los procesos de fabricación y limpieza será siempre potable.

8.3. Límite crítico

Los valores obtenidos de los análisis microbiológicos y físico-químicos cumplirán con los límites reglamentarios recogidos en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Estos análisis pueden complementarse y contrastarse con los procedentes de los boletines periódicos de análisis realizados por las empresas o entidades responsables del suministro del agua potable.

8.4. Vigilancia

La potabilidad del agua se controlará mediante análisis microbiológicos y físico-químicos tal y como se recoge en el Real Decreto 140/2003:

- Se realizará un análisis físico-químico al menos una vez al año.
- Se realizarán dos análisis microbiológicos al menos una vez al año.

Estos análisis se realizarán en un laboratorio externo y los resultados obtenidos se archivarán como "Registro de potabilidad del agua".

Se controlará la cloración del agua del suministro público con el control diario (dos veces al día) del nivel residual del cloro en el agua, anotándose los resultados de dichos controles en el "Registro de control de cloración de aguas". El nivel de cloro del agua se comprobará en varios puntos de la línea de fabricación que se irán alternando a diario, siendo punto obligado el agua de enfriamiento o lavado tras la esterilización, en caso de que éste se realice.

8.5. Medidas correctoras

Si el agua presenta unos valores que exceden los límites establecidos por la legislación, se procederá a la inutilización del punto de toma de muestra hasta el estudio de las causas y corrección de las mismas o cambio de la fuente de abastecimiento. Se comunicará a la empresa abastecedora y de considerarlo oportuno a las autoridades competentes.

8.6. Registros

- "REGISTRO DE CONTROL DE CLORACIÓN DE AGUAS"
- "REGISTRO DE POTABILIDAD DEL AGUA"

Se registrarán los resultados de los análisis realizados y los Boletines de análisis que proporcione la empresa suministradora

Se registrarán las medidas correctoras aplicadas y los resultados obtenidos de ellas, en el "Registro de control de cloración de aguas".

9. PLAN DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y LOCALES

El objeto de este capítulo es determinar las acciones técnicas para que tanto los equipos y utensilios, así como los locales destinados a la elaboración y almacenamiento de los productos desarrollados en el presente Manual, se mantengan en perfectas condiciones para su función prevista.

9.1. Mantenimiento general de equipos

Todos los equipos serán limpiados después de su uso tal y como se detalla en el Plan de limpieza y desinfección. Antes y después de cada jornada se engrasarán con grasa alimentaria las piezas móviles y expuestas a desgaste de la maquinaria.

Antes de cada campaña se realizará un mantenimiento preventivo de los equipos, corrigiendo las anomalías detectadas.

Por otra parte, se realizará un mantenimiento correctivo por el personal técnico especializado siempre que se detecte un funcionamiento incorrecto.

Las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo quedarán registradas en el "Registro de mantenimiento de equipos"

9.1.1. Autoclave

Se contrastarán los elementos de control del autoclave (termómetros de mercurio, registrador gráfico) como mínimo una vez al año, registrando los datos obtenidos y se realizarán curvas de penetración de cada producto una vez por campaña.

9.1.2. Cerradora

Revisión diaria: Antes de comenzar la jornada de trabajo con la cerradora se realizará una revisión de la misma para comprobar que se encuentra en estado óptimo de funcionamiento. Antes y después de cada jornada de trabajo se realizará un engrase, con grasa alimentaria, de aquellas piezas móviles expuestas a desgaste y que puedan afectar a la calidad del cierre.

Mantenimiento: Antes de cada campaña se deberá realizar un ajuste de la cerradora, quedando un registro del mismo. Se repondrán las piezas móviles que sufren mayor desgaste cuando sea preciso. Se anotarán las circunstancias concurridas (resultados de los controles de la eficacia del cierre), de la pieza sustituida, fecha de sustitución y persona responsable. Tras cada reparación y ajuste de la máquina se comprobará la correcta operación de la cerradora

9.1.3. Peladora

Se vigilará diariamente para evitar que se acumulen restos de piel en las cuchillas o los huecos de la peladora. Se revisará el corte de la peladora mediante inspección visual de productos pelados, se realizará un control de las pinzas periódico y se ajustarán cuando sea necesario.

9.2. Mantenimiento de locales

9.2.1. Cámara frigorífica

Se realizará una limpieza con agua de la cámara una vez por semana, ordenando la materia prima en función de su fecha de entrada y retirando posibles residuos o restos vegetales acumulados. Antes de cada campaña se realizará una limpieza general de la cámara recogiendo todos los restos acumulados, desinfectándola con lejía y aclarando. Quedará constancia de estas limpiezas en los "Registros de limpieza y desinfección".

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

Durante su utilización se registrarán los parámetros de temperatura del termómetro de mercurio y en caso de detectarse anomalías se recurrirá a un mantenimiento correctivo externo.

9.2.2. Almacenes de materia prima, aditivos, envases y producto terminado

Se realizará una limpieza de los mismos tal y como se detalla en el Plan de limpieza y desinfección y quedará registrada en su correspondiente registro.

Una vez al mes para el almacén de producto terminado y una vez a la semana para el resto de almacenes, se realizará una inspección en la que se controlará que todos los productos estén ordenados, correctamente embalados e identificados y que se cumplen las condiciones correctas de almacenamiento (lugar fresco y ventilado sin puntos de acumulación de calor o humedad). Esta inspección quedará registrada en el “Registro de inspección del almacén”.

10. HIGIENE PERSONAL Y BUENAS PRÁCTICAS DE MANIPULACIÓN

El presente capítulo está de acuerdo con el Real Decreto 109/2010, de 5 de febrero, por el que se modifican diversos reales decretos en materia sanitaria para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio y a la Ley 25/2009.

El personal que trabaja en la industria alimentaria y que manipula materias primas debe tomar conciencia de la importancia y repercusión social que tiene el correcto desempeño de su labor, así como de su influencia en la calidad sanitaria y comercial del producto final.

Por ello deben mantener la máxima higiene, tanto personal como durante las operaciones y manipulaciones que sufre el alimento.

Las empresas del sector alimentario garantizarán que los manipuladores de alimentos dispongan de una adecuada formación en materia de higiene de los alimentos, de acuerdo con su actividad laboral, mediante la impartición de cursos...

10.1. Higiene personal

- Todas las personas que trabajen en una zona de manipulación de productos alimenticios mantendrán un elevado grado de limpieza y de higiene personal.

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

- Las personas de las que se sepa o se tenga indicios que padecen una enfermedad de transmisión alimentaria o que estén afectadas, entre otras patologías, de heridas infectadas, infecciones cutáneas o diarreas no estarán autorizadas a trabajar en zonas de manipulación de alimentos cuando exista la posibilidad de contaminación directa o indirecta de los alimentos con microorganismos patógenos. En caso de permanecer en zona de manipulación manipuladores con lesiones cutáneas estas deberán estar perfectamente protegidas y aisladas con una cubierta impermeable. Todo manipulador de alimentos tiene la obligación de comunicar de forma inmediata cualquiera de las patologías mencionadas.

10.2. Buenas Prácticas de Manipulación

- Empleo de ropa de trabajo distinta de la de la calle, limpia y preferentemente de colores claros. Debe llevarse una prenda en la cabeza para evitar tocarse esta, así como que el pelo caiga y contamine los alimentos.
- Está prohibido comer, beber o fumar mientras se elaboran alimentos y realizar estas acciones fuera de las zonas de descanso. Estos hábitos son peligrosos puesto que aparte del peligro de caída al alimento de objetos extraños, aumentan la secreción salivar y la expectoración, con lo cual aumenta el riesgo de transmitir microorganismos del sistema respiratorio a los alimentos.
- La limpieza de las manos es muy importante ya que la posibilidad de transmisión de contaminación a través de ellas durante el procesado del alimento es muy elevada. Deben lavarse los brazos, antebrazos y manos, antes de comenzar la jornada de trabajo, tantas veces como se considere necesario y después de todo tipo de interrupción, así como una vez terminada la jornada. Después de usarse los servicios deben lavarse las manos siempre.
La limpieza de las manos se realizará con un detergente desinfectante para manos, frotando sin agua y bajo las uñas con la ayuda de un cepillo, después aclarar enérgicamente con agua corriente fría o preferentemente caliente. Para el secado de manos, se aconseja el uso de seca-manos no reutilizable.
- Las uñas deben llevarse limpias, sin esmalte y cortas, puesto que debajo de ellas se albergan con gran facilidad todo tipo de microorganismos.

11. PLAN DE FORMACIÓN

El sistema ARCPC necesita un Plan de formación de los trabajadores de la empresa. Tanto los responsables de implantar y realizar el seguimiento del sistema, como el personal de producción deberán estar debidamente informados de lo que implica y exige el sistema.

El personal de línea deberá estar debidamente formado en cuanto a los puntos de riesgo, medidas de vigilancia y medidas correctoras a aplicar en cada punto, además de los conocimientos generales sobre los principios del sistema.

Para ello se establecerá anualmente un Plan de Formación y se registrará toda la información recibida por el personal, en las "Fichas de formación", las cuales se adjuntarán al presente manual.

12. ARCHIVO DE LA DOCUMENTACIÓN

El objeto de este capítulo es describir la sistemática por la cual se asegura que los documentos que componen el Sistema ARCPC son distribuidos, revisados y archivados de forma controlada.

Este capítulo es de aplicación a toda la documentación generada de las actividades incluidas en el Sistema ARCPC de la Industria.

12.1. Documentación Sistema ARCPC

Se compone de:

- Manual ARCPC
- Registros derivados de la aplicación del Sistema ARCPC en la empresa: resultados de las medidas de vigilancia, las desviaciones ocurridas, las medidas correctoras aplicadas, las modificaciones realizadas en el sistema, los resultados de verificación, así como los programas de limpieza, desinfección y mantenimiento de equipos y locales y los manuales de buenas prácticas de manipulación.
- Registros de controles en laboratorios externos: informes de los análisis realizados en estos laboratorios, que serán análisis microbiológicos y físico-químicos de aguas, desmontado y análisis dimensional del cierre...

12.2. Mantenimiento de archivos

Se mantendrá un archivo general de registros generados desarrollados en el presente Manual.

Este archivo será mantenido en perfectas condiciones por la persona designada por Dirección.

Es importante disponer de los registros ordenados de las diferentes operaciones.

El responsable del mantenimiento del sistema deberá disponer de la suficiente documentación en cada PCC para garantizar que el proceso está controlado, que le será facilitada a la autoridad competente cuando ésta lo requiera.

13. FICHAS DE REGISTROS Y ETIQUETAS

El sistema ARCPC exige un sistema de documentación para tener un control sobre los puntos críticos. A continuación, se muestra la relación de registros, partes y etiquetas utilizados en el presente manual:

- Registro de entrada de materias primas
- Etiqueta de no conforme
- Registro de entrada de envases
- Registro temperatura escaldado
- Registro de temperatura post-escaldado
- Registro de pH
- Registro de control de cierres
- Registro del tratamiento térmico
- Registro de temperatura de la cámara frigorífica
- Registro de limpieza y desinfección
- Registro de cloración de aguas
- Registro de mantenimiento de equipos
- Registro de calibraciones
- Registro de inspección del almacén
- Fichas de formación

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO DE ENTRADA DE MATERIAS PRIMAS	Hoja N°: Año:
--	---	--------------------------

PRODUCTO:

FECHA:

N° AGRICULTOR	CANTIDAD DE ESPÁRRAGO	CONDICIONES DE TRANSPORTE	INSPECCIÓN VISUAL		RESPONSABLE
			APTO	NO APTO	

INCIDENCIAS:

ACCIONES CORRECTORAS:

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	ETIQUETA DE NO CONFORME	Hoja N°: Año:
--	------------------------------------	--------------------------

FECHA:	HORA:
PRODUCTO:	
PROVEEDOR:	
CANTIDAD:	LOTE:
RESPONSABLE:	
PRODUCTO NO CONFORME	

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO DE ENTRADA DE MATERIAS PRIMAS	Hoja Nº: Año:
--	---	------------------

FECHA		CANTIDAD (kg)	PRODUCTO	PROVEEDOR	CONDICIONES DE TRANSPORTE	INSPECCIÓN VISUAL		FIRMA DEL RESPONSABLE
DÍA	HORA		ESPÁRRAGOS			APTO	NO APTO	

INCIDENCIAS:

ACCIONES CORRECTORAS:

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO DE ENTRADA DE ENVASES	Hoja N°: Año:
--	---------------------------------------	--------------------------------

FECHA		FORMATO	PROVEEDOR	CANTIDAD		INSPECCIÓN VISUAL		FIRMA DEL RESPONSABLE
DÍA	HORA		ESPECIFICACIONES DE COMPRA	BOTES	TAPAS	APTO	NO APTO	

INCIDENCIAS:

ACCIONES CORRECTORAS:

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO DE TEMPERATURA CÁMARA DE FRIGORÍFICA	Hoja N°: Año:
--	--	--------------------------

FECHA		CÁMARA DE REFRIGERACIÓN	TEMPERATURA		HÚMEDAD RELATIVA (%)	FIRMA DEL RESPONSABLE
DÍA	HORA		CÁMARA	ALIMENTO		

INCIDENCIAS:

ACCIONES CORRECTORAS:

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO DE ENTRADA DE TEMPERATURA POST- ESCALDADO	Hoja N°: Año:
--	---	------------------

FECHA		PARÁMETROS DE MEDIDA		INCIDENCIAS	ACCIONES CORRECTORAS	RESPONSABLE
DÍA	HORA	Tª agua	Tª producto			

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO DE PH	Hoja Nº: Año:
--	-----------------------	------------------

FECHA		PRODUCTO	LOTE	pH		INCIDENCIAS	ACCIONES CORRECTORAS	FIRMA DEL RESPONSABLE
DÍA	HORA	ESPÁRRAGOS		MATERIA PRIMA	PRODUCTO FINAL HOMOGENEIZADO			

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	CONTROL DE CIERRES	Hoja Nº:	Año:
--	---------------------------	----------	------

FECHA		PRODUCTO	LOTE	NÚMERO DE CABEZAL	EXAMEN VISUAL	FUGAS SI/NO	INCIDENCIAS	ACCIONES CORRECTORAS	FIRMA DEL RESPONSABLE
FECHA	HORA								

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO	Hoja N°: Año:
--	---	------------------

FECHA		FORMATO	LOTE	ESTERILIZACIÓN						ENFRIAMIENTO		FIRMA DEL RESPONSABLE
FECHA	HORA			Baremo (Tª/t)	Hora inicio esterilización	Hora final esterilización	Tª termómetro	Tª Gráfico	Presión manómetro	Tª	Tiempo	

INCIDENCIAS:

ACCIONES CORRECTORAS:

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	Hoja N°: Año:
--	--	------------------

FECHA		LUGAR O EQUIPO	PRODUCTO UTILIZADO	INCIDENCIAS	ACCIONES CORRECTORAS	RESPONSABLE
DÍA	HORA					
Lunes						
Martes						
Miércoles						
Jueves						
Viernes						
Lunes						
Martes						
Miércoles						
Jueves						
Viernes						
Lunes						
Martes						
Miércoles						
Jueves						
Viernes						

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUAS	Hoja Nº: Año:
--	---------------------------------------	------------------

FECHA		CLORO LIBRE (ppm)			INCIDENCIAS	ACCIONES CORRECTORAS	FIRMA DEL RESPONSABLE
DÍA	HORA	Toma de agua	Post-Escaldado	Enfriamiento esterilizador			

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	Hoja Nº: Año:
--	---	------------------

FECHA		EQUIPO	MANTENIMIENTO REALIZADO	INCIDENCIAS	ACCIONES CORRECTORAS	FIRMA DEL RESPONSABLE
DÍA	HORA					

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO CALIBRACIONES	Hoja Nº: Año:
--	-------------------------------	------------------

FECHA		EQUIPO	CALIBRACIÓN REALIZADA	INCIDENCIAS	ACCIONES CORRECTORAS	FIRMA DEL RESPONSABLE
DÍA	HORA					

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO DE INSPECCIÓN DE ALMACENES	Hoja N°: Año:
--	--	------------------

FECHA		ALMACÉN	OBSERVACIONES	INCIDENCIAS	ACCIONES CORRECTORAS	FIRMA DEL RESPONSABLE
DÍA	HORA					

Anejo XI. Sistema A.R.C.P.C.

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	REGISTRO DE ENTRADA DE TEMPERATURA ESCALDADO	Hoja N°: Año:
--	---	------------------

FECHA		PARÁMETROS DE MEDIDA		INCIDENCIAS	ACCIONES CORRECTORAS	RESPONSABLE
FECHA	HORA	Tª agua	Tiempo			

PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA	MANUAL ARCPC	Hoja N°: Año:
FICHA DE FORMACIÓN		

FECHA: / /
NOMBRE DEL CURSO:
LUGAR DE IMPLANTACIÓN:
RECIBIDO POR:
TEMAS TRATADOS:
CONCLUSIONES:

OBSERVACIONES:

ANEJO XII:

**INSTALACIÓN DE
ILUMINACIÓN**

Anejo XII. Instalación de iluminación

ANEJO XII. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN

1. INTRODUCCIÓN	3
2. CÁLCULO DE LUMINARIAS	3
2.1. LUMINARIAS OFICINAS Y SERVICIOS	5
2.1.1. Vestuarios	6
2.1.2. Comedor	6
2.1.3. Oficinas.....	7
2.1.4. Recepción	7
2.1.5. Pasillo	7
2.2. Luminarias de la sala de procesado	8
2.3. Luminarias del almacén de producto terminado	9
2.4. Luminarias del almacén de materias primas	9
2.5. Luminarias del almacén de limpieza	10
2.6. Luminarias del almacén de envases	11
2.7. Luminarias de la sala de recepción de materias primas.....	11
2.8. Luminarias de la cámara de refrigeración.....	12
2.9. Luminarias exteriores	13
2.10. Luminarias de emergencia	14
2.11. RESUMEN DEL ALUMBRADO	16
3. RECEPTORES DE FUERZA	17

Anejo XII. Instalación de iluminación

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se va a realizar el diseño, dimensionado y cálculo de la instalación de iluminación de acuerdo a las necesidades de la industria.

2. CÁLCULO DE LUMINARIAS

Para calcular la iluminación interior se utiliza el método del flujo, el cual permite determinar el número de lúmenes necesarios, y una vez conocidos, calcular el número de lámparas y su distribución.

$$F_t = \frac{E_m \times S}{\eta_L \times \eta_R \times f_m}$$

Donde:

- F_t : Flujo luminoso a emitir (lúmenes)
- E_m : Nivel de iluminación recomendado (luxes)
- S : Superficie a iluminar (m^2)
- η_L : Rendimiento de la luminaria
- η_R : Rendimiento del local
- f_m : Factor de mantenimiento

El proceso de cálculo viene dado por los siguientes pasos:

- 1) Primero se toma el nivel de iluminación recomendado en cada caso, en función de la actividad que se da en el local.
- 2) Después se obtiene el rendimiento del local, η_R , mediante una tabla en la que se introduce el valor de la reflectancia del techo, paredes y suelo y el índice K del local.

Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)}$$

Donde:

- a y b son la anchura y longitud de la sala
- h es la altura entre la luminaria y el plano de trabajo

Tabla 1. Determinación del rendimiento del local.

Anejo XII. Instalación de iluminación

Reflectancia techo	0,8			0,5			0,8			0,5			0,3
Reflectancia pared	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,8	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3		
Reflectancia suelo	0,3						0,1						
Índice local	0,6	0,61	0,36	0,29	0,35	0,29	0,58	0,33	0,29	0,35	0,29	0,28	
	0,8	0,74	0,47	0,39	0,45	0,38	0,69	0,46	0,39	0,45	0,38	0,37	
	1	0,82	0,55	0,46	0,52	0,45	0,77	0,53	0,45	0,51	0,44	0,45	
	1,25	0,90	0,63	0,54	0,61	0,53	0,82	0,61	0,53	0,59	0,53	0,51	
	1,5	0,95	0,69	0,60	0,66	0,59	0,87	0,67	0,59	0,64	0,57	0,56	
	2	1,02	0,79	0,70	0,75	0,68	0,92	0,75	0,67	0,72	0,65	0,64	
	2,5	1,08	0,87	0,78	0,81	0,74	0,96	0,81	0,73	0,77	0,72	0,70	
	3	1,13	0,93	0,84	0,86	0,79	0,99	0,85	0,78	0,81	0,76	0,75	
	4	1,17	1,01	0,92	0,94	0,87	1,02	0,90	0,85	0,88	0,83	0,81	
	5	1,18	1,04	0,96	0,95	0,90	1,02	0,93	0,87	0,89	0,85	0,83	

- 3) Posteriormente se determina el rendimiento de la luminaria (η_L), normalmente si el fabricante no indica nada se toma el valor de 0,85. Y el factor de mantenimiento del local (f_m).
- 4) Una vez se han obtenido todos estos datos, se calcula el flujo luminoso (F_t), mediante la fórmula anteriormente indicada. Con el valor del flujo luminoso, se calcula el número de luminarias necesarias para cubrir las necesidades de flujo.

$$N = \frac{F_t}{F_L}$$

El tipo de luminarias a utilizar serán de acuerdo con esta tabla:

Tabla 2. Tipo de luminaria según la altura del local.

Altura local	Tipo de luminaria
hasta 4 m	Extensiva
de 4 a 6 m	Semi-extensiva
de 6 a 10 m	Semi-intensiva
más de 10 m	Intensiva

Es importante mantener unas distancias máximas entre luminarias en función del tipo de distribución de las luminarias. La distancia entre luminarias está en función de la altura h sobre el plano de trabajo. Según sea el ángulo de abertura del haz de la luminaria, habrán de tomarse diferentes distancias. En este caso:

- Para luminarias con distribución semi-extensiva:

$$d < 1,5 \times h$$

Anejo XII. Instalación de iluminación

- Para luminarias con distribución extensiva:

$$d < 1,6 \times h$$

El tipo de luminarias a utilizar serán:

Tabla 3. Tipo de luminarias utilizadas.

Tipo de luminaria	Potencia (W)	FL (lm)
Fluorescente de 2 tubos	58	10.800
Fluorescente de 2 tubos	36	6.700
Fluorescente de 2 tubos	18	2.700
Plafón LED	20	2000
Plafón LED	8	740
LED resistente baja temperatura	13	1.490
Vapor de sodio (AP)	150	14.000
Vapor de sodio (AP)	50	3.600

A continuación, se realiza el cálculo para cada zona de la planta, siguiendo el procedimiento reflejado anteriormente.

2.1. LUMINARIAS OFICINAS Y SERVICIOS

Las luminarias de todos los espacios que forman parte de las oficinas y servicios:

- Empotadas en el techo, a 3 m del suelo, y en el plano de trabajo se toma a 0,85 m por lo tanto la altura h para los cálculos de estas salas es 2,15 m.
- Reflectancia paredes y techo=0,8, debido a las paredes y techo de color blanco
- Reflectancia suelo=0,3 color medio.
- Factor de mantenimiento=0,8, porque se mantienen las dependencias en buen estado de limpieza.
- Tipo de luminarias: Extensivo, debido a la altura de colocación.

A continuación, se dimensionan las luminarias necesarias para cada sala.

Anejo XII. Instalación de iluminación

2.1.1. Vestuarios

Hay dos vestuarios con las mismas dimensiones, por lo tanto, ambas se realizan de la misma forma.

Se toma el valor de iluminancia de 120 lux, ya que es un vestuario. Para facilitar los cálculos dentro de las dependencias, se calcula el flujo necesario para los aseos y duchas por un lado y para el pasillo y cambiador por otro lado.

Las dimensiones de los aseos son de 1,95×0,92 m, y se requiere un flujo de 716 lm. Las dimensiones del cambiador, junto con el pasillo de acceso a los aseos son de 0,9×3,06 m para el pasillo y 4,9×3,84 m para la zona de cambiador. Se requiere un flujo de 1099 lm para el pasillo y de 5346 lm para el cambiador.

Finalmente se colocarán:

- Aseos: 1 plafón por cada aseo de 8 W de 740 lm. En total, se colocarán por cada vestuario 6 plafones led de potencia 8 W.
- Pasillo: 1 plafón led de potencia 20 W de 2000 lm.
- Cambiador: 3 plafones led de potencia 20 W de 2000 lm.

Respecto a la distancia máxima no se supera, ya que la máxima es de 3,44 al tratarse de una luminaria extensiva, y al colocarlas tal y como se refleja en el plano la distancia es inferior.

2.1.2. Comedor

El comedor posee unas dimensiones de 4,9×6,05 m y se toma un valor de luminancia de 300 lux. Se obtiene que, para la iluminación, se requiere un flujo de 19.036 lm.

Finalmente se colocarán 2 luminarias compuestas por dos tubos fluorescentes con una potencia de 2×58 W y un flujo luminoso cada una de 10.800 lm cada una.

Respecto a la distancia máxima no se supera, ya que la máxima es de 3,44 al tratarse de una luminaria extensiva, y al colocarlas tal y como se refleja en el plano la distancia es inferior.

Anejo XII. Instalación de iluminación

2.1.3. Oficinas

Las oficinas poseen unas dimensiones de 4,9×5,95 m y se toma un valor de luminancia de 500 lux. Se obtiene que, para la iluminación, se requiere un flujo de 31.202 lm.

Finalmente se colocarán 3 luminarias compuestas por dos tubos fluorescentes con una potencia de 2×58 W y un flujo luminoso cada una de 10.800 lm cada una.

Respecto a la distancia máxima no se supera, ya que la máxima es de 3,44 al tratarse de una luminaria extensiva, y al colocarlas tal y como se refleja en el plano la distancia es inferior.

2.1.4. Recepción

La recepción posee unas dimensiones de 5,9×3,6 m y se toma un valor de luminancia de 500 lux. Se obtiene que, para la iluminación, se requiere un flujo de 25.143 lm.

Finalmente se colocarán 4 luminarias compuestas por dos tubos fluorescentes con una potencia de 2×36 W y un flujo luminoso cada una de 6.700 lm cada una.

Respecto a la distancia máxima no se supera, ya que la máxima es de 3,44 al tratarse de una luminaria extensiva, y al colocarlas tal y como se refleja en el plano la distancia es inferior.

2.1.5. Pasillo

La recepción posee unas dimensiones de 0,9×26,2 m y se toma un valor de luminancia de 200 lux. Se obtiene que, para la iluminación, se requiere un flujo de 15.679 lm.

Finalmente se colocarán 9 luminarias, a pesar de necesitar 6 pero sino no cumple con la distancia mínima, compuestas por dos tubos fluorescentes con una potencia de 2×18 W y un flujo luminoso cada una de 2700 lm cada una.

Respecto a la distancia máxima no se supera, ya que la máxima es de 3,44 al tratarse de una luminaria extensiva, y al colocarlas tal y como se refleja en el plano la distancia es inferior.

Anejo XII. Instalación de iluminación

2.2. Luminarias de la sala de procesado

Las luminarias que se colocan en la sala de procesado:

- Colgadas del techo.
- Se considera uniforme la altura del techo, porque al ser una cubierta a dos aguas unas luminarias se descolgarán más que otras para estar a una misma altura.
- Todas tendrán una altura igual o superior a 1 metro, por lo que esta será la altura del plano de trabajo.
- Reflectancia=0,8, debido a las paredes y techo de color blanco.
- Reflectancia suelo=0,3 color medio.
- Factor de mantenimiento=0,8, porque se mantienen las dependencias en buen estado de limpieza.
- Valor de luminancia necesario=300 lux.
- Tipo de luminarias: Semi-extensiva, debido a la altura de colocación.
- La altura de colocación de las luminarias será de:

$$H = \frac{4}{5} * (6 - 1) = 4 \text{ m}$$

Para poder introducir las dimensiones de la sala en la fórmula, al no ser un rectángulo, se divide, por un lado, la zona de caldera con unas dimensiones de 6×4,8 m y por otro la zona de equipos con unas dimensiones 13,4×42,4 m.

Los lúmenes necesarios para la zona de caldera son 25.715 lm y para la zona de equipos de 288.231 lm.

Finalmente se colocarán:

- Zona de caldera: 2 lámparas de vapor de sodio de alta presión con una potencia de 150 W y 14.000 lm.
- Zona de equipos: 21 lámparas de vapor de sodio de alta presión con una potencia de 150 W y 14.000 lm. Se colocarán 24, para que cuadren mejor en la sala de acuerdo a su disposición.

En este caso, la distancia máxima a la que se puede colocar es de 6 m entre ellas y 3 metros de las paredes. Lo cual se cumple, tal y como se puede ver reflejado en el plano de iluminación.

Anejo XII. Instalación de iluminación

2.3. Luminarias del almacén de producto terminado

Las luminarias que se colocan en el almacén de producto terminado:

- Colgadas del techo.
- Se considera uniforme la altura del techo, porque al ser una cubierta a dos aguas unas luminarias se descolgarán más que otras para estar a una misma altura.
- El plano de trabajo varía en función de la altura del producto apilado, se considera de 0,85 m.
- Reflectancia=0,8, debido a las paredes y techo de color blanco.
- Reflectancia suelo=0,3 color medio.
- Factor de mantenimiento=0,8, porque se mantienen las dependencias en buen estado de limpieza.
- Valor de luminancia necesario=200 lux.
- Tipo de luminarias: Semi-extensiva, debido a la altura de colocación
- La altura de colocación de las luminarias será de:

$$H = \frac{4}{5} * (6 - 0,85) = 4,12 \text{ m}$$

- Las dimensiones del almacén son de 5,9×1,8 m

Los lúmenes necesarios para esta zona son 24.584 lm. Se utilizarán lámparas de vapor de sodio que requieren una potencia de 150 W y 14.000 lm.

Se colocarán 2 lámparas de este tipo. En este caso, la distancia máxima a la que se puede colocar es de 6,18 m entre ellas y 3,09 metros de las paredes. Lo cual se cumple, tal y como se puede ver reflejado en el plano de iluminación.

2.4. Luminarias del almacén de materias primas

Las luminarias que se colocan en el almacén de materias primas:

- Colgadas del techo.
- Se considera uniforme la altura del techo, porque al ser una cubierta a dos aguas unas luminarias se descolgarán más que otras para estar a una misma altura.
- El plano de trabajo varía en función de la altura del producto apilado, se considera de 0,85 m.
- Reflectancia=0,8, debido a las paredes y techo de color blanco.

Anejo XII. Instalación de iluminación

- Reflectancia suelo=0,3 color medio.
- Factor de mantenimiento=0,8, porque se mantienen las dependencias en buen estado de limpieza.
- Valor de luminancia necesario=200 lux.
- Tipo de luminarias: Semi-extensiva, debido a la altura de colocación
- La altura de colocación de las luminarias será de:

$$H = \frac{4}{5} * (6 - 0,85) = 4,12 \text{ m}$$

- Las dimensiones del almacén son de 5,9×1,8 m

Los lúmenes necesarios para esta zona son 7.062 lm. Se utilizarán lámparas de vapor de sodio de alta presión que requieren una potencia de 150 W y 14.000 lm.

Se colocará 1 lámpara de este tipo. En este caso, la distancia máxima a la que se puede colocar es de 6,18 m entre ellas y 3,09 metros de las paredes. Lo cual se cumple, tal y como se puede ver reflejado en el plano de iluminación.

2.5. Luminarias del almacén de limpieza

Las luminarias que se colocan en el almacén de limpieza:

- Colgadas del techo.
- Se considera uniforme la altura del techo, porque al ser una cubierta a dos aguas unas luminarias se descolgarán más que otras para estar a una misma altura.
- El plano de trabajo se considera de 0,85 m.
- Reflectancia=0,8, debido a las paredes y techo de color blanco.
- Reflectancia suelo=0,3 color medio.
- Factor de mantenimiento=0,8, porque se mantienen las dependencias en buen estado de limpieza.
- Valor de luminancia necesario=200 lux.
- Tipo de luminarias: Semi-extensiva, debido a la altura de colocación
- La altura de colocación de las luminarias será de:

$$H = \frac{4}{5} * (6 - 0,85) = 4,12 \text{ m}$$

- Las dimensiones del almacén son de 5,9×1,8 m

Anejo XII. Instalación de iluminación

Los lúmenes necesarios para esta zona son 7.062 lm. Se utilizarán lámparas de vapor de sodio de alta presión que requieren una potencia de 150 W y 14.000 lm.

Se colocará 1 lámpara de este tipo. En este caso, la distancia máxima a la que se puede colocar es de 6,18 m entre ellas y 3,09 metros de las paredes. Lo cual se cumple, tal y como se puede ver reflejado en el plano de iluminación.

2.6. Luminarias del almacén de envases

Las luminarias que se colocan en el almacén de envases:

- Colgadas del techo.
- Se considera uniforme la altura del techo, porque al ser una cubierta a dos aguas unas luminarias se descolgarán más que otras para estar a una misma altura.
- El plano de trabajo varía en función de la altura del producto apilado, se considera de 0,85 m.
- Reflectancia=0,8, debido a las paredes y techo de color blanco.
- Reflectancia suelo=0,3 color medio.
- Factor de mantenimiento=0,8, porque se mantienen las dependencias en buen estado de limpieza.
- Valor de luminancia necesario=200 lux.
- Tipo de luminarias: Semi-extensiva, debido a la altura de colocación
- La altura de colocación de las luminarias será de:

$$H = \frac{4}{5} * (6 - 0,85) = 4,12 \text{ m}$$

- Las dimensiones del almacén son de 5,9×1,8 m

Los lúmenes necesarios para esta zona son 23794 lm. Se utilizarán lámparas de vapor de sodio de alta presión que requieren una potencia de 150 W y 14.000 lm.

Se colocará 2 lámparas de este tipo. En este caso, la distancia máxima a la que se puede colocar es de 6,18 m entre ellas y 3,09 metros de las paredes. Lo cual se cumple, tal y como se puede ver reflejado en el plano de iluminación.

2.7. Luminarias de la sala de recepción de materias primas

Las luminarias que se colocan en la sala de recepción de materias primas:

Anejo XII. Instalación de iluminación

- Colgadas del techo.
- Se considera uniforme la altura del techo, porque al ser una cubierta a dos aguas unas luminarias se descolgarán más que otras para estar a una misma altura.
- El plano de trabajo varía en función de la altura del producto apilado, se considera de 0,85 m.
- Reflectancia=0,8, debido a las paredes y techo de color blanco.
- Reflectancia suelo=0,3 color medio.
- Factor de mantenimiento=0,8, porque se mantienen las dependencias en buen estado de limpieza.
- Valor de luminancia necesario=500 lux.
- Tipo de luminarias: Semi-extensiva, debido a la altura de colocación
- La altura de colocación de las luminarias será de:

$$H = \frac{4}{5} * (6 - 0,85) = 4,12 \text{ m}$$

- Las dimensiones del almacén son de 3,4×4,9 m

Los lúmenes necesarios para esta zona son 27693 lm. Se utilizarán lámparas de vapor de sodio de alta presión que requieren una potencia de 150 W y 14.000 lm.

Se colocará 2 lámparas de este tipo. En este caso, la distancia máxima a la que se puede colocar es de 6,18 m entre ellas y 3,09 metros de las paredes. Lo cual se cumple, tal y como se puede ver reflejado en el plano de iluminación.

2.8. Luminarias de la cámara de refrigeración

Las luminarias que se colocan en la cámara de refrigeración:

- Colgadas del techo.
- La altura del techo es de 1,88 m.
- El plano de trabajo 0,85 m.
- Reflectancia=0,8, debido a las paredes y techo de color blanco.
- Reflectancia suelo=0,3 color medio.
- Factor de mantenimiento=0,8, porque se mantienen las dependencias en buen estado de limpieza.
- Valor de luminancia necesario=50 lux, al ser una cámara frigorífica.
- Tipo de luminarias: Extensiva, debido a la altura de colocación

Anejo XII. Instalación de iluminación

- La altura de colocación de las luminarias será de:

$$H = \frac{4}{5} * (1,88 - 0,85) = 0,824 \text{ m}$$

A pesar de que la altura de colocación sea de 0,824 se decide colocar colgadas a 1,88 de altura porque se considera que es una altura muy reducida para el movimiento del operario dentro de la cámara.

- Las dimensiones del almacén son de 3,4×4,9 m

Los lúmenes necesarios para esta zona son 1.828 lm. Se utilizarán luminarias LED que requieren una potencia de 13 W y 1490 lm.

Se necesitan 2 lámparas de este tipo, pero se colocarán 4. Porque en este caso, la distancia máxima a la que se puede colocar es de 2,88 m entre ellas y 1,44 metros de las paredes. Lo cual se cumple, tal y como se puede ver reflejado en el plano de iluminación colocando 4 luminarias.

2.9. Luminarias exteriores

El alumbrado exterior de la nave se llevará a cabo con lámparas de vapor de sodio (AP), las cuales están preparadas para ser acopladas en la fachada de la nave en todo su contorno a una altura de 4 metros, ubicadas para alumbrar la zona de entrada de materias primas, operarios y salida de producto terminado, principalmente.

Las necesidades de alumbrado exterior se calculan mediante la siguiente expresión:

$$F_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_c}$$

Donde:

- F_T : Flujo luminoso de cada lámpara en lúmenes.
- E: Nivel de iluminación.
- S: Superficie.
- η : Rendimiento de iluminación.
- F_c : Coeficiente de conservación.

Se iluminarán alrededor de la industria a una altura de 3 m con un nivel de iluminación de 70 lux. El rendimiento de iluminación se obtendrá de las curvas de utilización de la

Anejo XII. Instalación de iluminación

luminaria y se tomará como coeficiente de conservación 0,75. El rendimiento de utilización obtenido de las curvas es 0,43.

Para calcular la separación máxima entre luminarias exteriores, se utiliza la siguiente expresión:

$$14000 \text{ lm} = \frac{70 \text{ lux} \times S}{0,75 \times 0,43}$$

$$S = 64,5$$

La separación máxima entre luminarias, será:

$$\frac{S}{3} = \frac{64,5}{3} = 21,5 \text{ m}$$

Se deberán colocar luminarias, como mínimo cada 21,5 m. Por lo tanto, en la fachadas hastiales se colocarán 2 y en la fachadas longitudinales 4.

En total, se colocarán 12 luminarias de vapor de sodio de 150 W y 14.000 lm.

2.10. Luminarias de emergencia

Tal y como se refleja en el Anejo de Protección contra Incendios, se debe tener en la planta un sistema de alumbrado de emergencia. El cual debe estar provisto de su propia energía, mediante batería de acumuladores y entra automáticamente en funcionamiento cuando se produce un fallo del 70% de su tensión nominal de servicio. Este sistema debe mantenerse en servicio durante una hora como mínimo desde el momento de fallo.

Se colocarán en las salidas de las distintas áreas de la industria y en las señales indicadoras de la dirección de salida de las mismas. Es importante instalar el alumbrado de emergencia sobre el Cuadro General de Distribución.

Se han elegido dos tipos de luminarias de emergencia, que son tubos lineales fluorescentes, en función de la superficie cubierta por cada luminaria. Ambos modelos, están fabricados según las normas de la UNE-EN 60 598.2.22 y UNE 20 392-93, ambas de obligado cumplimiento.

Las luminarias de alumbrado de emergencia serán:

Anejo XII. Instalación de iluminación

- Tipo 1: Nivel de iluminación de 170 lm, autonomía de 1 hora, potencia de 6 W y cubre una superficie de 34 m².
- Tipo 2: Nivel de iluminación de 360 lm, autonomía de 1 hora, potencia de 8 W y cubre una superficie de 72 m².

Tabla 4. Distribución luces de emergencia.

Zona	Superficie (m²)	Tipo	N_{lum}	Potencia (W)
Vestuario masculino	33,81	1	1	6
Vestuario femenino	33,81	1	1	6
Comedor	29,64	1	1	6
Oficinas	29,15	1	1	6
Recepción	18	1	1	6
Pasillo	23,58	1	1	6
Sala de procesado	617,24	2	9	72
Almacén producto terminado	51,92	2	1	8
Almacén MP	10,62	1	1	6
Almacén limpieza	10,62	1	1	6
Almacén envases	44,16	2	1	8
Zona de recepción de MP	16,66	1	1	6
Cámara de refrigeración	16,16	1	1	6
Total			22	152

Anejo XII. Instalación de iluminación

2.11. RESUMEN DEL ALUMBRADO

Tabla 5. Tabla resumen alumbrado

Elemento		Potencia (W)	Número	Potencia total (W)
Vestuario masculino	Aseo/Ducha	8	6	48
	Cambiador	20	3	60
	Pasillo	20	1	20
Vestuario Femenino	Aseo/Ducha	8	6	48
	Cambiador	20	3	60
	Pasillo	20	1	20
Comedor		2×58	2	232
Oficinas		2×58	3	348
Recepción		2×36	4	288
Pasillo		2×18	9	324
Sala de procesado		150	26	3900
Almacén de producto terminado		150	2	300
Almacén de MP		150	1	150
Almacén de limpieza		150	1	150
Almacén de envases		150	2	300
Sala de recepción de MP		150	3	450
Cámara de refrigeración		13	4	52
Zona exterior		150	16	2400
Emergencia tipo 1 y 2*		6 / 8	22	288

*Cada tipo se refleja en la tabla 4.

Anejo XII. Instalación de iluminación

3. RECEPTORES DE FUERZA

En la tabla 6 se muestran todos los elementos de fuerza que hay en la instalación, con la potencia requerida en cada uno de ellos y el tipo de corriente.

Tabla 6. Elementos de fuerza de la instalación.

Elemento	Corriente	Potencia (W)	Número	Potencia total
EQUIPOS PROCESADO DEL ESPÁRRAGO				
Báscula	Trifásica	200	1	200
Escaldador	Trifásica	3.400	1	3.400
Cinta	Trifásica	400	1	400
Elevador	Trifásica	800	1	800
Calibradora	Trifásica	800	1	800
Cinta retirada subproductos	Trifásica	200	1	200
Mesa embotado y transporte	Trifásica	400	1	400
Peladora	Trifásica	1200	1	1200
Criba preselección	Trifásica	800	1	800
Escaldador-Elevador	Trifásica	200	1	200
Calibradora	Trifásica	400	1	400
Cinta retirada subproductos	Trifásica	200	1	200
Peladora	Trifásica	1200	1	1200
Dosificadora	Trifásica	200	1	200
Depósito líquido de gobierno	Trifásica	400	1	400
Precalentador	Trifásica	200	1	200
Cerradora	Trifásica	4500	1	4500
Autoclave	Trifásica	2000	1	2000
Compresor	Trifásica	558.000	1	558.000
Evaporador	Monofásica	240	1	240

Anejo XII. Instalación de iluminación

Ventilador		Monofásica	160	1	160
Caldera		Trifásica	10.000	1	10.000
DEPENDENCIAS DE LA PLANTA					
Enchufe recepción		Monofásica	3500	1	3500
Alumbrado recepción		Monofásica	2×36	4	288
Enchufe pasillo		Monofásica	3500	1	3500
Alumbrado pasillo		Monofásica	2×18	9	324
Enchufe vestuario masc.		Monofásica	3500	2	3500
Calentador eléctrico vest masc.		Trifásico	2200	1	2200
Alumbrado vest masc	Aseo/Ducha	Monofásica	8	6	48
	Cambiador	Monofásica	20	3	60
	Pasillo	Monofásica	20	1	20
Enchufe vestuario fem.		Monofásica	3500	2	3500
Alumbrado vest fem	Aseo/Ducha	Monofásica	8	6	48
	Cambiador	Monofásica	20	3	60
	Pasillo	Monofásica	20	1	20
Enchufe comedor		Monofásica	3500	4	3500
Alumbrado comedor		Monofásica	2×58	2	232
Enchufe oficinas		Monofásica	3500	4	3500
Alumbrado oficinas		Monofásica	2×58	3	348
Enchufe almacén de limpieza		Monofásica	3500	1	3500
Alumbrado almacén limpieza		Monofásica	150	1	150
Enchufe almacén MP		Monofásica	3500	1	3500
Alumbrado almacén MP		Monofásica	150	1	150
Enchufe almacén producto terminado		Monofásica	3500	2	3500
Alumbrado almacén producto terminado		Monofásica	150	2	300

Anejo XII. Instalación de iluminación

Alumbrado cámara de refrigeración	Monofásica	13	4	52
Enchufe recepción MP	Monofásica	350	2	3500
Alumbrado recepción MP	Monofásica	150	3	450
Enchufe almacén envases	Monofásica	3500	2	3500
Alumbrado almacén envases	Monofásica	150	2	300
Enchufe sala de procesado	Monofásica	3500	6	3500
Alumbrado sala procesado	Monofásica	150	26	3900
Alumbrado zona exterior	Monofásica	150	16	2400
Alumbrado emergencia	Monofásica	6/8	22	288

Esto servirá como base para el cálculo del Anejo XIII. Instalación eléctrica.

ANEJO XIII:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ANEJO XIII: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1	Descripción del proyecto	3
1.1	Parámetros generales del proyecto	3
1.2	Parámetros de cálculo del cableado	3
1.3	Listado de cargas.....	3
2	Diseño general de la instalación.....	5
2.1	Listado de aparamenta	5
3	Notas de cálculo.....	8
3.1	Circuitos de la fuente.....	8
3.2	Circuitos de la batería de condensadores.....	12
3.3	Circuitos del alimentador	15
3.4	Circuitos de carga genérica	21
3.5	Circuitos de carga de la iluminación	87
3.6	Circuitos de carga de las tomas de corriente	144
3.7	Conjunto del regulador de arranque.....	180
3.8	Circuitos del juego de barras.....	182

1 Descripción del proyecto

1.1 Parámetros generales del proyecto

Instalación simple	IEC60364
Cálculo simple	TR50480
Norma interruptores automáticos	IEC 60947-2
Frecuencia	50 Hz

1.2 Parámetros de cálculo del cableado

CSA máxima 240 mm²

1.3 Listado de cargas

1.3.1 Cargas genéricas

Nombre	Sr (kVA)	Pr (kW)	Ir (A)	Cosφ	Nbr	Polaridad	Carga no lineal	THDi 3 (%)
AA 9	0.941	0.8	1.36	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 6	3.78	3.4	5.45	0.9	1	3F+ N	No	0
AA 7	0.444	0.4	0.642	0.9	1	3F+ N	No	0
AA 10	0.941	0.8	1.36	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 11	0.235	0.2	0.34	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 12	0.471	0.4	0.679	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 13	1.41	1.2	2.04	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 14	0.941	0.8	1.36	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 15	0.235	0.2	0.34	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 16	0.471	0.4	0.679	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 17	0.235	0.2	0.34	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 18	1.41	1.2	2.04	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 19	0.235	0.2	0.34	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 20	0.471	0.4	0.679	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 21	0.235	0.2	0.34	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 22	5.29	4.5	7.64	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 23	2.35	2	3.4	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 24	11.8	10	17	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 43	0.235	0.2	0.34	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 49	0.282	0.24	0.408	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 50	0.188	0.16	0.272	0.85	1	3F+ N	No	0
AA 72	2.59	2.2	3.74	0.85	1	3F+ N	No	0

1.3.2 Tomas de corriente

Nombre	Sr (kVA)	Pr (kW)	Ir (A)	Cosφ	Nbr	Polaridad	Carga no lineal	THDi 3 (%)
AA 27	3.7	3.14	16	0.85	1	F+N	No	0
AA 56	3.7	3.14	16	0.85	1	F+N	No	0
AA 59	3.7	3.14	16	0.85	1	F+N	No	0
AA 63	3.7	3.14	16	0.85	1	F+N	No	0
AA 70	3.7	3.14	16	0.85	1	F+N	No	0
AA 70	3.7	3.14	16	0.85	1	F+N	No	0
(1)								
AA 70	3.7	3.14	16	0.85	1	F+N	No	0
(2)								
AA 70	3.7	3.14	16	0.85	1	F+N	No	0
(2) (1)								
AA 70	3.7	3.14	16	0.85	1	F+N	No	0
(2) (2)								
AA 70	3.7	3.14	16	0.85	1	F+N	No	0
(2) (3)								
AA 70	3.7	3.14	16	0.85	1	F+N	No	0
(2) (4)								

ANEJO XIII: Instalación eléctrica

AA 70 (2) (5)	3.7	3.14	16	0.85	1	F+N	No	0
------------------	-----	------	----	------	---	-----	----	---

1.3.3 Distribución de la iluminación

Nombre	Tipo de lámpara	Lámpara (W)	P Balasto (W)	N.º de lámparas/luminarias	N.º de luminarias
EA 30	Vapor de sodio a alta presión	150	15	1	26
EA 29	Vapor de sodio a alta presión	150	15	1	4
EA 31	Tubo fluorescente electrónico	7	1.25	1	1
EA 52	LED	13	1.25	1	4
EA 53	Vapor de sodio a alta presión	150	15	1	1
EA 60	Vapor de sodio a alta presión	150	15	2	3
EA 61	Vapor de sodio a alta presión	150	15	1	2
EA 62	Tubo fluorescente electrónico	5	1.25	1	5
EA 67	Fluorescente con balasto electrónico	36	9	2	4
EA 71	Tubo fluorescente electrónico	18	1.25	2	9
EA 73	LED	15	1.25	8	1
EA 73 (1)	LED	15	1.25	8	1
EA 71 (1)	Fluorescente con balasto electrónico	58	14.5	2	2
EA 71 (2)	Fluorescente con balasto electrónico	58	14.5	2	3
EA 71 (3)	Vapor de sodio a alta presión	150	15	1	1
EA 71 (4)	Vapor de sodio a alta presión	150	15	1	1
EA 71 (5)	Vapor de sodio a alta presión	150	15	1	2
EA 71 (6)	Vapor de sodio a alta presión	150	15	1	6
EA 71 (7)	Tubo fluorescente electrónico	7	1.25	1	9

1.3.4 Cargas del motor

Nombre	Sr (kVA)	Pr (kW)	Ir (A)	cosφ	Nbr	Polaridad	Carga no lineal	THDi 3 (%)
MA 48	67.2	57.8	97	0.86	1	3F	No	0

2 Diseño general de la instalación

2.1 Listado de aparamenta

2.1.1 Transformador de MT/BT

Nombre	N.º	Rango	Aislamiento	Sr (kVA)	ukrT (%)	Conexión	U2 (V)	SEA	Rb (mΩ)
TA 42	1	Trihal	Aislamiento seco	250	6	WC	420	TT	10000

2.1.2 Juego de barras y cuadros de BT

Nombre del cuadro	Rango	Calibre (A)	IP
UC 3	Cualquiera	0.00	Sin definir
UC 38	Cualquiera	0.00	Sin definir
UC 41	Cualquiera	0.00	Sin definir

Nombre del juego de barras	Nombre del cuadro	Ks	Polaridad	SEA	Conexión equipotencial
WC 2	UC 3	1	3F+ N	TT	Con
WC 37	UC 38	1	3F+ N	TT	Sin
WC 40	UC 41	1	3F+ N	TT	Sin

2.1.3 Interruptor automatic

Nombre	Nbr	Rango - Designación	Calibre (A)	Polos	Curva de disparo/unidad de control	Bloque diferencial	Clase de bloque diferencial
QA 9	1	iC60 - iC60L	1.6	4P4d	B		
QA 6	1	iC60 - iC60N	6	4P4d	C	Vigi iC60	AC
QA 7	1	iC60 - iC60N	1	4P4d	C		
QA 10	1	iC60 - iC60L	1.6	4P4d	C	Vigi iC60	A
QA 11	1	iC60 - iC60N	0.5	4P4d	C		
QA 12	1	iC60 - iC60N	1	4P4d	C		
QA 13	1	iC60 - iC60N	3	4P4d	C	Vigi iC60	AC
QA 14	1	iC60 - iC60L	1.6	4P4d	B		
QA 15	1	iC60 - iC60N	0.5	4P4d	C		
QA 16	1	iC60 - iC60N	1	4P4d	C		
QA 17	1	iC60 - iC60N	0.5	4P4d	C		
QA 18	1	iC60 - iC60N	3	4P4d	C	Vigi iC60	AC
QA 19	1	iC60 - iC60N	0.5	4P4d	C		
QA 20	1	iC60 - iC60N	1	4P4d	C		
QA 21	1	iC60 - iC60N	0.5	4P4d	C		
QA 22	1	iC60 - iC60N	10	4P4d	C	Vigi iC60	AC
QA 23	1	iC60 - iC60N	4	4P4d	C	Vigi iC60	A
QA 24	1	iC60 - iC60N	20	4P4d	C	Vigi iC60	AC
QA 27	1	iC60 - iC60N	16	2P1d	C	Vigi iC60	A
QA 30	1	iC60 - iC60N	25	2P1d	C		
QA 29	1	iC60 - iC60N	4	2P1d	C		
QA 31	1	iC60 - iC60N	0.5	2P1d	C		
QA 34	1	Compact NSX - NSX100F	100	4P4d	TM-D	iID 63	A
QA 34bis	1	iC60 - iC60N	63	4P4d	C		
QA 85	1	Acti9 C120 - C120N	125	4P4d	C		
QA 42	1	Compact NSX - NSX400N	400	4P4d	Micrologic 5.3 E	Vigi MB	A
QA 43	1	iC60 - iC60N	0.5	4P4d	C		
QA 48	1	Compact NSX -	160	3P3d	MA		

ANEJO XIII: Instalación eléctrica

NSX160F							
QA 49	1	iC60 - iC60N	0.5	4P4d	C		
QA 50	1	iC60 - iC60N	0.5	4P4d	C		
QA 52	1	iC60 - iC60N	0.5	2P1d	C		
QA 53	1	iC60 - iC60N	1	2P1d	C		
QA 56	1	iC60 - iC60N	16	2P1d	C	Vigi iC60	A
QA 59	1	iC60 - iC60N	16	2P1d	C	Vigi iC60	A
QA 60	1	iC60 - iC60N	2	2P1d	C		
QA 61	1	iC60 - iC60N	2	2P1d	C		
QA 62	1	iC60 - iC60N	0.5	2P1d	C		
QA 63	1	iC60 - iC60N	16	2P1d	C	Vigi iC60	AC
QA 67	1	iC60 - iC60N	2	2P1d	C		
QA 70	1	iC60 - iC60N	16	2P1d	C	Vigi iC60	A
QA 71	1	iC60 - iC60N	0.5	4P4d	C		
QA 70 (1)	1	iC60 - iC60N	16	2P1d	C	Vigi iC60	A
QA 70 (2)	1	iC60 - iC60N	16	2P1d	C	Vigi iC60	A
QA 72	1	iC60 - iC60N	4	4P4d	C	Vigi iC60	AC
QA 73	1	iC60 - iC60N	1	2P1d	C		
QA 73 (1)	1	iC60 - iC60N	1	2P1d	C		
QA 70 (2) (1)	1	iC60 - iC60N	16	2P1d	C	Vigi iC60	A
QA 70 (2) (2)	1	iC60 - iC60N	16	2P1d	C	Vigi iC60	A
QA 70 (2) (3)	1	iC60 - iC60N	16	2P1d	C	Vigi iC60	A
QA 70 (2) (4)	1	iC60 - iC60N	16	2P1d	C	Vigi iC60	A
QA 70 (2) (5)	1	iC60 - iC60N	16	2P1d	C	Vigi iC60	A
QA 71 (1)	1	iC60 - iC60L	1.6	2P2d	C		
QA 71 (2)	1	iC60 - iC60N	3	2P1d	C		
QA 71 (3)	1	iC60 - iC60N	1	2P1d	C		
QA 71 (4)	1	iC60 - iC60N	1	2P1d	C		
QA 71 (5)	1	iC60 - iC60N	2	2P1d	C		
QA 71 (6)	1	iC60 - iC60N	6	2P1d	C		
QA 71 (7)	1	iC60 - iC60N	0.5	2P1d	C		
QA 82	1	Acti9 C120 - C120N	100	3P3d	C		

2.1.4 Interruptor

Nombre	N.º	Rango	Calibre (A)	Poi	Bloque diferencial	Clase de bloque diferencial
QB 85	1	Compac 125		4P		
		t INS40-160				
QB 42	1	Compac 400		4P		
		t INS250_100-630				

2.1.5 Programa de cables

Nombre	N.º	Entrada	Alimentador	Tipo	Aislamiento	L (m)	L1/L2/L3	N	PE/PEN
WD 30	1	QA 30	EA 30	Multiconductor	PVC	71	1x10 Cobre	1x10 Cobre	1x10 Cobre
				or					
WD 29	1	QA 29	EA 29	Multiconductor	PVC	66	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
				or					
WD 71 (6)	1	QA 71 (6)	EA 71 (6)	Multiconductor	PVC	54	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
				or					
WD 71 (7)	1	QA 71 (7)	EA 71 (7)	Multiconductor	PVC	49	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
				or					
WD 23	1	QA 23	AA 23	Multiconductor	PVC	47	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
				or					
WD 24	1	QA 24	AA 24	Multiconductor	PVC	44	1x4 Cobre	1x4 Cobre	1x4 Cobre

ANEJO XIII: Instalación eléctrica

WD 22	1	QA 22	AA 22	or Multiconduct	PVC	42	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 21	1	QA 21	AA 21	or Multiconduct	PVC	39	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 31	1	QA 31	EA 31	or Multiconduct	PVC	35	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 20	1	QA 20	AA 20	or Multiconduct	PVC	35	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 19	1	QA 19	AA 19	or Multiconduct	PVC	35	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 13	1	QA 13	AA 13	or Multiconduct	PVC	29	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 12	1	QA 12	AA 12	or Multiconduct	PVC	29	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 34	1	QA 34	QA 34bis	or Multiconduct	PVC	26	1x16 Cobre	1x16 Cobre	1x16 Cobre
WD 11	1	QA 11	AA 11	or Multiconduct	PVC	24	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 71	1	QA 71	EA 71	or Multiconduct	PVC	23	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 70	1	QA 70	AA 70	or Multiconduct	PR	22	1x2.5 Cobre	1x2.5 Cobre	1x2.5 Cobre
(2)		(2)	(2)	or					
WD 70	1	QA 70	AA 70	or Multiconduct	PVC	22	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
(1)		(1)	(1)	or					
WD 10	1	QA 10	AA 10	or Multiconduct	PVC	21	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 9	1	QA 9	AA 9	or Multiconduct	PR	21	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 70	1	QA 70	AA 70	or Multiconduct	PVC	20	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD	1	QA 42	QB 42	or Multiconduct	PR	20	1x150 Cobre	1x150 Cobre	1x95 Cobre
42bis				or					
WD 7	1	QA 7	AA 7	or Multiconduct	PVC	19	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 71	1	QA 71	EA 71	or Multiconduct	PVC	18	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
(5)		(5)	(5)	or					
WD 18	1	QA 18	AA 18	or Multiconduct	PVC	17	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 17	1	QA 17	AA 17	or Multiconduct	PVC	17	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 16	1	QA 16	AA 16	or Multiconduct	PVC	17	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 70	1	QA 70	AA 70	or Multiconduct	PVC	16	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
(2) (5)		(2) (5)	(2) (5)	or					
WD 61	1	QA 61	EA 61	or Multiconduct	PVC	16	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 6	1	QA 6	AA 6	or Multiconduct	PVC	16	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 73	1	QA 73	EA 73	or Multiconduct	PVC	14	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
(1)		(1)	(1)	or					
WD 73	1	QA 73	EA 73	or Multiconduct	PVC	14	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 72	1	QA 72	AA 72	or Multiconduct	PVC	14	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 15	1	QA 15	AA 15	or Multiconduct	PVC	14	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 50	1	QA 50	AA 50	or Multiconduct	PVC	13	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 49	1	QA 49	AA 49	or Multiconduct	PVC	13	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre	1x1.5 Cobre
WD 48	1	QA 48	MA 48	or Multiconduct	PVC	13	1x35 Cobre		1x35 Cobre

ANEJO XIII: Instalación eléctrica

WD 70	1	QA 70	AA 70	or Multiconduct	PVC	12	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
(2)	(2)	(2)	(2)	or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 14	1	QA 14	AA 14	Multiconduct	PVC	12	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
				or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 71	1	QA 71	EA 71	Multiconduct	PVC	11	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
(3)	(3)	(3)	(3)	or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 52	1	QA 52	EA 52	Multiconduct	PVC	11	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
				or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 71	1	QA 71	EA 71	Multiconduct	PVC	10	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
(4)	(4)	(4)	(4)	or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 60	1	QA 60	EA 60	Multiconduct	PVC	10	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
				or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 70	1	QA 70	AA 70	Multiconduct	PVC	9	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
(2)	(4)	(2)	(4)	or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 71	1	QA 71	EA 71	Multiconduct	PVC	8	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
(2)	(2)	(2)	(2)	or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 70	1	QA 70	AA 70	Multiconduct	PVC	8	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
(2)	(3)	(2)	(3)	or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 70	1	QA 70	AA 70	Multiconduct	PVC	8	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
(2)	(1)	(2)	(1)	or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 59	1	QA 59	AA 59	Multiconduct	PVC	8	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
				or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 56	1	QA 56	AA 56	Multiconduct	PVC	8	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
				or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 53	1	QA 53	EA 53	Multiconduct	PVC	7	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
				or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 71	1	QA 71	EA 71	Multiconduct	PVC	6	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
(1)	(1)	(1)	(1)	or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 82	1	QA 82	CA 82	Multiconduct	PR	5	1x25	Cobre	1x25 Cobre	
				or						
WD 67	1	QA 67	EA 67	Multiconduct	PVC	5	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
				or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 62	1	QA 62	EA 62	Multiconduct	PVC	5	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
				or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 42	1	TA 42	QA 42	Multiconduct	PR	5	1x150	1x150	1x95 Cobre	
				or			Cobre	Cobre		
WD 85	1	QA 85	QB 85	Multiconduct	PR	5	1x35	Cobre	1x35 Cobre	1x16 Cobre
				or						
WD 27	1	QA 27	AA 27	Multiconduct	PVC	5	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
				or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 63	1	QA 63	AA 63	Multiconduct	PVC	4	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
				or			Cobre	Cobre	Cobre	
WD 43	1	QA 43	AA 43	Multiconduct	PVC	4	1x1.5	1x1.5	1x1.5	
				or			Cobre	Cobre	Cobre	

2.1.6 Cable de MT

Nombr e	Nbr	Designación	CSA (mm ²)	Icc (A)	In (A)	Un (kV)
MVWD	1	NA	1 x 150 Al	13.3	308	24
42						

3 Notas de cálculo

3.1 Circuitos de la fuente

3.1.1 CircuitoRed MT/BT

MT alimentación	W 42
-----------------	------

Potencia de cortocircuito Máx.	250 MVA
Potencia de cortocircuito Mín.	125 MVA
Cable de MT	MVWD 42
Parámetros	
Longitud	10 m
Tipo de cable	Unipolar
I _b	10 A
Nb conductor de fase del	1
Sección	1 x 150 Al mm ²
Ánima	Aluminio
Resistencia a la corriente de cortocircuito	13.3 kA
Tensión de asignado	15 kV
Tensión de aislamiento	24 kV

Transformador MT/BT	TA 42
Gama	Trihal
Tecnología	Aislamiento seco
S _{rT}	250 kVA
u _{krt}	6 %
Tipo de pérdidas	AoAk
P _{krt}	3400 W
Esquema de puesta a tierra (BT)	TT
Acoplamiento MT	WC
Acoplamiento BT	yn
U _{rTo} BT	420V
U _r BT	400V
R _b (puesta en tierra del neutro)	10000 mΩ
R _a (puesta en tierra de las masas)	10000 mΩ

Cable	WD 42
Parámetros	
Longitud	5 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PR
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
I _b	361 A
Limitación de dimensionamiento	I _z
Información de dimensionamiento	Dimensionada con I _r
Factores de corrección	
Factor de temperatura	0.91
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.91

Fase seleccionada	
Sección	1x150 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	363 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x150 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	363 A
PE seleccionado	
Sección	1x95 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	6.18	5.35	6.10	4.28	4.88	0.02	NA	0.03

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	6.18	5.35	6.10	4.28	4.88	0.02	NA	0.03

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Protección	QA 42
Ib	361 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	Compact NSX
Designación	NSX400N
Circuito nominal del interruptor	400 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	Micrologic 5.3 E
Trip calificación unidad	400 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	361 A
Tr	16 s
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	3249 A
T _{sd}	0.4 s
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	4800 A

Resultados discriminación
Previo Límite discriminación

Modo Operativo Normal	
NA	Selectividad no calculada: no hay protección BT aguas arriba

Designación RCD	Vigi MB
Clase	A
I Δ n	3000 mA
Tiempo de la rotura	0.8 s
Δ t	0.31 s
Discriminación	NA
Tiempo de descanso normativo requerido	[0.00 ; 1.00] s
Normativa sensibilidad requerida	[0.03 ; 4.99] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

NA	Selectividad no calculada
----	---------------------------

Cable WD 42bis

Parámetros	
Longitud	20 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PR
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
I _b	361 A
Limitación de dimensionamiento	I _z
Información de dimensionamiento	Dimensionada con I _r

Factores de corrección

Factor de temperatura	0.91
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.91

Fase seleccionada

Sección	1x150 mm ²
Ánima	Cobre
I _z	363 A

Neutro seleccionado

Sección	1x150 mm ²
Ánima	Cobre
I _z	363 A

PE seleccionado	
Sección	1x95 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito								
	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	5.88	5.09	5.54	4.07	4.40	0.02	NA	0.03

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	5.88	5.09	5.54	4.07	4.40	0.02	NA	0.03

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Interruptor	QB 42
Gama	Compact INS250_100-630
Descripción	INS400
Calibre	400 A
Icm (poder de cierre)	50 kA
Icw	20 kA - 1 s.
Cordinación con el interruptor automático aguas arriba	Sí
Estabilidad al cortocircuito reforzada	50 kA
Número de polos	4

3.2 Circuitos de la batería de condensadores

3.2.1 Circuito Condensadores 82

Protección	QA 82
Ib	72.2 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	Acti9 C120
Designación	C120N
Circuito nominal del interruptor	100 A
Poder de corte	10 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	3P3d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	100 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	100 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente Isd	NA
Tsd	NA
Disparo instantáneo	
Corriente Ii	OFF

Resultados discriminación
Previo **Límite discriminación**

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable **WD 82**

Parámetros

Longitud	5 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PR
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	72 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir

Factores de corrección

Factor de temperatura	0.91
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.91

Fase seleccionada

Sección	1x25 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	116 A

PE seleccionado

Sección	1x25 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
 Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	5.88	5.09	0.00	4.07	0.00	0.01	0.00	0.01
------	------	------	------	------	------	------	------	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
------	----	----	----	----	----	----	----	----

ANEJO XIII: Instalación eléctrica

LV batería de condensadores	CA 82
Cos φ objetivo	0.928
Potencia reactiva aguas abajo a compensar	28.4 kvar
Potencia reactiva aguas arriba a compensar	12.5 kvar
Rango de batería de condensadore	VarSet
Qr de la batería de condensadores	50 kvar

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Paso	2x6,25+12,5+25
Acuerdo	N/A
U	400 V
Frecuencia	50 Hz
Polución Gh/Sn	NA %
Tipo de corrección	Classic
P.F. tras corrección	0.948

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal				
(A)	72.169	72.169	72.169	0

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	72.169	72.169	72.169	NA

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito
Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	0.690	0.000
ΔU_{L1L2} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L1N} (%)	0.690	0.000
ΔU_{L2N} (%)	0.690	0.000
ΔU_{L3N} (%)	0.690	0.000

3.3 Circuitos del alimentador

3.3.1 Circuito Interconexión 85

Protección		QA 85
Ib		114 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		Acti9 C120
Designación		C120N
Circuito nominal del interruptor		125 A
Poder de corte		10 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		125 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		125 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF
Resultados discriminación		
Previo	Límite discriminación	
Modo Operativo Normal		
QA 42	Selectividad total	
NSX400N		
Micrologic 5.3 E		
400 A / 4P4d		

Cable		WD 85
Parámetros		
Longitud		5 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación		31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		E
Tipo de cable		Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Cdad de circuitos juntos suplementarios		Multiconductor
Aislante		NA
Temperatura ambiente		PR
THDI de rango 3 en el neutro		40 °C
Ib		NA %
Limitación de dimensionamiento		114 A
Información de dimensionamiento		Iz
Factores de corrección		
Factor de temperatura		Dimensionada con Ir
Cuadro de referencia normativa		0.91
Factor de resistividad térmica del		B-52-14
Referencia de tabla estándar		1
Factor de neutro cargado		B-52-16
		1
Cuadro de referencia normativa		E-52-1
Factor de agrupamiento		1
Cuadro de referencia normativa		B-52-20
Usuario factor de corrección		1
Factor global		0.91

Fase seleccionada	
Sección	1x35 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	144 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x35 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	144 A
PE seleccionado	
Sección	1x16 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito								
	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	5.72	4.96	5.23	3.94	4.11	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	5.72	4.96	5.23	3.94	4.11	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Interruptor		QB 85
Gama		Compact INS40-160
Descripción		INS125

Calibre	125 A
Icm (poder de cierre)	20 kA
Icw	5.5 kA - 1 s.
Cordinación con el interruptor automático aguas arriba	No
Estabilidad al cortocircuito reforzada	NA
Número de polos	4

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	102.448	114.315	114.019	11.7
-----	---------	---------	---------	------

Resumen para todos los modos de explotación

(A)	102.448	114.315	114.019	11.7
-----	---------	---------	---------	------

Caídas de tensión

	Acumuladas aguas arriba	Circuito
--	-------------------------	----------

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.844	0.154
ΔU_{L1L2} (%)	0.965	0.169
ΔU_{L2L3} (%)	0.974	0.178
ΔU_{L3L1} (%)	0.965	0.169
ΔU_{L1N} (%)	0.844	0.154
ΔU_{L2N} (%)	0.859	0.170
ΔU_{L3N} (%)	0.859	0.169

3.3.2 CircuitoSalida Subcuadro 1

Protección		QA 34
Ib		59.7 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		Compact NSX
Designación		NSX100F
Circuito nominal del interruptor		100 A
Poder de corte		36 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		50
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		TM-D
Trip calificación unidad		63 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		63 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Designación RCD		iID 63
Clase		A
I _{Δn}		500 mA
Tiempo de la rotura		0.04 s
Δt		NA s
Discriminación		NA
Tiempo de descanso normativo requerido		[0.00 ; 1.00] s
Normativa sensibilidad requerida		[0.03 ; 5.06] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

Vigi MB (QA 42) Selectividad total

Cable		WD 34
Parámetros		
Longitud		26 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación		31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		60 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir
Factores de corrección		
Factor de temperatura		0.87
Cuadro de referencia normativa		B-52-14
Factor de resistividad térmica del		1
Referencia de tabla estándar		B-52-16
Factor de neutro cargado		1
Cuadro de referencia normativa		E-52-1
Factor de agrupamiento		1
Cuadro de referencia normativa		B-52-20
Usuario factor de corrección		1
Factor global		0.87

Fase seleccionada	
Sección	1x16 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	69.6 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x16 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	69.6 A
PE seleccionado	
Sección	1x16 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	4.19	3.63	2.86	2.78	2.13	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	4.19	3.63	2.86	2.78	2.13	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Protección QA 34bis

Ib	59.7 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	63 A
Poder de corte	10 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	63 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	63 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34 Sin selectividad
 NSX100F
 TM-D
 63 A / 4P4d

Corrientes de empleo

IL1	IL2	IL3	IN
-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	55.401	59.699	55.984	4.04
-----	--------	--------	--------	------

Resumen para todos los modos de explotación

(A)	55.401	59.699	55.984	4.04
-----	--------	--------	--------	------

Caídas de tensión

Acumuladas aguas arriba	Circuito
-------------------------	----------

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.515	0.825
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.918
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.923
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.888
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.821
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.882
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.830

3.4 Circuitos de carga genérica

3.4.1 Circuito Elevador

Protección	QA 9
Ib	1.36 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60L
Circuito nominal del interruptor	1.6 A
Poder de corte	100 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	B
Trip calificación unidad	1.6 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	1.6 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
----------------------------------	-----------------------

Modo Operativo Normal

QA 42 NSX400N Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total
--	--------------------

Cable	WD 9
Parámetros	
Longitud	21 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PR
Temperatura ambiente	40 °C

THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	1 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir
Factores de corrección	
Factor de temperatura	0.91
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.91

Fase seleccionada	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	20.9 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	20.9 A
PE seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	0.93	0.80	0.47	0.55	0.32	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	0.93	0.80	0.47	0.55	0.32	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga		AA 9			
U		400 V			
S		0.941 kVA			
P		0.8 kW			
I		1.36 A			
cosφ		0.85			
Polaridad		3F+ N			
Fase(s) de alimentación					
Número de circuitos		1			
Ku (Normal)		1			
Generador de armónicos		No			
THDI3		NA			
Sensibilidad a sobretensión		NA			
Corrientes de empleo					
	IL1	IL2	IL3	IN	

Modo de explotación Normal

(A)	1.358	1.358	1.358	0
-----	-------	-------	-------	---

Resumen para todos los modos de explotación

(A)	1.358	1.358	1.358	NA
-----	-------	-------	-------	----

Caídas de tensión

Acumuladas aguas arriba	Circuito
-------------------------	----------

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.856	0.166
ΔU_{L1L2} (%)	0.989	0.192
ΔU_{L2L3} (%)	0.989	0.192
ΔU_{L3L1} (%)	0.989	0.192
ΔU_{L1N} (%)	0.856	0.166
ΔU_{L2N} (%)	0.856	0.166
ΔU_{L3N} (%)	0.856	0.166

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	0.856
ΔU_{L1L2} (%)	0.989
ΔU_{L2L3} (%)	0.989
ΔU_{L3L1} (%)	0.989
ΔU_{L1N} (%)	0.856
ΔU_{L2N} (%)	0.856
ΔU_{L3N} (%)	0.856

3.4.2 CircuitoEscalador

Protección QA 6	
Ib	5.45 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	6 A
Poder de corte	10 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	6 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	6 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal	
------------------------------	--

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Designación RCD Vigi iC60	
Clase	AC
I _{Δn}	500 mA
Tiempo de la rotura	0.03 s
Δt	NA s
Discriminación	NA
Tiempo de descanso normativo requerido	[0.00 ; 0.20] s
Normativa sensibilidad requerida	[0.00 ; 0.50] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal	
------------------------------	--

Vigi MB (QA 42) Selectividad total

Cable		WD 6
Parámetros		
Longitud		16 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		2 A2 Cables multiconductores en tubos empotrados en una pared térmicamente aislante
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		2
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		5 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir
Factores de corrección		
Factor de temperatura		0.87
Cuadro de referencia normativa		B-52-14
Factor de resistividad térmica del		1
Referencia de tabla estándar		B-52-16
Factor de neutro cargado		1
Cuadro de referencia normativa		E-52-1
Factor de agrupamiento		0.7
Cuadro de referencia normativa		B-52-17
Usuario factor de corrección		1
Factor global		0.609

Fase seleccionada	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	7.92 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	7.92 A
PE seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito								
	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax

Modo de explotaciónNormal								
(kA)	1.19	1.03	0.62	0.75	0.44	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	1.19	1.03	0.62	0.75	0.44	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga		AA 6
U		400 V

S	3.78 kVA
P	3.4 kW
I	5.45 A
cosφ	0.9
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	5.453	5.453	5.453	0

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	5.453	5.453	5.453	NA

Caídas de tensión		
Acumuladas aguas arriba	Circuito	

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	1.195	0.505
ΔU_{L1L2} (%)	1.379	0.583
ΔU_{L2L3} (%)	1.379	0.583
ΔU_{L3L1} (%)	1.379	0.583
ΔU_{L1N} (%)	1.195	0.505
ΔU_{L2N} (%)	1.195	0.505
ΔU_{L3N} (%)	1.195	0.505

Resumen para todos los modos de explotación		
ΔU_{3L} (%)	1.195	
ΔU_{L1L2} (%)	1.379	
ΔU_{L2L3} (%)	1.379	
ΔU_{L3L1} (%)	1.379	
ΔU_{L1N} (%)	1.195	
ΔU_{L2N} (%)	1.195	
ΔU_{L3N} (%)	1.195	

3.4.3 CircuitoCinta

Protección QA 7	
Ib	0.642 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	1 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	1 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	1 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable WD 7	
Parámetros	
Longitud	19 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	1 A
Limitación de dimensionamiento	I _z
Información de dimensionamiento	Dimensionada con I _r
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	1.02	0.88	0.52	0.64	0.38	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	1.02	0.88	0.52	0.64	0.38	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga AA 7

U	400 V
S	0.444 kVA
P	0.4 kW
I	0.642 A
cosφ	0.9
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.642	0.642	0.642	0
-----	-------	-------	-------	---

Resumen para todos los modos de explotación

(A) 0.642 0.642 0.642 NA

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.760	0.071
ΔU_{L1L2} (%)	0.878	0.081
ΔU_{L2L3} (%)	0.878	0.081
ΔU_{L3L1} (%)	0.878	0.081
ΔU_{L1N} (%)	0.760	0.071
ΔU_{L2N} (%)	0.760	0.071
ΔU_{L3N} (%)	0.760	0.071

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	0.760
ΔU_{L1L2} (%)	0.878
ΔU_{L2L3} (%)	0.878
ΔU_{L3L1} (%)	0.878
ΔU_{L1N} (%)	0.760
ΔU_{L2N} (%)	0.760
ΔU_{L3N} (%)	0.760

3.4.4 Circuito Calibradora

Protección		QA 10
Ib		1.36 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60L
Circuito nominal del interruptor		1.6 A
Poder de corte		100 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		1.6 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		1.6 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Designación RCD		Vigi iC60
Clase		A
I _{Δn}		500 mA
Tiempo de la rotura		0.03 s
Δt		NA s
Discriminación		NA
Tiempo de descanso normativo requerido		[0.00 ; 0.20] s
Normativa sensibilidad requerida		[0.00 ; 0.50] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

Vigi MB (QA 42) Selectividad total

Cable		WD 10
Parámetros		
Longitud		21 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación		31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		E
Tipo de cable		Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Cdad de circuitos juntos suplementarios		Multiconductor
Aislante		NA
Temperatura ambiente		PVC
THDI de rango 3 en el neutro		40 °C
Ib		NA %
Limitación de dimensionamiento		1 A
Información de dimensionamiento		Iz
Factores de corrección		
Factor de temperatura		Dimensionada con Ir
Cuadro de referencia normativa		0.87
Factor de resistividad térmica del		B-52-14
Referencia de tabla estándar		1
Factor de neutro cargado		B-52-16
		1
Cuadro de referencia normativa		E-52-1
Factor de agrupamiento		1
Cuadro de referencia normativa		B-52-20
Usuario factor de corrección		1
Factor global		0.87

Fase seleccionada	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A
PE seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito								
	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	0.93	0.80	0.47	0.58	0.34	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	0.93	0.80	0.47	0.58	0.34	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga		AA 10
U		400 V
S		0.941 kVA

P	0.8 kW
I	1.36 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo			
IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	1.358	1.358	1.358	0

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	1.358	1.358	1.358	NA

Caídas de tensión	
Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	0.846	0.156
ΔU_{L1L2} (%)	0.977	0.180
ΔU_{L2L3} (%)	0.977	0.180
ΔU_{L3L1} (%)	0.977	0.180
ΔU_{L1N} (%)	0.846	0.156
ΔU_{L2N} (%)	0.846	0.156
ΔU_{L3N} (%)	0.846	0.156

Resumen para todos los modos de explotación	
ΔU_{3L} (%)	0.846
ΔU_{L1L2} (%)	0.977
ΔU_{L2L3} (%)	0.977
ΔU_{L3L1} (%)	0.977
ΔU_{L1N} (%)	0.846
ΔU_{L2N} (%)	0.846
ΔU_{L3N} (%)	0.846

3.4.5 CircuitoCinta retirada subproductos

Protección		QA 11
Ib		0.34 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		0.5 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		0.5 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		0.5 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable		WD 11
Parámetros		
Longitud		24 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		0 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	0.82	0.71	0.42	0.51	0.30	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	0.82	0.71	0.42	0.51	0.30	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga AA 11

U	400 V
S	0.235 kVA
P	0.2 kW
I	0.34 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo

IL1	IL2	IL3	IN
-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.340	0.340	0.340	0
-----	-------	-------	-------	---

Resumen para todos los modos de explotación

(A) 0.340 0.340 0.340 NA

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
--------------------------	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.734	0.045
ΔU_{L1L2} (%)	0.848	0.051
ΔU_{L2L3} (%)	0.848	0.051
ΔU_{L3L1} (%)	0.848	0.051
ΔU_{L1N} (%)	0.734	0.045
ΔU_{L2N} (%)	0.734	0.045
ΔU_{L3N} (%)	0.734	0.045

Resumen para todos los modos de explotación		
---	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.734	
ΔU_{L1L2} (%)	0.848	
ΔU_{L2L3} (%)	0.848	
ΔU_{L3L1} (%)	0.848	
ΔU_{L1N} (%)	0.734	
ΔU_{L2N} (%)	0.734	
ΔU_{L3N} (%)	0.734	

3.4.6 CircuitoMesa embotado y transporte

Protección QA 12	
Ib	0.679 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	1 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	1 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	1 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
---	------------------------------

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable WD 12	
Parámetros	
Longitud	29 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	1 A
Limitación de dimensionamiento	I _z
Información de dimensionamiento	Dimensionada con I _r
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	0.68	0.59	0.35	0.43	0.25	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	0.68	0.59	0.35	0.43	0.25	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga AA 12

U	400 V
S	0.471 kVA
P	0.4 kW
I	0.679 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo
IL1 IL2 IL3 IN

Modo de explotación Normal

(A)	0.679	0.679	0.679	0
-----	-------	-------	-------	---

Resumen para todos los modos de explotación

(A) 0.679 0.679 0.679 NA

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
--------------------------	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.798	0.108
ΔU_{L1L2} (%)	0.921	0.124
ΔU_{L2L3} (%)	0.921	0.124
ΔU_{L3L1} (%)	0.921	0.124
ΔU_{L1N} (%)	0.798	0.108
ΔU_{L2N} (%)	0.798	0.108
ΔU_{L3N} (%)	0.797	0.108

Resumen para todos los modos de explotación		
---	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.798	
ΔU_{L1L2} (%)	0.921	
ΔU_{L2L3} (%)	0.921	
ΔU_{L3L1} (%)	0.921	
ΔU_{L1N} (%)	0.798	
ΔU_{L2N} (%)	0.798	
ΔU_{L3N} (%)	0.797	

3.4.7 CircuitoPeladora

Protección		QA 13
Ib		2.04 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		3 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		3 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		3 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Designación RCD		Vigi iC60
Clase		AC
I _{Δn}		500 mA
Tiempo de la rotura		0.03 s
Δt		NA s
Discriminación		NA
Tiempo de descanso normativo requerido		[0.00 ; 0.20] s
Normativa sensibilidad requerida		[0.00 ; 0.50] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

Vigi MB (QA 42) Selectividad total

Cable		WD 13
Parámetros		
Longitud		29 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación		31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		2 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir
Factores de corrección		
Factor de temperatura		0.87
Cuadro de referencia normativa		B-52-14
Factor de resistividad térmica del		1
Referencia de tabla estándar		B-52-16
Factor de neutro cargado		1
Cuadro de referencia normativa		E-52-1
Factor de agrupamiento		1
Cuadro de referencia normativa		B-52-20
Usuario factor de corrección		1
Factor global		0.87

Fase seleccionada	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A
PE seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito							
Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	0.68	0.59	0.35	0.43	0.25	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	0.68	0.59	0.35	0.43	0.25	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga		AA 13
U		400 V
S		1.41 kVA

P	1.2 kW
I	2.04 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo			
IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	2.038	2.038	2.038	0

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	2.038	2.038	2.038	NA

Caídas de tensión	
Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	1.013	0.323
ΔU_{L1L2} (%)	1.170	0.373
ΔU_{L2L3} (%)	1.170	0.373
ΔU_{L3L1} (%)	1.170	0.373
ΔU_{L1N} (%)	1.013	0.323
ΔU_{L2N} (%)	1.013	0.323
ΔU_{L3N} (%)	1.013	0.323

Resumen para todos los modos de explotación	
ΔU_{3L} (%)	1.013
ΔU_{L1L2} (%)	1.170
ΔU_{L2L3} (%)	1.170
ΔU_{L3L1} (%)	1.170
ΔU_{L1N} (%)	1.013
ΔU_{L2N} (%)	1.013
ΔU_{L3N} (%)	1.013

3.4.8 CircuitoCriba preselección

Protección QA 14	
Ib	1.36 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60L
Circuito nominal del interruptor	1.6 A
Poder de corte	100 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	B
Trip calificación unidad	1.6 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	1.6 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable WD 14	
Parámetros	
Longitud	12 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	1 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	1.53	1.33	0.81	0.97	0.58	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	1.53	1.33	0.81	0.97	0.58	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga AA 14

U	400 V
S	0.941 kVA
P	0.8 kW
I	1.36 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	1.358	1.358	1.358	0
-----	-------	-------	-------	---

Resumen para todos los modos de explotación

(A) 1.358 1.358 1.358 NA

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
--------------------------	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.779	0.089
ΔU_{L1L2} (%)	0.899	0.103
ΔU_{L2L3} (%)	0.899	0.103
ΔU_{L3L1} (%)	0.899	0.103
ΔU_{L1N} (%)	0.779	0.089
ΔU_{L2N} (%)	0.779	0.089
ΔU_{L3N} (%)	0.779	0.089

Resumen para todos los modos de explotación		
---	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.779	
ΔU_{L1L2} (%)	0.899	
ΔU_{L2L3} (%)	0.899	
ΔU_{L3L1} (%)	0.899	
ΔU_{L1N} (%)	0.779	
ΔU_{L2N} (%)	0.779	
ΔU_{L3N} (%)	0.779	

3.4.9 CircuitoEscalador-Elevador

Protección QA 15	
Ib	0.34 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	0.5 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	0.5 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	0.5 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
---	------------------------------

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable WD 15	
Parámetros	
Longitud	14 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	2 A2 Cables multiconductores en tubos empotrados en una pared térmicamente aislante
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	0 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir

Factores de corrección	
Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-17
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	11.3 A

Neutro seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	11.3 A

PE seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	1.34	1.16	0.70	0.84	0.50	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	1.34	1.16	0.70	0.84	0.50	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	
U	AA 15 400 V
S	0.235 kVA
P	0.2 kW
I	0.34 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo
IL1 IL2 IL3 IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.340	0.340	0.340	0

Resumen para todos los modos de explotación

(A)	0.340	0.340	0.340	NA
Caídas de tensión				
	Acumuladas aguas arriba			Circuito

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.716	0.026
ΔU_{L1L2} (%)	0.827	0.030
ΔU_{L2L3} (%)	0.827	0.030
ΔU_{L3L1} (%)	0.827	0.030
ΔU_{L1N} (%)	0.716	0.026
ΔU_{L2N} (%)	0.716	0.026
ΔU_{L3N} (%)	0.716	0.026

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	0.716
ΔU_{L1L2} (%)	0.827
ΔU_{L2L3} (%)	0.827
ΔU_{L3L1} (%)	0.827
ΔU_{L1N} (%)	0.716
ΔU_{L2N} (%)	0.716
ΔU_{L3N} (%)	0.716

3.4.10 Circuito Calibradora-Tallos

Protección		QA 16
Ib		0.679 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		1 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		1 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		1 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable		WD 16
Parámetros		
Longitud		17 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		2 A2 Cables multiconductores en tubos empotrados en una pared térmicamente aislante
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		1 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir

Factores de corrección	
Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-17
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	11.3 A

Neutro seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	11.3 A

PE seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	1.12	0.97	0.58	0.71	0.42	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	1.12	0.97	0.58	0.71	0.42	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	
U	AA 16 400 V
S	0.471 kVA
P	0.4 kW
I	0.679 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo
IL1 IL2 IL3 IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.679	0.679	0.679	0

Resumen para todos los modos de explotación

(A)	0.679	0.679	0.679	NA
Caídas de tensión				
	Acumuladas aguas arriba			Circuito

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.753	0.063
ΔU_{L1L2} (%)	0.869	0.073
ΔU_{L2L3} (%)	0.869	0.073
ΔU_{L3L1} (%)	0.869	0.073
ΔU_{L1N} (%)	0.753	0.063
ΔU_{L2N} (%)	0.753	0.063
ΔU_{L3N} (%)	0.753	0.063

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	0.753
ΔU_{L1L2} (%)	0.869
ΔU_{L2L3} (%)	0.869
ΔU_{L3L1} (%)	0.869
ΔU_{L1N} (%)	0.753
ΔU_{L2N} (%)	0.753
ΔU_{L3N} (%)	0.753

3.4.11 CircuitoCinta retirada subproductos-Tallos

Protección		QA 17
Ib		0.34 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		0.5 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		0.5 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		0.5 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable		WD 17
Parámetros		
Longitud		17 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		0 A
Limitación de dimensionamiento		I _z
Información de dimensionamiento		Dimensionada con I _r
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	1.12	0.97	0.58	0.71	0.42	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	1.12	0.97	0.58	0.71	0.42	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga AA 17

U	400 V
S	0.235 kVA
P	0.2 kW
I	0.34 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.340	0.340	0.340	0
-----	-------	-------	-------	---

Resumen para todos los modos de explotación

(A) 0.340 0.340 0.340 NA

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
--------------------------	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.721	0.032
ΔU_{L1L2} (%)	0.833	0.036
ΔU_{L2L3} (%)	0.833	0.036
ΔU_{L3L1} (%)	0.833	0.036
ΔU_{L1N} (%)	0.721	0.032
ΔU_{L2N} (%)	0.721	0.032
ΔU_{L3N} (%)	0.721	0.032

Resumen para todos los modos de explotación		
---	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.721	
ΔU_{L1L2} (%)	0.833	
ΔU_{L2L3} (%)	0.833	
ΔU_{L3L1} (%)	0.833	
ΔU_{L1N} (%)	0.721	
ΔU_{L2N} (%)	0.721	
ΔU_{L3N} (%)	0.721	

3.4.12 CircuitoPeladora - Tallos

Protección QA 18	
Ib	2.04 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	3 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	3 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	3 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Designación RCD Vigi iC60	
Clase	AC
I _{Δn}	500 mA
Tiempo de la rotura	0.03 s
Δt	NA s
Discriminación	NA
Tiempo de descanso normativo requerido	[0.00 ; 0.20] s
Normativa sensibilidad requerida	[0.00 ; 0.50] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

Vigi MB (QA 42) Selectividad total

Cable **WD 18**

Parámetros

Longitud	17 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	2 A2 Cables multiconductores en tubos empotrados en una pared térmicamente aislante
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	2 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir

Factores de corrección

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-17
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	11.3 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	11.3 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito

I _{k3max}	I _{k2max}	I _{k1max}	I _{k2min}	I _{k1min}	I _{efmin}	I _{ef2min}	I _{efmax}
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------	--------------------

Modo de explotación Normal

(kA)	1.12	0.97	0.58	0.71	0.42	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	1.12	0.97	0.58	0.71	0.42	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga **AA 18**

U	400 V
---	-------

S	1.41 kVA
P	1.2 kW
I	2.04 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	2.038	2.038	2.038	0

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	2.038	2.038	2.038	NA

Caídas de tensión		
Acumuladas aguas arriba	Circuito	

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	0.879	0.189
ΔU_{L1L2} (%)	1.015	0.219
ΔU_{L2L3} (%)	1.015	0.219
ΔU_{L3L1} (%)	1.015	0.219
ΔU_{L1N} (%)	0.879	0.189
ΔU_{L2N} (%)	0.879	0.189
ΔU_{L3N} (%)	0.879	0.189

Resumen para todos los modos de explotación	
ΔU_{3L} (%)	0.879
ΔU_{L1L2} (%)	1.015
ΔU_{L2L3} (%)	1.015
ΔU_{L3L1} (%)	1.015
ΔU_{L1N} (%)	0.879
ΔU_{L2N} (%)	0.879
ΔU_{L3N} (%)	0.879

3.4.13 Circuito Dosificadora

Protección		QA 19
Ib		0.34 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		0.5 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		0.5 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		0.5 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable		WD 19
Parámetros		
Longitud		35 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		0 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito

Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA) 0.57 0.49 0.29 0.36 0.21 0.01 NA 0.01

Resumen para todos los modos de explotación

(kA) 0.57 0.49 0.29 0.36 0.21 0.01 NA 0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga AA 19

U	400 V
S	0.235 kVA
P	0.2 kW
I	0.34 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo

IL1 IL2 IL3 IN

Modo de explotación Normal

(A) 0.340 0.340 0.340 0

Resumen para todos los modos de explotación

(A) 0.340 0.340 0.340 NA

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
--------------------------	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.755	0.065
ΔU_{L1L2} (%)	0.872	0.075
ΔU_{L2L3} (%)	0.872	0.075
ΔU_{L3L1} (%)	0.872	0.075
ΔU_{L1N} (%)	0.755	0.065
ΔU_{L2N} (%)	0.755	0.065
ΔU_{L3N} (%)	0.755	0.065

Resumen para todos los modos de explotación		
---	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.755	
ΔU_{L1L2} (%)	0.872	
ΔU_{L2L3} (%)	0.872	
ΔU_{L3L1} (%)	0.872	
ΔU_{L1N} (%)	0.755	
ΔU_{L2N} (%)	0.755	
ΔU_{L3N} (%)	0.755	

3.4.14 Circuito Depósito líquido de gobierno

Protección QA 20	
Ib	0.679 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	1 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	1 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	1 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable WD 20	
Parámetros	
Longitud	35 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	1 A
Limitación de dimensionamiento	I _z
Información de dimensionamiento	Dimensionada con I _r
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	0.57	0.49	0.29	0.36	0.21	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	0.57	0.49	0.29	0.36	0.21	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga AA 20

U	400 V
S	0.471 kVA
P	0.4 kW
I	0.679 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo

IL1	IL2	IL3	IN
-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.679	0.679	0.679	0
-----	-------	-------	-------	---

Resumen para todos los modos de explotación

(A) 0.679 0.679 0.679 NA

Caídas de tensión		
Acumuladas aguas arriba	Circuito	

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.820	0.130
ΔU_{L1L2} (%)	0.947	0.150
ΔU_{L2L3} (%)	0.947	0.150
ΔU_{L3L1} (%)	0.947	0.150
ΔU_{L1N} (%)	0.820	0.130
ΔU_{L2N} (%)	0.820	0.130
ΔU_{L3N} (%)	0.820	0.130

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	0.820
ΔU_{L1L2} (%)	0.947
ΔU_{L2L3} (%)	0.947
ΔU_{L3L1} (%)	0.947
ΔU_{L1N} (%)	0.820
ΔU_{L2N} (%)	0.820
ΔU_{L3N} (%)	0.820

3.4.15 CircuitoPre calentador

Protección	QA 21
Ib	0.34 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	0.5 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	0.5 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	0.5 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
----------------------------------	-----------------------

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable	WD 21
Parámetros	
Longitud	39 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	0 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	0.51	0.44	0.26	0.32	0.19	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	0.51	0.44	0.26	0.32	0.19	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatment a bajo la responsabilidad del usuario.

Carga AA 21

U	400 V
S	0.235 kVA
P	0.2 kW
I	0.34 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo

IL1	IL2	IL3	IN
-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.340	0.340	0.340	0
-----	-------	-------	-------	---

Resumen para todos los modos de explotación

(A) 0.340 0.340 0.340 NA

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
--------------------------	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.762	0.072
ΔU_{L1L2} (%)	0.880	0.084
ΔU_{L2L3} (%)	0.880	0.084
ΔU_{L3L1} (%)	0.880	0.084
ΔU_{L1N} (%)	0.762	0.072
ΔU_{L2N} (%)	0.762	0.072
ΔU_{L3N} (%)	0.762	0.072

Resumen para todos los modos de explotación		
---	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.762	
ΔU_{L1L2} (%)	0.880	
ΔU_{L2L3} (%)	0.880	
ΔU_{L3L1} (%)	0.880	
ΔU_{L1N} (%)	0.762	
ΔU_{L2N} (%)	0.762	
ΔU_{L3N} (%)	0.762	

3.4.16 CircuitoCerradora

Protección	QA 22
Ib	7.64 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	10 A
Poder de corte	10 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	10 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	10 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
----------------------------------	-----------------------

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Designación RCD	Vigi iC60
Clase	AC
I _{Δn}	500 mA
Tiempo de la rotura	0.03 s
Δt	NA s
Discriminación	NA
Tiempo de descanso normativo requerido	[0.00 ; 0.20] s
Normativa sensibilidad requerida	[0.00 ; 0.50] mA

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
----------------------------------	-----------------------

Modo Operativo Normal

Vigi MB (QA 42) Selectividad total

Cable **WD 22**

Parámetros

Longitud	42 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación	31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	8 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir

Factores de corrección

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito

Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	0.48	0.41	0.24	0.30	0.17	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	0.48	0.41	0.24	0.30	0.17	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga **AA 22**

U	400 V
S	5.29 kVA

P	4.5 kW
I	7.64 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo			
IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	7.641	7.641	7.641	0

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	7.641	7.641	7.641	NA

Caídas de tensión	
Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	2.445	1.755
ΔU_{L1L2} (%)	2.823	2.027
ΔU_{L2L3} (%)	2.823	2.027
ΔU_{L3L1} (%)	2.823	2.027
ΔU_{L1N} (%)	2.445	1.755
ΔU_{L2N} (%)	2.445	1.755
ΔU_{L3N} (%)	2.445	1.755

Resumen para todos los modos de explotación	
ΔU_{3L} (%)	2.445
ΔU_{L1L2} (%)	2.823
ΔU_{L2L3} (%)	2.823
ΔU_{L3L1} (%)	2.823
ΔU_{L1N} (%)	2.445
ΔU_{L2N} (%)	2.445
ΔU_{L3N} (%)	2.445

3.4.17 CircuitoAutoclave

Protección	QA 23
Ib	3.4 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	4 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	4 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	4 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
----------------------------------	-----------------------

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Designación RCD	Vigi iC60
-----------------	-----------

Clase	A
I _{Δn}	500 mA
Tiempo de la rotura	0.03 s
Δt	NA s
Discriminación	NA
Tiempo de descanso normativo requerido	[0.00 ; 0.20] s
Normativa sensibilidad requerida	[0.00 ; 0.50] mA

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
----------------------------------	-----------------------

Modo Operativo Normal

Vigi MB (QA 42) Selectividad total

Cable		WD 23
Parámetros		
Longitud		47 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación		31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		E
Tipo de cable		Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Cdad de circuitos juntos suplementarios		Multiconductor
Aislante		NA
Temperatura ambiente		PVC
THDI de rango 3 en el neutro		40 °C
Ib		NA %
Limitación de dimensionamiento		3 A
Información de dimensionamiento		Iz
Factores de corrección		
Factor de temperatura		Dimensionada con Ir
Cuadro de referencia normativa		0.87
Factor de resistividad térmica del		B-52-14
Referencia de tabla estándar		1
Factor de neutro cargado		B-52-16
		1
Cuadro de referencia normativa		E-52-1
Factor de agrupamiento		1
Cuadro de referencia normativa		B-52-20
Usuario factor de corrección		1
Factor global		0.87

Fase seleccionada	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A
PE seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito								
	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	0.43	0.37	0.22	0.27	0.16	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	0.43	0.37	0.22	0.27	0.16	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga		AA 23
U		400 V
S		2.35 kVA

P	2 kW
I	3.4 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo			
IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	3.396	3.396	3.396	0

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	3.396	3.396	3.396	NA

Caídas de tensión	
Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	1.563	0.873
ΔU_{L1L2} (%)	1.804	1.008
ΔU_{L2L3} (%)	1.804	1.008
ΔU_{L3L1} (%)	1.804	1.008
ΔU_{L1N} (%)	1.563	0.873
ΔU_{L2N} (%)	1.563	0.873
ΔU_{L3N} (%)	1.563	0.873

Resumen para todos los modos de explotación	
ΔU_{3L} (%)	1.563
ΔU_{L1L2} (%)	1.804
ΔU_{L2L3} (%)	1.804
ΔU_{L3L1} (%)	1.804
ΔU_{L1N} (%)	1.563
ΔU_{L2N} (%)	1.563
ΔU_{L3N} (%)	1.563

3.4.18 CircuitoCaldera

Protección		QA 24
Ib		17 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		20 A
Poder de corte		10 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		20 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		20 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Designación RCD		Vigi iC60
Clase		AC
I _{Δn}		500 mA
Tiempo de la rotura		0.03 s
Δt		NA s
Discriminación		NA
Tiempo de descanso normativo requerido		[0.00 ; 0.20] s
Normativa sensibilidad requerida		[0.00 ; 0.50] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

Vigi MB (QA 42) Selectividad total

Cable **WD 24**

Parámetros	
Longitud	44 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	2 A2 Cables multiconductores en tubos empotrados en una pared térmicamente aislante
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	17 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir

Factores de corrección	
Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-17
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x4 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	20 A

Neutro seleccionado

Sección	1x4 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	20 A

PE seleccionado

Sección	1x4 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito

Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA) 1.15 1.00 0.60 0.72 0.43 0.01 NA 0.01

Resumen para todos los modos de explotación

(kA) 1.15 1.00 0.60 0.72 0.43 0.01 NA 0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga **AA 24**

U 400 V

S	11.8 kVA
P	10 kW
I	17 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	16.981	16.981	16.981	0

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	16.981	16.981	16.981	NA

Caídas de tensión		
Acumuladas aguas arriba	Circuito	

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	2.231	1.541
ΔU_{L1L2} (%)	2.576	1.779
ΔU_{L2L3} (%)	2.576	1.779
ΔU_{L3L1} (%)	2.576	1.779
ΔU_{L1N} (%)	2.231	1.541
ΔU_{L2N} (%)	2.231	1.541
ΔU_{L3N} (%)	2.230	1.541

Resumen para todos los modos de explotación		
ΔU_{3L} (%)	2.231	
ΔU_{L1L2} (%)	2.576	
ΔU_{L2L3} (%)	2.576	
ΔU_{L3L1} (%)	2.576	
ΔU_{L1N} (%)	2.231	
ΔU_{L2N} (%)	2.231	
ΔU_{L3N} (%)	2.230	

3.4.19 CircuitoBáscula

Protección		QA 43
Ib		0.34 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		0.5 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		0.5 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		0.5 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 85 Selectividad total
 C120N
 C
 125 A / 4P4d

Cable		WD 43
Parámetros		
Longitud		4 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		0 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	3.31	2.87	2.00	2.14	1.46	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	3.31	2.87	2.00	2.14	1.46	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga AA 43

U	400 V
S	0.235 kVA
P	0.2 kW
I	0.34 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.340	0.340	0.340	0
-----	-------	-------	-------	---

Resumen para todos los modos de explotación

(A) 0.340 0.340 0.340 NA

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
--------------------------	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.851	0.007
ΔU_{L1L2} (%)	0.974	0.009
ΔU_{L2L3} (%)	0.983	0.009
ΔU_{L3L1} (%)	0.974	0.009
ΔU_{L1N} (%)	0.851	0.007
ΔU_{L2N} (%)	0.867	0.007
ΔU_{L3N} (%)	0.866	0.007

Resumen para todos los modos de explotación		
---	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.851	
ΔU_{L1L2} (%)	0.974	
ΔU_{L2L3} (%)	0.983	
ΔU_{L3L1} (%)	0.974	
ΔU_{L1N} (%)	0.851	
ΔU_{L2N} (%)	0.867	
ΔU_{L3N} (%)	0.866	

3.4.20 CircuitoEvaporador

Protección QA 49	
Ib	0.408 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	0.5 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	4P4d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	0.5 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	0.5 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 85 Selectividad total
 C120N
 C
 125 A / 4P4d

Cable WD 49	
Parámetros	
Longitud	13 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	0 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	1.41	1.22	0.74	0.89	0.53	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	1.41	1.22	0.74	0.89	0.53	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga AA 49

U	400 V
S	0.282 kVA
P	0.24 kW
I	0.408 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.408	0.408	0.408	0
-----	-------	-------	-------	---

Resumen para todos los modos de explotación

(A) 0.408 0.408 0.408 NA

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.873	0.029
ΔU_{L1L2} (%)	0.999	0.033
ΔU_{L2L3} (%)	1.008	0.033
ΔU_{L3L1} (%)	0.998	0.033
ΔU_{L1N} (%)	0.873	0.029
ΔU_{L2N} (%)	0.888	0.029
ΔU_{L3N} (%)	0.888	0.029

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	0.873
ΔU_{L1L2} (%)	0.999
ΔU_{L2L3} (%)	1.008
ΔU_{L3L1} (%)	0.998
ΔU_{L1N} (%)	0.873
ΔU_{L2N} (%)	0.888
ΔU_{L3N} (%)	0.888

3.4.21 Circuito Ventilador

Protección		QA 50
Ib		0.272 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		0.5 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		0.5 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		0.5 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 85 Selectividad total
 C120N
 C
 125 A / 4P4d

Cable		WD 50
Parámetros		
Longitud		13 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		0 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	1.41	1.22	0.74	0.89	0.53	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	1.41	1.22	0.74	0.89	0.53	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga AA 50

U	400 V
S	0.188 kVA
P	0.16 kW
I	0.272 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.272	0.272	0.272	0
-----	-------	-------	-------	---

Resumen para todos los modos de explotación

(A) 0.272 0.272 0.272 NA

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
--------------------------	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.863	0.019
ΔU_{L1L2} (%)	0.988	0.022
ΔU_{L2L3} (%)	0.996	0.022
ΔU_{L3L1} (%)	0.987	0.022
ΔU_{L1N} (%)	0.863	0.019
ΔU_{L2N} (%)	0.879	0.019
ΔU_{L3N} (%)	0.878	0.019

Resumen para todos los modos de explotación		
---	--	--

ΔU_{3L} (%)	0.863	
ΔU_{L1L2} (%)	0.988	
ΔU_{L2L3} (%)	0.996	
ΔU_{L3L1} (%)	0.987	
ΔU_{L1N} (%)	0.863	
ΔU_{L2N} (%)	0.879	
ΔU_{L3N} (%)	0.878	

3.4.22 CircuitoCalentador

Protección		QA 72
Ib		3.74 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		4 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		4 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		4 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis
iC60N
C
63 A / 4P4d

Designación RCD		Vigi iC60
Clase		AC
I _{Δn}		500 mA
Tiempo de la rotura		0.03 s
Δt		NA s
Discriminación		NA
Tiempo de descanso normativo requerido		[0.00 ; 0.20] s
Normativa sensibilidad requerida		[0.00 ; 0.50] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

iID 63 (QA 34) Sin selectividad

Cable		WD 72						
Parámetros								
Longitud		14 m						
longitud máxima		NA						
Modo de colocación		31						
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		E	Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente					
Tipo de cable		Multiconductor						
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA						
Aislante		PVC						
Temperatura ambiente		40 °C						
THDI de rango 3 en el neutro		NA %						
Ib		4 A						
Limitación de dimensionamiento		Iz						
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir						
Factores de corrección								
Factor de temperatura		0.87						
Cuadro de referencia normativa		B-52-14						
Factor de resistividad térmica del		1						
Referencia de tabla estándar		B-52-16						
Factor de neutro cargado		1						
Cuadro de referencia normativa		E-52-1						
Factor de agrupamiento		1						
Cuadro de referencia normativa		B-52-20						
Usuario factor de corrección		1						
Factor global		0.87						
Fase seleccionada								
Sección		1x1.5 mm ²						
Ánima		Cobre						
Iz		16.1 A						
Neutro seleccionado								
Sección		1x1.5 mm ²						
Ánima		Cobre						
Iz		16.1 A						
PE seleccionado								
Sección		1x1.5 mm ²						
Ánima		Cobre						
Corrientes de cortocircuito								
	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax
Modo de explotación	Normal							
(kA)	1.16	1.00	0.60	0.73	0.43	0.01	NA	0.01
Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	1.16	1.00	0.60	0.73	0.43	0.01	NA	0.01
Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.								
Carga		AA 72						
U		400 V						
S		2.59 kVA						

P	2.2 kW
I	3.74 A
cosφ	0.85
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo			
IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	3.736	3.736	3.736	0

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	3.736	3.736	3.736	NA

Caídas de tensión	
Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	1.801	0.286
ΔU_{L1L2} (%)	2.045	0.330
ΔU_{L2L3} (%)	2.050	0.330
ΔU_{L3L1} (%)	2.015	0.330
ΔU_{L1N} (%)	1.797	0.286
ΔU_{L2N} (%)	1.858	0.286
ΔU_{L3N} (%)	1.806	0.286

Resumen para todos los modos de explotación	
ΔU_{3L} (%)	1.801
ΔU_{L1L2} (%)	2.045
ΔU_{L2L3} (%)	2.050
ΔU_{L3L1} (%)	2.015
ΔU_{L1N} (%)	1.797
ΔU_{L2N} (%)	1.858
ΔU_{L3N} (%)	1.806

3.5 Circuitos de carga de la iluminación

3.5.1 Circuito Alumbrado sala de procesado

Protección		QA 30
Ib		21.9 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		25 A
Poder de corte		10 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		25 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		25 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal	
QA 42 NSX400N Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total

Cable		WD 30
Parámetros		
Longitud		71 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %

Ib	22 A
Limitación de dimensionamiento	Caída de tensión
Información de dimensionamiento	La sección del cable [WD 30] ha sido aumentada de 2.5 a 10 para respetar la caída de tensión del circuito. Dimensionada con Ir
Factores de corrección	
Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada	
Sección	1x10 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	60.9 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x10 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	60.9 A
PE seleccionado	
Sección	1x10 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito							
Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	NA	NA	0.90	NA	0.65	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	NA	NA	0.90	NA	0.65	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	
U	400 V
S	5.05 kVA
P	4.29 kW
I	21.9 A
cosφ	0.85
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Vapor de sodio a alta presión
Cantidad de luminarias	26
Cantidad de lámparas/ luminarias	1
Potencia lámpara	150 W
Potencia del balasto	15 W
Ia (corriente de alumbrado)	37.2 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %

NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal

(A)	0.000	0.000	0.000	21.9
-----	-------	-------	-------	------

Resumen para todos los modos de explotación

(A)	NA	NA	NA	21.9
-----	----	----	----	------

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.987	1.297
ΔU_{L1L2} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L1N} (%)	0.690	0.000
ΔU_{L2N} (%)	0.690	0.000
ΔU_{L3N} (%)	3.283	2.594

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	1.987
ΔU_{L1L2} (%)	0.797
ΔU_{L2L3} (%)	0.797
ΔU_{L3L1} (%)	0.797
ΔU_{L1N} (%)	0.690
ΔU_{L2N} (%)	0.690
ΔU_{L3N} (%)	3.283

3.5.2 Circuito Alumbrado zona exterior

Protección QA 29	
Ib	3.36 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	4 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	2P1d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	4 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	4 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
---	------------------------------

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable WD 29	
Parámetros	
Longitud	66 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	3 A
Limitación de dimensionamiento	I _z
Información de dimensionamiento	Dimensionada con I _r
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.15	NA	0.11	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.15	NA	0.11	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 29
U	400 V
S	0.776 kVA
P	0.66 kW
I	3.36 A
cosφ	0.85
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Vapor de sodio a alta presión
Cantidad de luminarias	4
Cantidad de lámparas/ luminarias	1
Potencia lámpara	150 W
Potencia del balasto	15 W
Ia (corriente de alumbrado)	5.72 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	3.36

Resumen para todos los modos de explotación

(A)	NA	NA	NA	3.36
Caídas de tensión				Circuito
Acumuladas aguas arriba				

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.903	1.213
ΔU_{L1L2} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L1N} (%)	3.117	2.427
ΔU_{L2N} (%)	0.690	0.000
ΔU_{L3N} (%)	0.690	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	1.903
ΔU_{L1L2} (%)	0.797
ΔU_{L2L3} (%)	0.797
ΔU_{L3L1} (%)	0.797
ΔU_{L1N} (%)	3.117
ΔU_{L2N} (%)	0.690
ΔU_{L3N} (%)	0.690

3.5.3 Circuito Alumbrado emergencia

Protección QA 31	
Ib	0.038 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	0.5 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	2P1d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	0.5 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	0.5 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
---	------------------------------

Modo Operativo Normal

QA 42 Selectividad total
 NSX400N
 Micrologic 5.3 E
 400 A / 4P4d

Cable WD 31	
Parámetros	
Longitud	35 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	0 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.29	NA	0.21	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.29	NA	0.21	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 31
U	400 V
S	0.009 kVA
P	0.008 kW
I	0.038 A
cosφ	0.95
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Tubo fluorescente electrónico
Cantidad de luminarias	1
Cantidad de lámparas/ luminarias	1
Potencia lámpara	7 W
Potencia del balasto	1.25 W
Ia (corriente de alumbrado)	0.038 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	0.038

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	NA	NA	0.038

Caídas de tensión	
Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.698	0.008
ΔU_{L1L2} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L1N} (%)	0.690	0.000
ΔU_{L2N} (%)	0.706	0.016
ΔU_{L3N} (%)	0.690	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	0.698
ΔU_{L1L2} (%)	0.797
ΔU_{L2L3} (%)	0.797
ΔU_{L3L1} (%)	0.797
ΔU_{L1N} (%)	0.690
ΔU_{L2N} (%)	0.706
ΔU_{L3N} (%)	0.690

3.5.4 Circuito Alumbrado cámara de refrigeración

Protección QA 52	
Ib	0.296 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	0.5 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	2P1d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	0.5 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	0.5 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
---	------------------------------

Modo Operativo Normal

QA 85 Selectividad total
 C120N
 C
 125 A / 4P4d

Cable WD 52	
Parámetros	
Longitud	11 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	0 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.86	NA	0.62	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.86	NA	0.62	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 52
U	400 V
S	0.068 kVA
P	0.065 kW
I	0.296 A
cosφ	0.95
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	LED
Cantidad de luminarias	4
Cantidad de lámparas/ luminarias	1
Potencia lámpara	13 W
Potencia del balasto	1.25 W
Ia (corriente de alumbrado)	0.296 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.000	0.000	0.000	0.296
-----	-------	-------	-------	-------

Resumen para todos los modos de explotación

(A) NA NA NA 0.296

Caídas de tensión
Acumuladas aguas arriba **Circuito**

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.864	0.020
ΔU_{L1L2} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	0.974	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L1N} (%)	0.844	0.000
ΔU_{L2N} (%)	0.899	0.040
ΔU_{L3N} (%)	0.859	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	0.864
ΔU_{L1L2} (%)	0.965
ΔU_{L2L3} (%)	0.974
ΔU_{L3L1} (%)	0.965
ΔU_{L1N} (%)	0.844
ΔU_{L2N} (%)	0.899
ΔU_{L3N} (%)	0.859

3.5.5 Circuito Alumbrado recepción MP

Protección QA 53	
Ib	0.841 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	1 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	2P1d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	1 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	1 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
---	------------------------------

Modo Operativo Normal

QA 85 Selectividad total
 C120N
 C
 125 A / 4P4d

Cable WD 53	
Parámetros	
Longitud	7 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	1 A
Limitación de dimensionamiento	I _z
Información de dimensionamiento	Dimensionada con I _r
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	1.28	NA	0.93	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	1.28	NA	0.93	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 53
U	400 V
S	0.194 kVA
P	0.165 kW
I	0.841 A
cosφ	0.85
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Vapor de sodio a alta presión
Cantidad de luminarias	1
Cantidad de lámparas/ luminarias	1
Potencia lámpara	150 W
Potencia del balasto	15 W
Ia (corriente de alumbrado)	1.43 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	0.841

Resumen para todos los modos de explotación

(A) NA NA NA 0.841

Caídas de tensión
Acumuladas aguas arriba **Circuito**

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.876	0.032
ΔU_{L1L2} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	0.974	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L1N} (%)	0.908	0.064
ΔU_{L2N} (%)	0.859	0.000
ΔU_{L3N} (%)	0.859	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	0.876
ΔU_{L1L2} (%)	0.965
ΔU_{L2L3} (%)	0.974
ΔU_{L3L1} (%)	0.965
ΔU_{L1N} (%)	0.908
ΔU_{L2N} (%)	0.859
ΔU_{L3N} (%)	0.859

3.5.6 Circuito Alumbrado almacén envases

Protección QA 60	
Ib	1.76 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	2 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	2P1d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	2 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	2 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 85 Selectividad total
 C120N
 C
 125 A / 4P4d

Cable WD 60	
Parámetros	
Longitud	10 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	2 A
Limitación de dimensionamiento	I _z
Información de dimensionamiento	Dimensionada con I _r
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito

Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA) NA NA 0.94 NA 0.68 0.01 NA 0.01

Resumen para todos los modos de explotación

(kA) NA NA 0.94 NA 0.68 0.01 NA 0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga EA 60

U	400 V
S	0.408 kVA
P	0.375 kW
I	1.76 A
cosφ	0.92
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Vapor de sodio a alta presión
Cantidad de luminarias	3
Cantidad de lámparas/ luminarias	2
Potencia lámpara	150 W
Potencia del balasto	15 W
Ia (corriente de alumbrado)	1.43 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

IL1 IL2 IL3 IN

Modo de explotación Normal

(A) 0.000 0.000 0.000 1.76

Resumen para todos los modos de explotación

(A) NA NA NA 1.76

Caídas de tensión
Acumuladas aguas arriba **Circuito**

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.948	0.104
ΔU_{L1L2} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	0.974	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.052	0.209
ΔU_{L2N} (%)	0.859	0.000
ΔU_{L3N} (%)	0.859	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	0.948
ΔU_{L1L2} (%)	0.965
ΔU_{L2L3} (%)	0.974
ΔU_{L3L1} (%)	0.965
ΔU_{L1N} (%)	1.052
ΔU_{L2N} (%)	0.859
ΔU_{L3N} (%)	0.859

3.5.7 Circuito Alumbrado zona exterior 1

Protección QA 61	
Ib	1.68 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	2 A
Poder de corte	50 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	2P1d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	2 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	2 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación Previo	Límite discriminación
---	------------------------------

Modo Operativo Normal

QA 85 Selectividad total
 C120N
 C
 125 A / 4P4d

Cable WD 61	
Parámetros	
Longitud	16 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	2 A
Limitación de dimensionamiento	I _z
Información de dimensionamiento	Dimensionada con I _r
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito

Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA) NA NA 0.61 NA 0.44 0.01 NA 0.01

Resumen para todos los modos de explotación

(kA) NA NA 0.61 NA 0.44 0.01 NA 0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga EA 61

U	400 V
S	0.388 kVA
P	0.33 kW
I	1.68 A
cosφ	0.85
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Vapor de sodio a alta presión
Cantidad de luminarias	2
Cantidad de lámparas/ luminarias	1
Potencia lámpara	150 W
Potencia del balasto	15 W
Ia (corriente de alumbrado)	2.86 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

IL1 IL2 IL3 IN

Modo de explotación Normal

(A) 0.000 0.000 0.000 1.68

Resumen para todos los modos de explotación

(A) NA NA NA 1.68

Caídas de tensión

Acumuladas aguas arriba Circuito

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.991	0.147
ΔU_{L1L2} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	0.974	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.138	0.294
ΔU_{L2N} (%)	0.859	0.000
ΔU_{L3N} (%)	0.859	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	0.991
ΔU_{L1L2} (%)	0.965
ΔU_{L2L3} (%)	0.974
ΔU_{L3L1} (%)	0.965
ΔU_{L1N} (%)	1.138
ΔU_{L2N} (%)	0.859
ΔU_{L3N} (%)	0.859

3.5.8 Circuito Alumbrado emergencia 1

Protección		QA 62
Ib		0.142 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		0.5 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		0.5 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		0.5 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 85 Selectividad total
 C120N
 C
 125 A / 4P4d

Cable		WD 62
Parámetros		
Longitud		5 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		0 A
Limitación de dimensionamiento		I _z
Información de dimensionamiento		Dimensionada con I _r
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito

Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA) NA NA 1.69 NA 1.22 0.01 NA 0.01

Resumen para todos los modos de explotación

(kA) NA NA 1.69 NA 1.22 0.01 NA 0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga EA 62

U	400 V
S	0.033 kVA
P	0.031 kW
I	0.142 A
cosφ	0.95
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Tubo fluorescente electrónico
Cantidad de luminarias	5
Cantidad de lámparas/ luminarias	1
Potencia lámpara	5 W
Potencia del balasto	1.25 W
Ia (corriente de alumbrado)	0.142 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

IL1 IL2 IL3 IN

Modo de explotación Normal

(A) 0.000 0.000 0.000 0.142

Resumen para todos los modos de explotación

(A) NA NA NA 0.142

Caídas de tensión
Acumuladas aguas arriba **Circuito**

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	0.848	0.004
ΔU_{L1L2} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	0.974	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L1N} (%)	0.852	0.009
ΔU_{L2N} (%)	0.859	0.000
ΔU_{L3N} (%)	0.859	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	0.848
ΔU_{L1L2} (%)	0.965
ΔU_{L2L3} (%)	0.974
ΔU_{L3L1} (%)	0.965
ΔU_{L1N} (%)	0.852
ΔU_{L2N} (%)	0.859
ΔU_{L3N} (%)	0.859

3.5.9 Circuito Alumbrado recepción

Protección		QA 67
Ib		1.69 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		2 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		2 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		2 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal	
-----------------------	--

QA 34bis	2000 A
iC60N	
C	
63 A / 4P4d	

Cable		WD 67
Parámetros		
Longitud		5 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		2 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	1.24	NA	0.90	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	1.24	NA	0.90	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 67
U	400 V
S	0.391 kVA
P	0.36 kW
I	1.69 A
cosφ	0.92
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Fluorescente con balasto electrónico
Cantidad de luminarias	4
Cantidad de lámparas/ luminarias	2
Potencia lámpara	36 W
Potencia del balasto	9 W
Ia (corriente de alumbrado)	1.69 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.000	0.000	0.000	1.69
-----	-------	-------	-------	------

Resumen para todos los modos de explotación

(A) NA NA NA 1.69

Caídas de tensión
Acumuladas aguas arriba **Circuito**

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.565	0.050
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.000
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	1.620	0.100

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	1.565
ΔU_{L1L2} (%)	1.715
ΔU_{L2L3} (%)	1.720
ΔU_{L3L1} (%)	1.685
ΔU_{L1N} (%)	1.511
ΔU_{L2N} (%)	1.572
ΔU_{L3N} (%)	1.620

3.5.10 Circuito Alumbrado pasillo

Protección		QA 71
Ib		0.28 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		0.5 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		4P4d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		0.5 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		0.5 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis Selectividad total
 iC60N
 C
 63 A / 4P4d

Cable		WD 71
Parámetros		
Longitud		23 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		0 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	16.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito

Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA) 0.77 0.67 0.39 0.48 0.28 0.01 NA 0.01

Resumen para todos los modos de explotación

(kA) 0.77 0.67 0.39 0.48 0.28 0.01 NA 0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga EA 71

U	400 V
S	0.194 kVA
P	0.184 kW
I	0.28 A
cosφ	0.95
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	3F+ N
Fase(s) de alimentación	
Tipo de luminarias	Tubo fluorescente electrónico
Cantidad de luminarias	9
Cantidad de lámparas/ luminarias	2
Potencia lámpara	18 W
Potencia del balasto	1.25 W
Ia (corriente de alumbrado)	0.28 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

IL1 IL2 IL3 IN

Modo de explotación Normal

(A) 0.280 0.280 0.280 0

Resumen para todos los modos de explotación

(A) 0.280 0.280 0.280 NA

Caídas de tensión
Acumuladas aguas arriba **Circuito**

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.554	0.039
ΔU_{L1L2} (%)	1.760	0.045
ΔU_{L2L3} (%)	1.765	0.045
ΔU_{L3L1} (%)	1.730	0.045
ΔU_{L1N} (%)	1.551	0.039
ΔU_{L2N} (%)	1.611	0.039
ΔU_{L3N} (%)	1.559	0.039

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	1.554
ΔU_{L1L2} (%)	1.760
ΔU_{L2L3} (%)	1.765
ΔU_{L3L1} (%)	1.730
ΔU_{L1N} (%)	1.551
ΔU_{L2N} (%)	1.611
ΔU_{L3N} (%)	1.559

3.5.11 Circuito Alumbrado baños masc

Protección		QA 73
Ib		0.593 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		1 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		1 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		1 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis Selectividad total
 iC60N
 C
 63 A / 4P4d

Cable		WD 73
Parámetros		
Longitud		14 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		1 A
Limitación de dimensionamiento		I _z
Información de dimensionamiento		Dimensionada con I _r
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.60	NA	0.43	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.60	NA	0.43	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 73
U	400 V
S	0.137 kVA
P	0.13 kW
I	0.593 A
cosφ	0.95
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	LED
Cantidad de luminarias	1
Cantidad de lámparas/ luminarias	8
Potencia lámpara	15 W
Potencia del balasto	1.25 W
Ia (corriente de alumbrado)	0.593 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo
IL1 IL2 IL3 IN

Modo de explotación Normal

(A)	0.000	0.000	0.000	0.593
-----	-------	-------	-------	-------

Resumen para todos los modos de explotación

(A) NA NA NA 0.593

Caídas de tensión
Acumuladas aguas arriba **Circuito**

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.566	0.051
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.000
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	1.621	0.101

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	1.566
ΔU_{L1L2} (%)	1.715
ΔU_{L2L3} (%)	1.720
ΔU_{L3L1} (%)	1.685
ΔU_{L1N} (%)	1.511
ΔU_{L2N} (%)	1.572
ΔU_{L3N} (%)	1.621

3.5.12 Circuito Alumbrado baños fem

Protección		QA 73 (1)
Ib		0.593 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		1 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		1 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		1 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis Selectividad total
 iC60N
 C
 63 A / 4P4d

Cable		WD 73 (1)
Parámetros		
Longitud		14 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		1 A
Limitación de dimensionamiento		I _z
Información de dimensionamiento		Dimensionada con I _r
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.60	NA	0.43	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.60	NA	0.43	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 73 (1)
U	400 V
S	0.137 kVA
P	0.13 kW
I	0.593 A
cosφ	0.95
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	L2-N
Tipo de luminarias	LED
Cantidad de luminarias	1
Cantidad de lámparas/ luminarias	8
Potencia lámpara	15 W
Potencia del balasto	1.25 W
Ia (corriente de alumbrado)	0.593 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.000	0.593	0.000	0.593
-----	-------	-------	-------	-------

Resumen para todos los modos de explotación

(A) NA 0.593 NA 0.593

Caídas de tensión
Acumuladas aguas arriba **Circuito**

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.566	0.051
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.000
ΔU_{L2N} (%)	1.673	0.101
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	1.566
ΔU_{L1L2} (%)	1.715
ΔU_{L2L3} (%)	1.720
ΔU_{L3L1} (%)	1.685
ΔU_{L1N} (%)	1.511
ΔU_{L2N} (%)	1.673
ΔU_{L3N} (%)	1.520

3.5.13 Circuito Alumbrado comedor

Protección		QA 71 (1)
Ib		1.36 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60L
Circuito nominal del interruptor		1.6 A
Poder de corte		100 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P2d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		1.6 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		1.6 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis Selectividad total
 iC60N
 C
 63 A / 4P4d

Cable		WD 71 (1)
Parámetros		
Longitud		6 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		1 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	1.11	NA	0.81	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	1.11	NA	0.81	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 71 (1)
U	400 V
S	0.315 kVA
P	0.29 kW
I	1.36 A
cosφ	0.92
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Fluorescente con balasto electrónico
Cantidad de luminarias	2
Cantidad de lámparas/ luminarias	2
Potencia lámpara	58 W
Potencia del balasto	14.5 W
Ia (corriente de alumbrado)	1.36 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	1.36

Resumen para todos los modos de explotación

(A)	NA	NA	NA	1.36
Caídas de tensión		Acumuladas aguas arriba	Circuito	

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.564	0.048
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.608	0.097
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	1.564
ΔU_{L1L2} (%)	1.715
ΔU_{L2L3} (%)	1.720
ΔU_{L3L1} (%)	1.685
ΔU_{L1N} (%)	1.608
ΔU_{L2N} (%)	1.572
ΔU_{L3N} (%)	1.520

3.5.14 Circuito Alumbrado oficinas

Protección		QA 71 (2)
Ib		2.05 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		3 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		3 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		3 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis iC60N C 63 A / 4P4d	1400 A
---------------------------------------	--------

Cable		WD 71 (2)
Parámetros		
Longitud		8 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		2 A
Limitación de dimensionamiento		I _z
Información de dimensionamiento		Dimensionada con I _r
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.92	NA	0.66	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.92	NA	0.66	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 71 (2)
U	400 V
S	0.473 kVA
P	0.435 kW
I	2.05 A
cosφ	0.92
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Fluorescente con balasto electrónico
Cantidad de luminarias	3
Cantidad de lámparas/ luminarias	2
Potencia lámpara	58 W
Potencia del balasto	14.5 W
Ia (corriente de alumbrado)	2.05 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	2.05

Resumen para todos los modos de explotación

(A) NA NA NA 2.05

Caídas de tensión
Acumuladas aguas arriba **Circuito**

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.612	0.097
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.000
ΔU_{L2N} (%)	1.765	0.194
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	1.612
ΔU_{L1L2} (%)	1.715
ΔU_{L2L3} (%)	1.720
ΔU_{L3L1} (%)	1.685
ΔU_{L1N} (%)	1.511
ΔU_{L2N} (%)	1.765
ΔU_{L3N} (%)	1.520

3.5.15 Circuito Alumbrado almacén MP

Protección		QA 71 (3)
Ib		0.841 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		1 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		1 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		1 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis Selectividad total
iC60N
C
63 A / 4P4d

Cable		WD 71 (3)
Parámetros		
Longitud		11 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		1 A
Limitación de dimensionamiento		I _z
Información de dimensionamiento		Dimensionada con I _r
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.73	NA	0.52	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.73	NA	0.52	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 71 (3)
U	400 V
S	0.194 kVA
P	0.165 kW
I	0.841 A
cosφ	0.85
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Vapor de sodio a alta presión
Cantidad de luminarias	1
Cantidad de lámparas/ luminarias	1
Potencia lámpara	150 W
Potencia del balasto	15 W
Ia (corriente de alumbrado)	1.43 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.000	0.000	0.000	0.841
-----	-------	-------	-------	-------

Resumen para todos los modos de explotación

(A) NA NA NA 0.841

Caídas de tensión
Acumuladas aguas arriba **Circuito**

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.566	0.051
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.612	0.101
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	1.566
ΔU_{L1L2} (%)	1.715
ΔU_{L2L3} (%)	1.720
ΔU_{L3L1} (%)	1.685
ΔU_{L1N} (%)	1.612
ΔU_{L2N} (%)	1.572
ΔU_{L3N} (%)	1.520

3.5.16 Circuito Alumbrado limpieza

Protección		QA 71 (4)
Ib		0.841 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		1 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		1 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		1 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis Selectividad total
 iC60N
 C
 63 A / 4P4d

Cable		WD 71 (4)
Parámetros		
Longitud		10 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		1 A
Limitación de dimensionamiento		I _z
Información de dimensionamiento		Dimensionada con I _r
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.78	NA	0.56	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.78	NA	0.56	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 71 (4)
U	400 V
S	0.194 kVA
P	0.165 kW
I	0.841 A
cosφ	0.85
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Vapor de sodio a alta presión
Cantidad de luminarias	1
Cantidad de lámparas/ luminarias	1
Potencia lámpara	150 W
Potencia del balasto	15 W
Ia (corriente de alumbrado)	1.43 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.000	0.000	0.000	0.841
-----	-------	-------	-------	-------

Resumen para todos los modos de explotación

(A) NA NA NA 0.841

Caídas de tensión
Acumuladas aguas arriba **Circuito**

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.561	0.046
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.603	0.092
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	1.561
ΔU_{L1L2} (%)	1.715
ΔU_{L2L3} (%)	1.720
ΔU_{L3L1} (%)	1.685
ΔU_{L1N} (%)	1.603
ΔU_{L2N} (%)	1.572
ΔU_{L3N} (%)	1.520

3.5.17 Circuito Alumbrado Almacén PT

Protección		QA 71 (5)
Ib		1.68 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		2 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		2 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		2 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis	2000 A
iC60N	
C	
63 A / 4P4d	

Cable		WD 71 (5)
Parámetros		
Longitud		18 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		2 A
Limitación de dimensionamiento		I _z
Información de dimensionamiento		Dimensionada con I _r
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.49	NA	0.35	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.49	NA	0.35	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 71 (5)
U	400 V
S	0.388 kVA
P	0.33 kW
I	1.68 A
cosφ	0.85
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Vapor de sodio a alta presión
Cantidad de luminarias	2
Cantidad de lámparas/ luminarias	1
Potencia lámpara	150 W
Potencia del balasto	15 W
Ia (corriente de alumbrado)	2.86 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
--	-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.000	0.000	0.000	1.68
-----	-------	-------	-------	------

Resumen para todos los modos de explotación

(A)	NA	NA	NA	1.68
Caídas de tensión				Circuito
Acumuladas aguas arriba				

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.681	0.165
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.000
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	1.851	0.331

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	1.681
ΔU_{L1L2} (%)	1.715
ΔU_{L2L3} (%)	1.720
ΔU_{L3L1} (%)	1.685
ΔU_{L1N} (%)	1.511
ΔU_{L2N} (%)	1.572
ΔU_{L3N} (%)	1.851

3.5.18 Circuito Alumbrado exterior 2

Protección QA 71 (6)	
Ib	5.04 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	6 A
Poder de corte	10 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	2P1d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	6 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	6 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal	
------------------------------	--

QA 34bis iC60N C 63 A / 4P4d	850 A
---------------------------------------	-------

Cable WD 71 (6)	
Parámetros	
Longitud	54 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	5 A
Limitación de dimensionamiento	I _z
Información de dimensionamiento	Dimensionada con I _r
Factores de corrección	

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito

Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA) NA NA 0.18 NA 0.13 0.01 NA 0.01

Resumen para todos los modos de explotación

(kA) NA NA 0.18 NA 0.13 0.01 NA 0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga EA 71 (6)

U	400 V
S	1.16 kVA
P	0.99 kW
I	5.04 A
cosφ	0.85
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Vapor de sodio a alta presión
Cantidad de luminarias	6
Cantidad de lámparas/ luminarias	1
Potencia lámpara	150 W
Potencia del balasto	15 W
Ia (corriente de alumbrado)	8.57 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

IL1 IL2 IL3 IN

Modo de explotación Normal

(A) 0.000 0.000 0.000 5.04

Resumen para todos los modos de explotación
 (A) NA NA NA 5.04

Caídas de tensión
 Acumuladas aguas arriba Circuito

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	3.004	1.489
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.000
ΔU_{L2N} (%)	4.550	2.979
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	3.004
ΔU_{L1L2} (%)	1.715
ΔU_{L2L3} (%)	1.720
ΔU_{L3L1} (%)	1.685
ΔU_{L1N} (%)	1.511
ΔU_{L2N} (%)	4.550
ΔU_{L3N} (%)	1.520

3.5.19 Circuito Alumbrado emergencia 2

Protección		QA 71 (7)
Ib		0.338 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		0.5 A
Poder de corte		50 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		0.5 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		0.5 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis Selectividad total
 iC60N
 C
 63 A / 4P4d

Cable		WD 71 (7)
Parámetros		
Longitud		49 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		0 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir
Factores de corrección		

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.20	NA	0.14	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.20	NA	0.14	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	EA 71 (7)
U	400 V
S	0.078 kVA
P	0.074 kW
I	0.338 A
cosφ	0.95
Ku (Normal)	1
Número de circuitos	1
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Tipo de luminarias	Tubo fluorescente electrónico
Cantidad de luminarias	9
Cantidad de lámparas/ luminarias	1
Potencia lámpara	7 W
Potencia del balasto	1.25 W
Ia (corriente de alumbrado)	0.338 A
Generador de armónicos	No
THDI de rango 3 generado	NA %
	NA

Sensibilidad a sobretensión

Corrientes de empleo

	IL1	IL2	IL3	IN
Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	0.338

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	NA	NA	0.338

Caídas de tensión	
Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	1.616	0.101
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.714	0.202
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	1.616
ΔU_{L1L2} (%)	1.715
ΔU_{L2L3} (%)	1.720
ΔU_{L3L1} (%)	1.685
ΔU_{L1N} (%)	1.714
ΔU_{L2N} (%)	1.572
ΔU_{L3N} (%)	1.520

3.6 Circuitos de carga de las tomas de corriente

3.6.1 Circuito Enchufe sala procesado

Protección QA 27	
Ib	16 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	16 A
Poder de corte	10 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	2P1d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	16 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	16 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente Isd	NA
Tsd	NA
Disparo instantáneo	
Corriente Ii	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal	
QA 42 NSX400N Micrologic 5.3 E 400 A / 4P4d	Selectividad total

Designación RCD Vigi iC60	
Clase	A
I Δ n	30 mA
Tiempo de la rotura	0.03 s
Δ t	NA s
Discriminación	NA
Tiempo de descanso normativo requerido	[0.00 ; 0.04] s
Normativa sensibilidad requerida	[0.01 ; 0.03] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal	
-----------------------	--

Cable		WD 27						
Parámetros								
Longitud	5 m							
longitud máxima	NA							
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente							
Tipo de cable	Multiconductor							
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA							
Aislante	PVC							
Temperatura ambiente	40 °C							
THDI de rango 3 en el neutro	NA %							
Ib	16 A							
Limitación de dimensionamiento	Iz							
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir							
Factores de corrección								
Factor de temperatura	0.87							
Cuadro de referencia normativa	B-52-14							
Factor de resistividad térmica del	1							
Referencia de tabla estándar	B-52-16							
Factor de neutro cargado	1							
Cuadro de referencia normativa	E-52-1							
Factor de agrupamiento	1							
Cuadro de referencia normativa	B-52-20							
Usuario factor de corrección	1							
Factor global	0.87							
Fase seleccionada								
Sección	1x1.5 mm ²							
Ánima	Cobre							
Iz	19.1 A							
Neutro seleccionado								
Sección	1x1.5 mm ²							
Ánima	Cobre							
Iz	19.1 A							
PE seleccionado								
Sección	1x1.5 mm ²							
Ánima	Cobre							
Corrientes de cortocircuito								
	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax
Modo de explotación	Normal							
(kA)	NA	NA	1.75	NA	1.27	0.01	NA	0.01
Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	NA	NA	1.75	NA	1.27	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	AA 27
U	400 V
S	3.7 kVA
P	3.14 kW
I	16 A
cosφ	0.85
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	16

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	NA	NA	16

Caídas de tensión	
Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	1.127	0.437
ΔU_{L1L2} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	0.797	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.565	0.875
ΔU_{L2N} (%)	0.690	0.000
ΔU_{L3N} (%)	0.690	0.000

Resumen para todos los modos de explotación	
ΔU_{3L} (%)	1.127
ΔU_{L1L2} (%)	0.797
ΔU_{L2L3} (%)	0.797
ΔU_{L3L1} (%)	0.797
ΔU_{L1N} (%)	1.565
ΔU_{L2N} (%)	0.690
ΔU_{L3N} (%)	0.690

3.6.2 Circuito Enchufe recepción MP

Protección QA 56	
Ib	16 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	16 A
Poder de corte	10 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	2P1d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	16 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	16 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente Isd	NA
Tsd	NA
Disparo instantáneo	
Corriente Ii	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 85 C120N C 125 A / 4P4d	2300 A
-------------------------------------	--------

Designación RCD Vigi iC60	
Clase	A
IΔn	30 mA
Tiempo de la rotura	0.03 s
Δt	NA s
Discriminación	NA
Tiempo de descanso normativo requerido	[0.00 ; 0.04] s
Normativa sensibilidad requerida	[0.01 ; 0.03] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

Vigi MB (QA 42)	Selectividad total
-----------------	--------------------

Cable		WD 56
Parámetros		
Longitud		8 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación		31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		E
Tipo de cable		Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Cdad de circuitos juntos suplementarios		Multiconductor
Aislante		NA
Temperatura ambiente		PVC
THDI de rango 3 en el neutro		40 °C
Ib		NA %
Limitación de dimensionamiento		16 A
Información de dimensionamiento		Iz
Factores de corrección		
Factor de temperatura		Dimensionada con Ir
Cuadro de referencia normativa		0.87
Factor de resistividad térmica del		B-52-14
Referencia de tabla estándar		1
Factor de neutro cargado		B-52-16
		1
Cuadro de referencia normativa		E-52-1
Factor de agrupamiento		1
Cuadro de referencia normativa		B-52-20
Usuario factor de corrección		1
Factor global		0.87

Fase seleccionada	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A
PE seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito								
	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	NA	NA	1.14	NA	0.83	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	NA	NA	1.14	NA	0.83	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga		AA 56
U		400 V
S		3.7 kVA

P	3.14 kW
I	16 A
cosφ	0.85
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	16

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	NA	NA	16

Caídas de tensión		
Acumuladas aguas arriba	Circuito	

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	1.544	0.700
ΔU_{L1L2} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	0.974	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L1N} (%)	0.844	0.000
ΔU_{L2N} (%)	2.259	1.400
ΔU_{L3N} (%)	0.859	0.000

Resumen para todos los modos de explotación		
ΔU_{3L} (%)	1.544	
ΔU_{L1L2} (%)	0.965	
ΔU_{L2L3} (%)	0.974	
ΔU_{L3L1} (%)	0.965	
ΔU_{L1N} (%)	0.844	
ΔU_{L2N} (%)	2.259	
ΔU_{L3N} (%)	0.859	

3.6.3 Circuito Enchufe almacén envases

Protección QA 59	
Ib	16 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	16 A
Poder de corte	10 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	2P1d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	16 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	16 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 85
C120N
C
125 A / 4P4d

Designación RCD Vigi iC60	
Clase	A
I _{Δn}	30 mA
Tiempo de la rotura	0.03 s
Δt	NA s
Discriminación	NA
Tiempo de descanso normativo requerido	[0.00 ; 0.04] s
Normativa sensibilidad requerida	[0.01 ; 0.03] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

Vigi MB (QA 42) Selectividad total

Cable		WD 59
Parámetros		
Longitud		8 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación		31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		E
Tipo de cable		Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Cdad de circuitos juntos suplementarios		Multiconductor
Aislante		NA
Temperatura ambiente		PVC
THDI de rango 3 en el neutro		40 °C
Ib		NA %
Limitación de dimensionamiento		16 A
Información de dimensionamiento		Iz
Factores de corrección		
Factor de temperatura		Dimensionada con Ir
Cuadro de referencia normativa		0.87
Factor de resistividad térmica del		B-52-14
Referencia de tabla estándar		1
Factor de neutro cargado		B-52-16
		1
Cuadro de referencia normativa		E-52-1
Factor de agrupamiento		1
Cuadro de referencia normativa		B-52-20
Usuario factor de corrección		1
Factor global		0.87

Fase seleccionada	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A
PE seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito								
Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax	

Modo de explotación Normal								
(kA)	NA	NA	1.14	NA	0.83	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	NA	NA	1.14	NA	0.83	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga		AA 59
U		400 V
S		3.7 kVA

P	3.14 kW
I	16 A
cosφ	0.85
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	L3-N
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo			
IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	16.000	16

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	NA	16.000	16

Caídas de tensión	
Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	1.544	0.700
ΔU_{L1L2} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	0.974	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	0.965	0.000
ΔU_{L1N} (%)	0.844	0.000
ΔU_{L2N} (%)	0.859	0.000
ΔU_{L3N} (%)	2.259	1.400

Resumen para todos los modos de explotación	
ΔU_{3L} (%)	1.544
ΔU_{L1L2} (%)	0.965
ΔU_{L2L3} (%)	0.974
ΔU_{L3L1} (%)	0.965
ΔU_{L1N} (%)	0.844
ΔU_{L2N} (%)	0.859
ΔU_{L3N} (%)	2.259

3.6.4 Circuito Enchufe recepción

Protección QA 63	
Ib	16 A
Distancia desde el origen	NA
Información de dimensionamiento	de tamaño por el sistema
Gama	iC60
Designación	iC60N
Circuito nominal del interruptor	16 A
Poder de corte	10 kA
TNS Un polo poder de corte	NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura	NA
Poder de corte reforzado	NA
Pole y protegido polo	2P1d
Designación de la unidad de viaje	C
Trip calificación unidad	16 A
Ajustes de retardo largos	
Ir	16 A
Tr	NA
Ajustes de retardo cortos	
corriente I _{sd}	NA
T _{sd}	NA
Disparo instantáneo	
Corriente I _i	OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis iC60N C 63 A / 4P4d	500 A
---------------------------------------	-------

Designación RCD Vigi iC60

Clase	AC
I _{Δn}	30 mA
Tiempo de la rotura	0.03 s
Δt	NA s
Discriminación	NA
Tiempo de descanso normativo requerido	[0.00 ; 0.04] s
Normativa sensibilidad requerida	[0.01 ; 0.03] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

iID 63 (QA 34)	Sin selectividad
----------------	------------------

Cable		WD 63
Parámetros		
Longitud		4 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación		31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		E
Tipo de cable		Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
		Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA
Aislante		PVC
Temperatura ambiente		40 °C
THDI de rango 3 en el neutro		NA %
Ib		16 A
Limitación de dimensionamiento		Iz
Información de dimensionamiento		Dimensionada con Ir
Factores de corrección		
Factor de temperatura		0.87
Cuadro de referencia normativa		B-52-14
Factor de resistividad térmica del		1
Referencia de tabla estándar		B-52-16
Factor de neutro cargado		1
Cuadro de referencia normativa		E-52-1
Factor de agrupamiento		1
Cuadro de referencia normativa		B-52-20
Usuario factor de corrección		1
Factor global		0.87

Fase seleccionada	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A
PE seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito								
	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	NA	NA	1.41	NA	1.02	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	NA	NA	1.41	NA	1.02	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga		AA 63
U		400 V
S		3.7 kVA

P	3.14 kW
I	16 A
cosφ	0.85
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	L2-N
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	16.000	0.000	16

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	16.000	NA	16

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	1.865	0.350
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.000
ΔU_{L2N} (%)	2.271	0.700
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación		
ΔU_{3L} (%)	1.865	
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	
ΔU_{L1N} (%)	1.511	
ΔU_{L2N} (%)	2.271	
ΔU_{L3N} (%)	1.520	

3.6.5 Circuito Enfuche pasillo

Protección		QA 70
Ib		16 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		16 A
Poder de corte		10 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		16 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		16 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis iC60N C 63 A / 4P4d	500 A
---------------------------------------	-------

Designación RCD

Designación RCD		Vigi iC60
Clase		A
I _{Δn}		30 mA
Tiempo de la rotura		0.03 s
Δt		NA s
Discriminación		NA
Tiempo de descanso normativo requerido		[0.00 ; 0.04] s
Normativa sensibilidad requerida		[0.01 ; 0.03] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

iID 63 (QA 34)	Sin selectividad
----------------	------------------

Cable		WD 70
Parámetros		
Longitud		20 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación		31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		E
Tipo de cable		Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Cdad de circuitos juntos suplementarios		Multiconductor
Aislante		NA
Temperatura ambiente		PVC
THDI de rango 3 en el neutro		40 °C
Ib		NA %
Limitación de dimensionamiento		16 A
Información de dimensionamiento		Iz
Factores de corrección		
Factor de temperatura		Dimensionada con Ir
Cuadro de referencia normativa		0.87
Factor de resistividad térmica del		B-52-14
Referencia de tabla estándar		1
Factor de neutro cargado		B-52-16
		1
Cuadro de referencia normativa		E-52-1
Factor de agrupamiento		1
Cuadro de referencia normativa		B-52-20
Usuario factor de corrección		1
Factor global		0.87

Fase seleccionada	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A
Neutro seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A
PE seleccionado	
Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito								
	Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	NA	NA	0.44	NA	0.32	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	NA	NA	0.44	NA	0.32	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga		AA 70
U		400 V
S		3.7 kVA

P	3.14 kW
I	16 A
cosφ	0.85
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	16

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	NA	NA	16

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	3.265	1.750
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	5.011	3.500
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación	
ΔU_{3L} (%)	3.265
ΔU_{L1L2} (%)	1.715
ΔU_{L2L3} (%)	1.720
ΔU_{L3L1} (%)	1.685
ΔU_{L1N} (%)	5.011
ΔU_{L2N} (%)	1.572
ΔU_{L3N} (%)	1.520

3.6.6 Circuito Enchufe vest masc

Protección		QA 70 (1)
Ib		16 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		16 A
Poder de corte		10 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		16 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		16 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal	
-----------------------	--

QA 34bis iC60N C 63 A / 4P4d	500 A
---------------------------------------	-------

Designación RCD		Vigi iC60
-----------------	--	-----------

Clase		A
I _{Δn}		30 mA
Tiempo de la rotura		0.03 s
Δt		NA s
Discriminación		NA
Tiempo de descanso normativo requerido		[0.00 ; 0.04] s
Normativa sensibilidad requerida		[0.01 ; 0.03] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal	
-----------------------	--

iID 63 (QA 34)	Sin selectividad
----------------	------------------

Cable		WD 70 (1)							
Parámetros									
Longitud		22 m							
longitud máxima		NA							
Modo de colocación		31							
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		E							
Tipo de cable		Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente							
Cdad de circuitos juntos suplementarios		Multiconductor							
Aislante		NA							
Temperatura ambiente		PVC							
THDI de rango 3 en el neutro		40 °C							
Ib		NA %							
Limitación de dimensionamiento		16 A							
Información de dimensionamiento		Iz							
Factores de corrección		Dimensionada con Ir							
Factor de temperatura		0.87							
Cuadro de referencia normativa		B-52-14							
Factor de resistividad térmica del		1							
Referencia de tabla estándar		B-52-16							
Factor de neutro cargado		1							
Cuadro de referencia normativa		E-52-1							
Factor de agrupamiento		1							
Cuadro de referencia normativa		B-52-20							
Usuario factor de corrección		1							
Factor global		0.87							
Fase seleccionada									
Sección		1x1.5 mm ²							
Ánima		Cobre							
Iz		19.1 A							
Neutro seleccionado									
Sección		1x1.5 mm ²							
Ánima		Cobre							
Iz		19.1 A							
PE seleccionado									
Sección		1x1.5 mm ²							
Ánima		Cobre							
Corrientes de cortocircuito									
		Ik3max	Ik2max	Ik1max	Ik2min	Ik1min	Iefmin	Ief2min	Iefmax
Modo de explotaciónNormal									
(kA)		NA	NA	0.41	NA	0.30	0.01	NA	0.01
Resumen para todos los modos de explotación									
(kA)		NA	NA	0.41	NA	0.30	0.01	NA	0.01
Carga		AA 70 (1)							
U		400 V							
S		3.7 kVA							

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

P	3.14 kW
I	16 A
cosφ	0.85
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo

IL1	IL2	IL3	IN
-----	-----	-----	----

Modo de explotación Normal

(A)	0.000	0.000	0.000	16
-----	-------	-------	-------	----

Resumen para todos los modos de explotación

(A)	NA	NA	NA	16
-----	----	----	----	----

Caídas de tensión

Acumuladas aguas arriba	Circuito
-------------------------	----------

Modo de operación Normal

ΔU_{3L} (%)	3.440	1.925
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.000
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	5.370	3.850

Resumen para todos los modos de explotación

ΔU_{3L} (%)	3.440
ΔU_{L1L2} (%)	1.715
ΔU_{L2L3} (%)	1.720
ΔU_{L3L1} (%)	1.685
ΔU_{L1N} (%)	1.511
ΔU_{L2N} (%)	1.572
ΔU_{L3N} (%)	5.370

3.6.7 Circuito Enchufe vest fem

Protección		QA 70 (2)
Ib		16 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		16 A
Poder de corte		10 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		16 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		16 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis
iC60N
C
63 A / 4P4d

Designación RCD		Vigi iC60
Clase		A
I _{Δn}		30 mA
Tiempo de la rotura		0.03 s
Δt		NA s
Discriminación		NA
Tiempo de descanso normativo requerido		[0.00 ; 0.04] s
Normativa sensibilidad requerida		[0.01 ; 0.03] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

iID 63 (QA 34) Sin selectividad

Cable		WD 70 (2)						
Parámetros								
Longitud		22 m						
longitud máxima		NA						
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)		31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente						
Tipo de cable		Multiconductor						
Cdad de circuitos juntos suplementarios		NA						
Aislante		PR						
Temperatura ambiente		40 °C						
THDI de rango 3 en el neutro		NA %						
Ib		16 A						
Limitación de dimensionamiento		Caída de tensión						
Información de dimensionamiento		La sección del cable [WD 70 (2)] ha sido aumentada de 1.5 a 2.5 para respetar la caída de tensión del circuito. Dimensionada con I _r						
Factores de corrección								
Factor de temperatura		0.91						
Cuadro de referencia normativa		B-52-14						
Factor de resistividad térmica del		1						
Referencia de tabla estándar		B-52-16						
Factor de neutro cargado		1						
Cuadro de referencia normativa		E-52-1						
Factor de agrupamiento		1						
Cuadro de referencia normativa		B-52-20						
Usuario factor de corrección		1						
Factor global		0.91						
Fase seleccionada								
Sección		1x2.5 mm ²						
Ánima		Cobre						
Iz		32.8 A						
Neutro seleccionado								
Sección		1x2.5 mm ²						
Ánima		Cobre						
Iz		32.8 A						
PE seleccionado								
Sección		1x2.5 mm ²						
Ánima		Cobre						
Corrientes de cortocircuito								
	I_{k3max}	I_{k2max}	I_{k1max}	I_{k2min}	I_{k1min}	I_{efmin}	I_{ef2min}	I_{efmax}
	NA	NA	0.63	NA	0.43	0.01	NA	0.01
Modo de explotaciónNormal								
(kA)	NA	NA	0.63	NA	0.43	0.01	NA	0.01
Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	NA	NA	0.63	NA	0.43	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480.Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga	AA 70 (2)
U	400 V
S	3.7 kVA
P	3.14 kW
I	16 A
cosφ	0.85
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	16

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	NA	NA	16

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	2.749	1.234
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	3.980	2.469
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación		
ΔU_{3L} (%)	2.749	
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	
ΔU_{L1N} (%)	3.980	
ΔU_{L2N} (%)	1.572	
ΔU_{L3N} (%)	1.520	

3.6.8 Circuito Enchufe comedor

Protección		QA 70 (2) (1)
Ib		16 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		16 A
Poder de corte		10 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		16 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		16 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis iC60N C 63 A / 4P4d	500 A
---------------------------------------	-------

Designación RCD

Designación RCD	Vigi iC60
Clase	A
I _{Δn}	30 mA
Tiempo de la rotura	0.03 s
Δt	NA s
Discriminación	NA
Tiempo de descanso normativo requerido	[0.00 ; 0.04] s
Normativa sensibilidad requerida	[0.01 ; 0.03] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

iID 63 (QA 34)	Sin selectividad
----------------	------------------

Cable **WD 70 (2) (1)**

Parámetros

Longitud	8 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación	31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	16 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir

Factores de corrección

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito

Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.92	NA	0.66	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.92	NA	0.66	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga **AA 70 (2) (1)**

U	400 V
S	3.7 kVA

P	3.14 kW
I	16 A
cosφ	0.85
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	L2-N
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	16.000	0.000	16

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	16.000	NA	16

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	2.215	0.700
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.000
ΔU_{L2N} (%)	2.971	1.400
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación		
ΔU_{3L} (%)	2.215	
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	
ΔU_{L1N} (%)	1.511	
ΔU_{L2N} (%)	2.971	
ΔU_{L3N} (%)	1.520	

3.6.9 Circuito Enchufe oficinas

Protección		QA 70 (2) (2)
Ib		16 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		16 A
Poder de corte		10 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		16 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		16 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal	
------------------------------	--

QA 34bis iC60N C 63 A / 4P4d	500 A
---------------------------------------	-------

Designación RCD	Vigi iC60
------------------------	------------------

Clase	A
I _{Δn}	30 mA
Tiempo de la rotura	0.03 s
Δt	NA s
Discriminación	NA
Tiempo de descanso normativo requerido	[0.00 ; 0.04] s
Normativa sensibilidad requerida	[0.01 ; 0.03] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal	
------------------------------	--

iID 63 (QA 34)	Sin selectividad
----------------	------------------

Cable **WD 70 (2) (2)**

Parámetros	
Longitud	12 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	31 E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	16 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir

Factores de corrección	
Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.68	NA	0.49	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.68	NA	0.49	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga **AA 70 (2) (2)**

U	400 V
S	3.7 kVA

P	3.14 kW
I	16 A
cosφ	0.85
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	16

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	NA	NA	16

Caídas de tensión		
Acumuladas aguas arriba	Circuito	

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	2.565	1.050
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.000
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	3.620	2.100

Resumen para todos los modos de explotación		
ΔU_{3L} (%)	2.565	
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	
ΔU_{L1N} (%)	1.511	
ΔU_{L2N} (%)	1.572	
ΔU_{L3N} (%)	3.620	

3.6.10 Circuito Enchufe limpieza

Protección		QA 70 (2) (3)
Ib		16 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		16 A
Poder de corte		10 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		16 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		16 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis iC60N C 63 A / 4P4d	500 A
---------------------------------------	-------

Designación RCD		Vigi iC60
Clase		A
I _{Δn}		30 mA
Tiempo de la rotura		0.03 s
Δt		NA s
Discriminación		NA
Tiempo de descanso normativo requerido		[0.00 ; 0.04] s
Normativa sensibilidad requerida		[0.01 ; 0.03] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

iID 63 (QA 34)	Sin selectividad
----------------	------------------

Cable **WD 70 (2) (3)**

Parámetros	
Longitud	8 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación	31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	16 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir

Factores de corrección

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito

Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA) NA NA 0.92 NA 0.66 0.01 NA 0.01

Resumen para todos los modos de explotación

(kA) NA NA 0.92 NA 0.66 0.01 NA 0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga **AA 70 (2) (3)**

U	400 V
S	3.7 kVA

P	3.14 kW
I	16 A
cosφ	0.85
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	16

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	NA	NA	16

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	2.215	0.700
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	2.911	1.400
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación		
ΔU_{3L} (%)	2.215	
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	
ΔU_{L1N} (%)	2.911	
ΔU_{L2N} (%)	1.572	
ΔU_{L3N} (%)	1.520	

3.6.11 Circuito Enchufe almacén MP

Protección		QA 70 (2) (4)
Ib		16 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		16 A
Poder de corte		10 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		16 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		16 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis iC60N C 63 A / 4P4d	500 A
---------------------------------------	-------

Designación RCD

Designación RCD		Vigi iC60
Clase		A
I _{Δn}		30 mA
Tiempo de la rotura		0.03 s
Δt		NA s
Discriminación		NA
Tiempo de descanso normativo requerido		[0.00 ; 0.04] s
Normativa sensibilidad requerida		[0.01 ; 0.03] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

iID 63 (QA 34)	Sin selectividad
----------------	------------------

Cable **WD 70 (2) (4)**

Parámetros	
Longitud	9 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación	31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	16 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir

Factores de corrección

Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito

I_{k3max} I_{k2max} I_{k1max} I_{k2min} I_{k1min} I_{efmin} I_{ef2min} I_{efmax}

Modo de explotación Normal

(kA) NA NA 0.84 NA 0.61 0.01 NA 0.01

Resumen para todos los modos de explotación

(kA) NA NA 0.84 NA 0.61 0.01 NA 0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga **AA 70 (2) (4)**

U	400 V
S	3.7 kVA

P	3.14 kW
I	16 A
cosφ	0.85
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	16

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	NA	NA	16

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	2.303	0.787
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.000
ΔU_{L2N} (%)	3.146	1.575
ΔU_{L3N} (%)	1.520	0.000

Resumen para todos los modos de explotación		
ΔU_{3L} (%)	2.303	
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	
ΔU_{L1N} (%)	1.511	
ΔU_{L2N} (%)	3.146	
ΔU_{L3N} (%)	1.520	

3.6.12 Circuito Enchufe almacén PT

Protección		QA 70 (2) (5)
Ib		16 A
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		iC60
Designación		iC60N
Circuito nominal del interruptor		16 A
Poder de corte		10 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		2P1d
Designación de la unidad de viaje		C
Trip calificación unidad		16 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		16 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente I _{sd}		NA
T _{sd}		NA
Disparo instantáneo		
Corriente I _i		OFF

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

QA 34bis iC60N C 63 A / 4P4d	500 A
---------------------------------------	-------

Designación RCD

Designación RCD		Vigi iC60
Clase		A
I _{Δn}		30 mA
Tiempo de la rotura		0.03 s
Δt		NA s
Discriminación		NA
Tiempo de descanso normativo requerido		[0.00 ; 0.04] s
Normativa sensibilidad requerida		[0.01 ; 0.03] mA

Resultados discriminación	
Previo	Límite discriminación

Modo Operativo Normal

iID 63 (QA 34)	Sin selectividad
----------------	------------------

Cable **WD 70 (2) (5)**

Parámetros	
Longitud	16 m
longitud máxima	NA
Modo de colocación	31
según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la UNE 20460-5-523 (2004)	E Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	16 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir

Factores de corrección	
Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

Neutro seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	19.1 A

PE seleccionado

Sección	1x1.5 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	NA	NA	0.54	NA	0.39	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	NA	NA	0.54	NA	0.39	0.01	NA	0.01
------	----	----	------	----	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatenta bajo la responsabilidad del usuario.

Carga **AA 70 (2) (5)**

U	400 V
S	3.7 kVA

P	3.14 kW
I	16 A
cosφ	0.85
Polaridad	F+N
Fase(s) de alimentación	Auto
Número de circuitos	1
Ku (Normal)	1
Generador de armónicos	No
THDI3	NA
Sensibilidad a sobretensión	NA

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	0.000	0.000	0.000	16

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	NA	NA	NA	16

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de operación Normal		
ΔU_{3L} (%)	2.915	1.400
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	0.000
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	0.000
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	0.000
ΔU_{L1N} (%)	1.511	0.000
ΔU_{L2N} (%)	1.572	0.000
ΔU_{L3N} (%)	4.320	2.800

Resumen para todos los modos de explotación		
ΔU_{3L} (%)	2.915	
ΔU_{L1L2} (%)	1.715	
ΔU_{L2L3} (%)	1.720	
ΔU_{L3L1} (%)	1.685	
ΔU_{L1N} (%)	1.511	
ΔU_{L2N} (%)	1.572	
ΔU_{L3N} (%)	4.320	

3.7 Conjunto del regulador de arranque

3.7.1 CircuitoCompresor

Protección		QA 48
Ib		NA
Distancia desde el origen		NA
Información de dimensionamiento		de tamaño por el sistema
Gama		Compact NSX
Designación		NSX160F
Circuito nominal del interruptor		160 A
Poder de corte		36 kA
TNS Un polo poder de corte		NA
IT Uno de los polos Capacidad de ruptura		NA
Poder de corte reforzado		NA
Pole y protegido polo		3P3d
Designación de la unidad de viaje		MA
Trip calificación unidad		100 A
Ajustes de retardo largos		
Ir		100 A
Tr		NA
Ajustes de retardo cortos		
corriente Isd		1400 A
Tsd		NA
Disparo instantáneo		
Corriente Ii		OFF
Resultados discriminación		
Previo	Límite discriminación	
Modo Operativo Normal		
QA 85		141 A
C120N		
C		
125 A / 4P4d		
Contactor		LC1D115
Designación		LC1D115
Tipo de coordinación		T1
relé térmico		LRD4367
Designación		LRD4367
Ir		97
Cable		WD 48
Parámetros		
Longitud		13 m
longitud máxima		NA
Modo de colocación según tabla 52-3 de la IEC 60364-5-52 (2001) y tabla 52-B2 de la		31 E

UNE 20460-5-523 (2004)	Cables multiconductores en bandejas perforadas colocadas horizontalmente
Tipo de cable	Multiconductor
Cdad de circuitos juntos suplementarios	NA
Aislante	PVC
Temperatura ambiente	40 °C
THDI de rango 3 en el neutro	NA %
Ib	97 A
Limitación de dimensionamiento	Iz
Información de dimensionamiento	Dimensionada con Ir
Factores de corrección	
Factor de temperatura	0.87
Cuadro de referencia normativa	B-52-14
Factor de resistividad térmica del	1
Referencia de tabla estándar	B-52-16
Factor de neutro cargado	1
Cuadro de referencia normativa	E-52-1
Factor de agrupamiento	1
Cuadro de referencia normativa	B-52-20
Usuario factor de corrección	1
Factor global	0.87

Fase seleccionada	
Sección	1x35 mm ²
Ánima	Cobre
Iz	110 A
PE seleccionado	
Sección	1x35 mm ²
Ánima	Cobre

Corrientes de cortocircuito
Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal								
(kA)	5.29	4.58	NA	3.61	NA	0.01	NA	0.01

Resumen para todos los modos de explotación								
(kA)	5.29	4.58	NA	3.61	NA	0.01	NA	0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

Motor asíncrono LV	
MA 48	
Tipo de inicio	Directo
U	400 V
Potencia mecánica	55 kW
Id/Ir	7.2
I''d/Ir	<=19
Ir	97 A
Sr	67.2 kVA
Pr	57.8 kW
cosφ	0.86
Polaridad	3F
Número de circuito	1
Ku (mode Normal)	1
Generador de armónico	No
THDI3	NA %
	NA

Sensibilidad a exceso de voltaje

Corrientes de empleo				
	IL1	IL2	IL3	IN

Modo de explotación Normal				
(A)	97.000	97.000	97.000	0

Resumen para todos los modos de explotación				
(A)	97.000	97.000	97.000	NA

Caídas de tensión		
	Acumuladas aguas arriba	Circuito

Modo de explotación Normal		
ΔU_{3L} (%)	1.164	0.320
ΔU_{L1L2} (%)	1.335	0.370
ΔU_{L2L3} (%)	1.344	0.370
ΔU_{L3L1} (%)	1.335	0.370
ΔU_{L1N} (%)	0.844	0.000
ΔU_{L2N} (%)	0.859	0.000
ΔU_{L3N} (%)	0.859	0.000

Caídas de tensión	
$\Delta U_{StartUp}$	2.475

3.8 Circuitos del juego de barras

3.8.1 Circuito WC 2

Juego de barras		WC 2
Parámetros		
Nombre del cuadro	UC 3	
Gama del cuadro	Cualquiera	
Calibre	NA	
IP	Sin definir	
Salidas		
Circuito	Protección	Tipo de protección
Elevador	QA 9	iC60L
Escaldador	QA 6	iC60N
Cinta	QA 7	iC60N
Calibradora	QA 10	iC60L
Cinta retirada subproductos	QA 11	iC60N
Mesa embotado y transporte	QA 12	iC60N
Peladora	QA 13	iC60N
Criba preselección	QA 14	iC60L
Escaldador-Elevador	QA 15	iC60N
Calibradora-Tallos	QA 16	iC60N
Cinta retirada subproductos-Tallos	QA 17	iC60N

Peladora - Tallos	QA 18	iC60N
Dosificadora	QA 19	iC60N
Depósito líquido de gobierno	QA 20	iC60N
Precaentador	QA 21	iC60N
Cerradora	QA 22	iC60N
Autoclave	QA 23	iC60N
Caldera	QA 24	iC60N
Enchufe sala procesado	QA 27	iC60N
Alumbrado sala de procesado	QA 30	iC60N
Alumbrado zona exterior	QA 29	iC60N
Alumbrado emergencia	QA 31	iC60N
Salida Subcuadro 1	QA 34	NSX100F
Interconexión 85	QA 85	C120N
Condensadores 82	QA 82	C120N

Corrientes de cortocircuito
 Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	5.88	5.09	5.54	4.07	4.40	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	5.88	5.09	5.54	4.07	4.40	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparamenta bajo la responsabilidad del usuario.

3.8.2 Circuito WC 37

Juego de barras		WC 37
Parámetros		
Nombre del cuadro	UC 38	
Gama del cuadro	Cualquiera	
Calibre	NA	
IP	Sin definir	
Salidas		
Circuito	Protección	Tipo de protección
Enchufe recepción	QA 63	iC60N
Alumbrado recepción	QA 67	iC60N
Enchufe pasillo	QA 70	iC60N
Alumbrado pasillo	QA 71	iC60N
Enchufe vest masc	QA 70 (1)	iC60N
Enchufe vest fem	QA 70 (2)	iC60N

Calentador	QA 72	iC60N
Alumbrado baños masc	QA 73	iC60N
Alumbrado baños fem	QA 73 (1)	iC60N
Enchufe comedor	QA 70 (2) (1)	iC60N
Enchufe oficinas	QA 70 (2) (2)	iC60N
Enchufe limpieza	QA 70 (2) (3)	iC60N
Enchufe almacén MP	QA 70 (2) (4)	iC60N
Enchufe almacén PT	QA 70 (2) (5)	iC60N
Alumbrado comedor	QA 71 (1)	iC60L
Alumbrado oficinas	QA 71 (2)	iC60N
Alumbrado almacén MP	QA 71 (3)	iC60N
Alumbrado limpieza	QA 71 (4)	iC60N
Alumbrado Almacén PT	QA 71 (5)	iC60N
Alumbrado exterior 2	QA 71 (6)	iC60N
Alumbrado emergencia 2	QA 71 (7)	iC60N

Corrientes de cortocircuito
 Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA)	4.19	3.63	2.86	2.78	2.13	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resumen para todos los modos de explotación

(kA)	4.19	3.63	2.86	2.78	2.13	0.01	NA	0.01
------	------	------	------	------	------	------	----	------

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatmentada bajo la responsabilidad del usuario.

3.8.3 Circuito WC 40

Juego de barras		WC 40
Parámetros		
Nombre del cuadro	UC 41	
Gama del cuadro	Cualquiera	
Calibre	NA	
IP	Sin definir	
Salidas		
Circuito	Protección	Tipo de protección
Báscula	QA 43	iC60N
Compresor	QA 48	NSX160F
Evaporador	QA 49	iC60N
Ventilador	QA 50	iC60N
Alumbrado cámara de refrigeración	QA 52	iC60N
Alumbrado recepción MP	QA 53	iC60N

ANEJO XIII: Instalación eléctrica

Enchufe recepción MP	QA 56	iC60N
Enchufe almacén envases	QA 59	iC60N
Alumbrado almacén envases	QA 60	iC60N
Alumbrado zona exterior 1	QA 61	iC60N
Alumbrado emergencia 1	QA 62	iC60N

Corrientes de cortocircuito

Ik3max Ik2max Ik1max Ik2min Ik1min Iefmin Ief2min Iefmax

Modo de explotación Normal

(kA) 5.72 4.96 5.23 3.94 4.11 0.01 NA 0.01

Resumen para todos los modos de explotación

(kA) 5.72 4.96 5.23 3.94 4.11 0.01 NA 0.01

Resultados de cálculo en base al informe técnico Cenelec TR50480. Hipótesis y selección de la aparatamenta bajo la responsabilidad del usuario.

ANEJO XIV:

**INSTALACIÓN DE
PROTECCIÓN CONTRA
INCENDIOS**

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

ANEJO XIV. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	4
2.1. Caracterización por su configuración y ubicación.....	4
2.2. Caracterización por su nivel de riesgo intrínseco	5
2.2.1. Sector o áreas de incendio	5
2.2.2. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco.....	5
3. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LA INDUSTRIA SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	10
3.1. Ubicación de sectores de incendio.....	10
3.2. Sectorización.....	11
3.3. Materiales.....	11
3.4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.....	13
3.5. Resistencia al fuego de los cerramientos	14
3.6. Evacuación de los elementos industriales.....	14
4. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	17
4.1. Sistemas automáticos de detección de incendio	17
4.2. Sistemas manuales de alarma de incendio	18
4.3. Sistema de comunicación de la alarma	18
4.4. Sistema de abastecimiento de agua contra incendios	18
4.5. Sistema de hidrantes exteriores.....	19
4.6. Extintores de incendio	20
4.7. Sistema de bocas de incendio equipadas	21
4.8. Sistema de columna seca	21
4.9. Sistema rociador automático de agua	22
4.10. Sistema de agua pulverizada	22

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

4.11.	Sistema de espuma física.....	22
4.12.	Sistema de extinción por polvo	22
4.13.	Sistema de extinción por agentes gaseosos	22
4.14.	Sistemas de alumbrado de emergencia.....	22
4.15.	Señalización	23

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se va a calcular el nivel de riesgo de incendio en la planta de conservas de espárragos y se van a definir las medidas que deben adoptarse para lograr minimizar el riesgo de incendio y conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial.

Para la consecución de lo nombrado anteriormente, resulta necesario recurrir al Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales y al Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación.

2. CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

Para caracterizar los establecimientos industriales, se debe tener en cuenta la configuración, la ubicación con relación al entorno y el nivel de riesgo intrínseco de la industria.

2.1. Caracterización por su configuración y ubicación

De acuerdo con el Real Decreto 2267/2004, y en concreto con el Anexo I. Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios, establece que los establecimientos industriales se clasifican en cinco grupos, enumerados alfabéticamente desde la A hasta la letra E. La planta, objeto de estudio, se clasifica como **tipo C**: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio. El tipo C de estructura común con otros establecimientos se refleja en la siguiente figura.

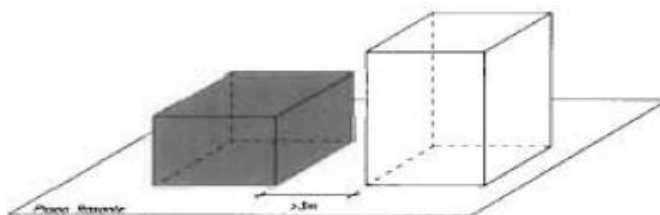


Figura 1. Establecimiento industrial tipo C.

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

2.2. Caracterización por su nivel de riesgo intrínseco

Los establecimientos industriales se clasifican, según su grado de riesgo intrínseco, atendiendo a los criterios simplificados y según los procedimientos que se indican a continuación.

2.2.1. Sector o áreas de incendio

Los establecimientos industriales, en general, estarán constituidos por una o varias configuraciones de los tipos A, B, C, D y E. Cada una de estas configuraciones constituirá una o varias zonas (sectores o áreas de incendio) del establecimiento industrial. Para los tipos A, B y C se considera "sector de incendio" el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

En este caso, se considera un único sector de incendio, compuesto por la zona de recepción de materias primas, almacén de envases, cámara de refrigeración, comedor, pasillo, recepción, sala de procesado, oficina y almacenes de materias primas, limpieza y producto terminado. Este sector tiene una superficie total de 935,37 m².

2.2.2. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco

Calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i \times q_i \times C_i}{A} \times K \times R_a \left(\frac{MJ}{m^2} \right) \text{ o } \left(\frac{Mcal}{m^2} \right)$$

Donde:

- Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².
- G_i = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).
- q_i = poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

- R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

- A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m^2 .

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad (C_i), del coeficiente de peligrosidad por activación (R_a) y del poder calorífico (q_i), de cada combustible, se deducen de las tablas correspondientes que figuran en el Real Decreto 2267/2004.

Como alternativa a la fórmula anterior se puede evaluar la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q_s , del sector de incendio aplicando las siguientes expresiones.

Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento:

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

Donde:

- Q_s , C_i , R_a y A tienen la misma significación que en el apartado anterior.
- q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.
- S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m^2 .

Los valores de la densidad de carga de fuego media, q_{si} , pueden obtenerse de la tabla que figura en el Real Decreto.

Para actividades de almacenamiento, se utiliza la siguiente fórmula:

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \times C_i \times h_i \times s_i}{A} \times R_a \left(\frac{MJ}{m^2} \right) \text{ o } \left(\frac{Mcal}{m^2} \right)$$

Donde:

- Q_s , C_i , R_a y A tienen el mismo significado que en el apartado anterior.
- q_{vi} = carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³.
- h_i = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.
- S_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m².

En este caso, como en el mismo sector pueden coincidir zonas de producción con zonas de almacenamiento, se emplea la combinación de ambas fórmulas:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \times S_i \times h_i \times C_i + \sum_1^i q_{vi} \times S_j \times h_j \times C_j}{A} \times R_a \left(\frac{MJ}{m^2} \right) \text{ o } \left(\frac{Mcal}{m^2} \right)$$

Utilizando la expresión anterior se calcula la densidad de carga de fuego y los valores de las tablas del R.D. 2267/2004.

A continuación, se deducen todos los valores necesarios para calcular la densidad de fuego.

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

Tabla 1. Valores necesarios para calcular la densidad de fuego

Fabricación o zona distinta a almacén					
Descripción actividad	Q_{si} (MJ/m ²)	S_i (m ²)	C_i	R_a	
Oficinas	600	29,15	1,3	1	
Pasillo	80	23,58	1,3	1	
Recepción	80	18	1,3	1	
Comedor	80	29,64	1,3	1	
Vestuarios	200	67,62	1,3	1	
Sala de procesado:	45	617,24	1,3	1	
• <i>Caldera</i>	200	20,024	1,3	1	
• <i>Sala</i>	40	597,216	1,3	1	
Almacenamiento					
Descripción actividad	Q_{vi} (MJ/m ³)	S_i (m ²)	h_i (m)	C_i	R_a
Zona de recepción	80	16,66	3	1,3	1
Cámara de refrigeración	2000	16,16	1,8	1,3	1
Almacén de materias primas	600	10,62	1	1,3	2
Almacén producto limpieza	600	10,62	2	1,3	1
Almacén envases	700	44,16	5	1,3	1,5
Almacén producto terminado	372	51,92	5	1,3	1

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

Coefficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad por la activación (Ra)

Cuando hay varias actividades en el mismo sector se tiene que tomar como Ra el de mayor valor siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10% de la superficie del sector. Si no se cumple, se puede aplicar un Ra a cada actividad. Por lo tanto, se aplica un Ra para cada actividad, ya que ni el almacén de envases ni de materias primas ocupa al menos un 10% de la superficie del sector.

Coefficiente adimensional grado de peligrosidad por la combustibilidad (Ci)

Para el obtener el valor de Ci, se recurre a la siguiente tabla:

Tabla 2. Grado de peligrosidad de los combustibles.

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, C _i		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none">- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1- Líquidos clasificados como subclase B₁, en la ITC MIE-APQ1.- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.	<ul style="list-style-type: none">- Líquidos clasificados como subclase B₂ en la ITC MIE-APQ1.- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.- Sólidos que emiten gases inflamables.	<ul style="list-style-type: none">- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
C _i = 1,60	C _i = 1,30	C _i = 1,00

Por lo tanto, el valor del coeficiente C_i será de 1,30 ya que en la planta se utilizan líquidos clasificados como clase C de acuerdo con ITC MIE-APQ1.

Superficie ocupada del área de incendio (A)

El valor A, corresponde a la superficie total, 935,37 m².

Se determina el nivel de riesgo intrínseco para dicha planta sustituyendo con los valores reflejados en la tabla 1 en la siguiente ecuación, que determina la densidad de carga de fuego.

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \times S_i \times h_i \times C_i + \sum_1^j q_{vj} \times S_j \times h_j \times C_j}{A} \times R_a \left(\frac{MJ}{m^2} \right) \text{ o } \left(\frac{Mcal}{m^2} \right)$$

$$Q_s = 667,89 \frac{MJ}{m^2}$$

Tras obtener el valor de Q_s , se introduce el valor de la densidad de carga de fuego ponderada y corregida en la tabla 3.

Tabla 3. Tabla de nivel de riesgo intrínseco.

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

Por lo tanto, para la densidad de carga de fuego de $667,89 \frac{MJ}{m^2}$ el valor de riesgo intrínseco de la planta es de nivel bajo 2, dado que Q_s se encuentra entre 425 y 850.

3. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LA INDUSTRIA SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

3.1. Ubicación de sectores de incendio

Al clasificarse la planta como tipo C, con riesgo intrínseco bajo 2, no hay restricciones en cuanto a ubicación de los sectores de incendio con actividad industrial.

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

3.2. Sectorización

Todo establecimiento industrial constituirá, al menos, un sector de incendio cuando adopte las configuraciones de tipo A, tipo B o tipo C. La máxima superficie construida admisible en cada sector, se encuentra reflejada en la siguiente tabla.

Tabla 4. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
3	500	3500	5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO	NO ADMITIDO	(3)	(3)(4)
6		2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Según indica la tabla 4, la superficie máxima para el nivel bajo 2, tipo C es de 6000 m² el sector de incendio. La industria tiene una superficie de 960 m², por lo que se cumple esta condición.

3.3. Materiales

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado “CE”.

Las condiciones de reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justificarán:

- Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

b) Mediante la clase que figura en segundo lugar entre paréntesis, conforme a la clasificación que establece la norma UNE-23727.

Los productos de construcción cuya clasificación conforme a la norma UNE 23727:1990 sea válida para estas aplicaciones podrán seguir siendo utilizados después de que finalice su período de coexistencia, hasta que se establezca una nueva regulación de la reacción al fuego para dichas aplicaciones basada en sus escenarios de riesgo específicos. Para poder acogerse a esta posibilidad, los productos deberán acreditar su clase de reacción al fuego conforme a la normativa 23727:1990 mediante un sistema de evaluación de la conformidad equivalente al correspondiente al del mercado “CE” que les sea aplicable.

1) Productos de revestimientos: los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

- En suelos: CFL-s1 (M2) o más favorable.
- En paredes y techos: C-s3 d0(M2), o más favorable.
- Los lucernarios que no sean continuos o instalaciones para eliminación de humo que se instalen en las cubiertas serán al menos de clase D-s2d0 (M3) o más favorable.
- Los materiales de los lucernarios continuos en cubierta serán B-s1d0 (M1) o más favorable.
- Los materiales de revestimiento exterior de fachadas serán C-s3d0 (M2) o más favorables.

2) Productos incluidos en paredes y cerramientos: Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado 1), la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, EI 30 (RF-30).

Este requisito no será exigible cuando se trate de productos utilizados en sectores industriales clasificados según el apartado 2 como de riesgo intrínseco bajo, ubicados en edificios de tipo B o de tipo C para los que será suficiente la clasificación Ds3d0 (M3) o más favorable, para los elementos constitutivos de los productos utilizados para paredes o cerramientos.

3) Otros productos: los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

ventilación, etc., deben ser de clase C-s3 d0 (M1) o más favorable. Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

- 4) La justificación de que un producto de construcción alcanza la clase de reacción al fuego exigida se acreditará mediante ensayo de tipo o certificado de conformidad a normas UNE, emitidos por un organismo de control que cumpla los requisitos establecidos en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

Conforme los distintos productos deban contener con carácter obligatorio el marcado “CE”, los métodos de ensayo aplicables en cada caso serán los definidos en las normas UNE –EN y UNE-EN ISO. La clasificación será conforme con la norma UNE-EN 13501-1.

- 5) Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A 1 (M0).

3.4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma correspondiente de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión.

En relación con la estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes, para nivel de riesgo bajo, tipo C y planta sobre rasante, el grado será R 30 (EF-30) según la tabla 5.

Tabla 5. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes.

NIVEL DE RIESGO INTRINSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF - 180)	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

Para garantizar esta estabilidad al fuego, se pintará la zona de falso techo, con pintura intumescente, la cual otorgará a la estructura una resistencia al fuego de 90 minutos. Además, se colocarán cerramientos de panel sándwich sobre los pilares de los espacios de trabajo.

Para la estructura principal de cubiertas ligeras y sus soportes en plantas sobre rasante, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes, siempre que se justifique que su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometan la estabilidad de otras plantas inferiores o la sectorización de incendios implantada y, si su riesgo intrínseco es medio o alto, disponga de un sistema de extracción de humos, se podrán adoptar los valores reflejados en la tabla 6.

Tabla 6. Valores de estabilidad para la planta de estudio.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	Tipo B	Tipo C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R 15 (EF-15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R 30 (EF-30)	R 15 (EF-15)
Riesgo alto	R 60 (EF-60)	R 30 (EF-30)

Por lo tanto, para la estructura de cubierta ligera el grado de estabilidad al fuego no se exige de acuerdo con la tabla 6.

3.5. Resistencia al fuego de los cerramientos

La resistencia al fuego de los elementos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la tabla 5, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.

Los elementos constructivos de cerramientos serán paneles sándwich, cuyo material aislante es poliuretano, para la fachada y cubierta, y lana de roca para el falso techo. Tanto para la fachada con un espesor de 80 mm, como para la cubierta con un espesor de 50 mm y para el falso techo de 80 mm, todas cumplen con el reglamento de resistencia al fuego.

3.6. Evacuación de los elementos industriales

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P, deducida de las siguientes expresiones:

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100.$$

$$P = 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200.$$

$$P = 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500.$$

$$P = 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.$$

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

Para el caso de estudio, se utilizará la condición:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100.$$

Se toma que el número de personas, p , sea de 9 personas, poniéndome del lado de la seguridad. Por lo tanto:

$$P = 1,10 \times 9 = 9,9$$

El valor obtenido para P , según las anteriores expresiones, se redondearán al entero inmediatamente superior, el cual es $P=10$.

La evacuación de los establecimientos industriales que estén ubicados en edificios de tipo C (según el apartado 2) debe satisfacer las condiciones siguientes:

- 1) **Elementos de evacuación:** origen de evacuación, recorridos de evacuación, altura de evacuación, rampas, ascensores, escaleras mecánicas, rampas y pasillos móviles y salidas se definen de acuerdo con el artículo 7 de la NBE-CPI/96.
- 2) **Número y disposición de las salidas:** Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en la siguiente tabla 7.

Tabla 7. Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas.

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35m(**)	50 m
Medio	25 m(***)	50 m
Alto	-----	25 m

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

En este caso, al ser la ocupación inferior a 25, la longitud del recorrido de evacuación en el caso de un único recorrido aumenta de 35 m a 50 m para riesgo bajo y para dos salidas alternativas de longitud menor a 50 m.

De todas formas, el número y disposición de salidas de emergencia figura en el plano de la instalación contra incendios.

- 3) **Disposición de escaleras y aparatos elevadores:** En este caso de estudio, no hay escaleras ni aparatos elevadores.
- 4) **Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras:** Para realizar el dimensionado de salidas y pasillos de la planta, resulta necesario recurrir al apartado 4 de la sección 3: Evacuación de ocupantes del Documento Básico SI en caso de Incendio.

Tabla 8. Dimensionado de los elementos de evacuación

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3)(4)(5)}$
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(9)}$
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)^{(9)}$
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_s^{(9)}$
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A^{(9)}$
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600^{(10)}$
Escaleras	$A \geq P / 480^{(10)}$

A= Anchura del elemento, [m]
 A_s = Anchura de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio, [m]
h= Altura de evacuación ascendente, [m]
P= Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.
E= Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las plantas situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable;
S= Superficie útil del recinto, o bien de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas, incluyendo la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias o bien del pasillo protegido.

Para el caso de las puertas y pasos las dimensiones mínimas dispuestas en los recorridos de evacuación deberán tener una anchura mínima de:

$$A \geq \frac{10}{200} \geq 0,8 \text{ m}$$

Todas las puertas de evacuación tienen un paso libre mínimo de 0,80 m, por lo que cumplen con la exigencia de la normativa.

Para el caso de pasillos y rampas, las dimensiones mínimas dispuestas en los recorridos deberán tener una anchura mínima de:

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

$$A \geq \frac{10}{200} \geq 1 \text{ m}$$

Todos los pasillos y rampas de evacuación tienen un paso libre mínimo aproximado de 1 m, por lo que cumplen con las exigencias de la normativa.

- 5) **Señalización e iluminación:** Se colocarán las luces de emergencia en las distintas zonas, de acuerdo con lo calculado en el Anejo XII. Instalación de iluminación y eléctrica. Todas las salidas del recinto estarán señalizadas. Además, se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos que deben seguirse desde todo origen de evacuación hasta un punto desde el que sea directamente visible la salida. Las salidas estarán señalizadas con el tipo de señal definida por la norma UNE 23032:2015, utilizándose rótulos como el que se adjunta a continuación.



Figura 1. Señal de salida de emergencia

4. REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

4.1. Sistemas automáticos de detección de incendio

Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales de tipo C y de nivel intrínseco bajo cuando en ellos se desarrollen:

- Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, si su superficie total construida es de 3.000 m² o superior.

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

- Actividades de almacenamiento si la superficie total construida es de 1.500 m² o más.

Al ser riesgo intrínseco bajo y no corresponderse con las condiciones de superficie total construida, no es necesaria la colocación de sistemas automáticos de detección de incendios.

4.2. Sistemas manuales de alarma de incendio

Al no ser necesaria por el tipo de riesgo y superficie total construida la colocación de sistemas automáticos de detección de incendio, resulta necesaria la colocación de sistemas manuales tanto en las zonas de procesado como en las de almacenado, tal y como se indica en el Real Decreto.

Se deberá situar un pulsador en cada una de las salidas de evacuación del sector de incendio, y además la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar el pulsador no superará los 25 metros.

4.3. Sistema de comunicación de la alarma

Tal y como se refleja en R.D. 2267/2004, se instalarán sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.000 m² o superior.

En nuestro caso, la superficie construida es inferior a 10.000 m², por lo tanto, no es necesario un sistema de comunicación de alarma.

4.4. Sistema de abastecimiento de agua contra incendios

Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios ("red de agua contra incendios"), si:

- Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas.
- Cuando sea necesario para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como
 - Red de bocas de incendio equipadas (BIE).
 - Red de hidrantes exteriores.

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

- Rociadores automáticos.
- Agua pulverizada.
- Espuma.

Como no necesitamos introducir ninguno de los elementos anteriores, no será necesario la instalación del sistema de abastecimiento de aguas.

4.5. Sistema de hidrantes exteriores

Se instalará un sistema de hidrantes exteriores si:

- Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas.
- Concurren las circunstancias que se reflejan en la tabla siguiente.

Tabla 9. Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco.

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

Al ser la configuración de la zona de incendio de tipo C, la superficie inferior a 2000 m² y el tipo de riesgo intrínseco bajo, no es necesario contar con sistemas de hidrante exterior.

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

4.6. Extintores de incendio

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

Cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase C que puedan aportar una carga de fuego que sea, al menos, el 90 por ciento de la carga de fuego del sector, se determinará la dotación de extintores de acuerdo con la reglamentación sectorial específica que les afecte. En otro caso, no se incrementará la dotación de extintores si los necesarios por la presencia de otros combustibles (A y/o B) son aptos para fuegos de clase C.

Los extintores de incendio portátiles serán seleccionados para un grado de riesgo intrínseco del sector de incendio bajo, con una eficacia mínima del extintor de 21 A. Las dimensiones de la planta son de 960 m². Por lo tanto, el área máxima protegida del sector de incendio cubre con 1 hasta 600 m² y se colocará un extintor más por cada 200 m², o fracción en exceso. Por lo tanto, se necesitarán como mínimo 3 extintores portátiles para cubrir toda la planta.

Además, se debe tener en cuenta otro requisito en cuanto a su colocación, ya que deben estar visibles y accesibles, estarán colocados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de incendio. Con el objetivo de aumentar la seguridad en la planta, se instalará al menos un extintor por cada zona de la industria. La altura de colocación de los extintores no será superior a 1,70 metros desde el suelo. Se debe tener también en cuenta que no deben entorpecer las tareas desarrolladas por la empresa y la distancia máxima hasta cada uno de ellos, desde cualquier punto del sector no supere los 15 m.

Se seleccionará el tipo de extintor en función de lo establecido en la UNE 23.010 y reflejado en la tabla 10.

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

Tabla 10. Selección del tipo de extintor, en función de la clase de fuego.

Agente extintor	Clases de fuego (UNE 23.010)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2)xxx	x		
Agua a chorro	(2)xx			
Polvo ABC (convencional)		xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	(2)xx	xx		
Anhídrido carbónico	(1)x	x		
Hidrocarburos halogenados	(1)x	xx		

Las características de los extintores instalados serán extintores de polvo polivalentes, con 10 kg de capacidad, ligeros y fáciles de ser transportados desde su ubicación hasta el frente de fuego y con 6 m de alcance horizontal.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio será:

- Zona de procesado, se colocarán un total de 5 extintores.
- En las demás zonas, recepción, pasillo, almacenes, oficinas y comedor, se colocará un extintor, suponiendo un total de 11.

En resumen, se colocarán un total de 16 extintores polivalentes tipo ABC dispuestos por la planta y se colocarán también un extintor de CO₂ con eficacia 34-B, junto al cuadro de instalación eléctrica.

4.7. Sistema de bocas de incendio equipadas

No es necesaria la instalación de bocas de incendio equipadas (BIE) ya que la configuración de la industria es de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es bajo y la superficie total construida es menor a 1000 m².

4.8. Sistema de columna seca

No es necesaria la instalación de ningún sistema de columna seca de acuerdo con el R.D. 2267/2004.

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

4.9. Sistema rociador automático de agua

No es necesaria la instalación de ningún sistema rociador automático de agua de acuerdo con el R.D. 2267/2004.

4.10. Sistema de agua pulverizada

No es necesaria la instalación de ningún sistema de agua pulverizada de agua de acuerdo con el R.D. 2267/2004.

4.11. Sistema de espuma física

No es necesaria la instalación de ningún sistema de espuma física de agua de acuerdo con el R.D. 2267/2004.

4.12. Sistema de extinción por polvo

No es necesaria la instalación de ningún sistema de extinción por polvo de acuerdo con el R.D. 2267/2004.

4.13. Sistema de extinción por agentes gaseosos

No es necesaria la instalación de ningún sistema de extinción por agentes gaseosos de acuerdo con el R.D. 2267/2004.

4.14. Sistemas de alumbrado de emergencia

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando estén situados:

- a) Estén situados en planta bajo rasante.
- b) Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.
- c) En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.

Por lo tanto, se instalará un sistema de alumbrado de emergencia en la instalación. La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

Anejo XIV. Instalación de protección contra incendios

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de cinco lx en los espacios definidos en los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centro de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios o de los procesos que se desarrollan en los establecimientos industriales de este anexo.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

4.15. Señalización

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

ANEJO XV:

ESTUDIO ECÓNOMICO

Anejo XV. Estudio económico

ANEJO XV. ESTUDIO ECONÓMICO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. COSTES DE INVERSIÓN	3
2.1. Presupuesto de ejecución por contrata.....	3
2.2. Presupuesto de adquisición de la maquinaria y equipos.....	3
2.3. Adquisición de la parcela.....	4
2.4. Inversión total	4
3. PAGOS.....	4
3.1. Pagos ordinarios.....	4
3.1.1. Materias primas	4
3.1.2. Envases producto terminado.....	5
3.1.3. Mano de obra	5
3.1.4. Energía eléctrica	6
3.1.5. Agua	8
3.1.6. Mantenimiento y conservación.....	9
3.1.7. Seguros	9
3.1.8. Impuestos.....	9
3.1.9. Otros pagos	10
3.1.10. Pagos ordinarios totales	10
3.2. Pagos extraordinarios.....	10
4. COBROS.....	10
4.1. Cobros ordinarios.....	10
4.2. Cobros extraordinarios.....	11
5. ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN	12

Anejo XV. Estudio económico

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se va a analizar la viabilidad económica del proyecto. Para ello, resulta necesario analizar varios ratios económicos, los cuales indicarán si es rentable o no realizar la inversión. Se va a calcular el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rentabilidad.

El VAN, indica si la inversión es rentable. En cambio, el TIR indica el plazo de recuperación del capital invertido.

Para realizar este análisis de viabilidad de la inversión se considera la vida útil del proyecto de 20 años. Se entiende por vida útil de un proyecto, el número de años durante los que se considera que la inversión genera beneficios.

Se tendrán en cuenta los datos estimados de los cobros y gastos que se van a realizar, aproximándolos a la realidad. Hay que tener en cuenta que tanto los costes como los ingresos pueden variar de un año para otro por las fluctuaciones del mercado de las materias primas, del producto terminado, de la energía, del agua... entre otras.

2. COSTES DE INVERSIÓN

Los costes de inversión son los costes realizados para poner en marcha un proyecto y llevarlo a cabo durante un tiempo superior a un año. Corresponden con la inversión inicial, englobándose en ellos la inversión de la obra, el coste del terreno y el equipamiento de la industria.

2.1. Presupuesto de ejecución por contrata

El presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto asciende a la cantidad de 1.037.034€ sin IVA y el presupuesto de ejecución de contrata con impuestos incluidos es de 1.254.811,14€.

2.2. Presupuesto de adquisición de la maquinaria y equipos

La inversión en la compra de equipos, asciende a la cantidad de 167.774,34€ sin IVA. El presupuesto de maquinaria con IVA, asciende a 203.006,95€.

Anejo XV. Estudio económico

2.3. Adquisición de la parcela

La parcela en la que se ubica el proyecto tiene una superficie total de 5,11 Ha=51.100m². Pero únicamente se comprará la parte correspondiente de la parcela que ocupa la planta, es decir 2.720 m². El precio del suelo del polígono industrial donde se va a ubicar es de 90€/m². El precio de la parcela asciende a 244.800€.

2.4. Inversión total

El importe de la inversión total asciende a 1.702.618,09 €.

3. PAGOS

Los pagos que realiza la industria se clasifican en dos grupos en función de la periodicidad con la que se dan. La clasificación es la siguiente:

- Pagos ordinarios: Son los pagos generados a lo largo de un año para cubrir los costes de producción.
- Pagos extraordinarios: Son los pagos que se efectuarán con una periodicidad mayor al año, y que cubren los costes eventuales.

3.1. Pagos ordinarios

Como pagos ordinarios están los siguientes:

3.1.1. Materias primas

La materia prima con la que se realiza el proyecto es una parte indispensable y que supone uno de los pagos más importantes de la industria. Generalmente, el precio de los productos es con la materia prima colocada en las instalaciones, es decir, se incluyen los costes de recolección y transporte.

Es importante saber que el precio de la materia prima varía de un año para otro. Además, el precio que se paga por el producto varía en función de distintos parámetros de calidad exigibles a los productos como el grosor del esparrago, entre otros. Por lo tanto, se toma un valor medio aproximado del precio que se paga por el producto.

En la tabla 1, se refleja los precios de cada producto junto con la cantidad anual que se adquiere aproximadamente y el coste total que esto supone.

Anejo XV. Estudio económico

Tabla 1. Pago por la adquisición anual de las materias primas.

Materia prima	Precio (€/Tn)	Cantidad (Tn/año)	Coste (€/año)
Espárrago	2.500	142	355.000
Sal	2.000	3,350	6.700

3.1.2. Envases producto terminado

El producto terminado se almacena en envases. Estos envases se apilan, se embalan en palets de 1200×1000. Los palets de madera son reutilizables, mientras que los envases que contienen el producto serán de un solo uso. A lo largo del año, se emplearán alrededor de 300.000-250.000 envases de metal y aproximadamente de 1.000-1.500 palets. Pero como los palets son retornables, se comprarán los necesarios para cubrir la producción mensual. Así pues, se comprarán 200 palets. Considerando todos los costes, se estima que el pago ordinario referente al embalaje asciende aproximadamente a 61.300€. Ya que se considera un precio aproximado de 6,5€/palet y 0,20 €/envase.

3.1.3. Mano de obra

La mano de obra del personal le supondrá un coste a la empresa, en dicho coste se incluye la seguridad social.

- Gerente de la empresa: Graduado en Administración y dirección de empresas. Es la persona responsable de planear y dirigir el trabajo de un grupo de individuos, de monitorear su desempeño y tomar acción correctiva cuando es necesario. El sueldo bruto anual es de 54.000€/año. En este caso al ser una empresa familiar, también desarrolla las tareas de contabilidad de la empresa.
- Responsable de fabricación: Tecnólogo de los Alimentos, responsable de seguridad alimentaria. Coordina todas las tareas relacionadas con el control de la producción del espárrago en conserva, entre otras. El sueldo bruto anual es de 31.000€/año.
- Operarios: El número total de operarios varía en función de la actividad de la empresa, durante los meses de trabajo, se necesitarán 4 operarios por turno. Uno de ellos, además de participar en las labores de procesado del espárrago, desarrollara el cargo de operario de mantenimiento. El sueldo bruto de un operario es de 17.000€/año.

Anejo XV. Estudio económico

Suponiendo que el operario de mantenimiento este fijo durante todo el año y los otros 3 estén contratados durante 4 meses. El gasto anual en operarios es de 102.000€/año.

- Personal de limpieza: Al finalizar la actividad diaria los operarios serán los encargados de limpiar los equipos que han utilizado a lo largo de la actividad industrial y el responsable de fabricación lo verificará. Además, se contrata a una persona que viene 3 días a la semana durante los meses de fabricación y 1 día a la semana los restantes. Durante el año trabaja 160 horas, por lo tanto, su sueldo bruto anual será de 1800€/año.

El pago ordinario que supone la mano de obra para la industria asciende a un total de 188.800€/año.

3.1.4. Energía eléctrica

El gasto de energía se estimará en función de la potencia de cada uno de los equipos y puntos de consumo, teniendo en cuenta las horas de funcionamiento de los mismos a los largo del día y el número de días que están operativas. Para las tomas de corriente de las oficinas, vestuarios, cocina... se estiman en función de los equipos que puedan conectarse en cada punto. Para el alumbrado de las instalaciones se tiene en cuenta las horas que se utiliza cada dependencia y si hay posibilidad de luz natural. En la siguiente tabla, se reflejan las horas de funcionamiento anuales, potencia y consumo total anual.

Tabla 2. Energía eléctrica y horas de consumo.

Elemento	Funcionamiento (h/año)	Potencia (kW)	Consumo (kW h/año)
Báscula	750	0,2	150
Escaldador	750	3,4	2550
Cinta	750	0,4	300
Elevador	750	0,8	600
Calibradora	750	0,8	600
Cinta retirada subproductos	750	0,2	150
Mesa embotado y transporte	750	0,4	300
Peladora	750	1,2	900
Criba preselección	750	0,8	600
Escaldador-Elevador	750	0,2	150
Calibradora	750	0,4	300
Cinta retirada subproductos	750	0,2	150
Peladora	750	1,2	900
Dosificadora	750	0,2	150

Anejo XV. Estudio económico

Depósito líquido de gobierno	750	0,4	300	
Pre calentador	750	0,2	150	
Cerradora	750	4,5	3375	
Autoclave	750	2	1500	
Compresor	1936	558	1080288	
Evaporador	1936	0,24	464,64	
Ventilador	1936	0,16	309,76	
Caldera	900	10	9000	
Enchufe recepción	50	3,5	175	
Alumbrado recepción	400	0,288	115,2	
Enchufe pasillo	50	3,5	175	
Alumbrado pasillo	600	0,324	194,4	
Enchufe vestuario masc.	700	3,5	2450	
Calentador eléctrico vest masc.	700	2,2	1540	
Alumbrado vest masc	Aseo/Ducha	700	0,048	33,6
	Cambiador	700	0,06	42
	Pasillo	700	0,02	14
Enchufe vestuario fem.	100	3,5	350	
Alumbrado vest fem	Aseo/Ducha	700	0,048	33,6
	Cambiador	700	0,06	42
	Pasillo	700	0,02	14
Enchufe comedor	400	3,5	1400	
Alumbrado comedor	700	0,232	162,4	
Enchufe oficinas	1500	3,5	5250	
Alumbrado oficinas	1100	0,348	382,8	
Enchufe almacén de limpieza	100	3,5	350	
Alumbrado almacén limpieza	500	0,15	75	
Enchufe almacén MP	100	3,5	350	
Alumbrado almacén MP	750	0,15	112,5	
Enchufe almacén producto terminado	200	3,5	700	
Alumbrado almacén producto terminado	750	0,3	225	
Alumbrado cámara de refrigeración	200	0,052	10,4	
Enchufe recepción MP	300	3,5	1050	
Alumbrado recepción MP	750	0,45	337,5	
Enchufe almacén envases	50	3,5	175	
Alumbrado almacén envases	300	0,3	90	
Enchufe sala de procesado	1500	3,5	5250	
Alumbrado sala procesado	1500	3,9	5850	
Alumbrado zona exterior	1500	2,4	3600	
Alumbrado emergencia	4500	0,288	1296	
Total			1.135.032,8	

Anejo XV. Estudio económico

Para poder determinar el pago, se debe tener en cuenta la potencia instalada por la cual se paga 1,7€ por kW al mes, y el consumo, porque se pagan 0,098€/kW h, como valor medio teniendo en cuenta las distintas franjas horarias de facturación. La instalación tiene una potencia instalada de 281,48 kW. Por lo tanto, supondrá n pago ordinario anual aproximado de 116.975,41€/año.

3.1.5. Agua

Para estimar el consumo de agua requerido se utilizan los caudales demandados por cada equipo para su funcionamiento y las horas de funcionamiento durante el año. En todos los casos, en mayor o menor medida se ha realizado una aproximación, porque por ejemplo para el caso del uso de los servicios, fregaderos... era complicado saber el consumo debido a que se desconoce el uso que cada persona puede hacer de estos elementos.

Tabla 3. Consumo total de agua anual.

Zona	Elemento	Q Total (l/s)	Funcionamiento (h/año)	Consumo (m ³ /año)
Vestuario femenino	Ducha	0,6	300	648
	Inodoro	0,3	400	432
	Lavabos	0,3	500	540
Vestuario masculino	Ducha	0,6	300	648
	Inodoro	0,3	400	432
	Lavabos	0,3	500	540
Comedor	Fregadero	0,3	300	324
Sala de procesado	Escaldadora	0,1	750	270
	Cinta	0,31	750	837
	Elevador	1,1	750	2970
	Calibrador	1,8	750	4860
	Mesa de embotado y transporte	1,1	750	2970
	Depósito líquido de gobierno	0,1	400	144
	Autoclave	1,1	750	2970
	Caldera	0,16	750	432
	Limpieza	0,3	400	432

Anejo XV. Estudio económico

Sala de procesado	Criba preselección	2,1	750	5670
	Escaldador-Elevador	0,3	750	810
	Calibrador	0,6	750	1620
Total				27549

El consumo total de agua será de 27.549 m³/año. El precio por m³ de agua en el polígono es de 0,663 €/m³, por lo que el pago ordinario debido al consumo de agua es de 18.264,987 €/año.

3.1.6. Mantenimiento y conservación

Los equipos y maquinaria con el transcurso del tiempo sufren un deterioro. Inicialmente, como es lógico, los equipos no tienen apenas averías, pero conforme pasa el tiempo las averías ocurren con mayor frecuencia. Esto supone el pago de mano de obra especializada para la reparación y pago de materiales. Se estima un pago medio ordinario a lo largo de los años de un 3% del coste de la maquinaria, siendo de 6.090,21€.

También se debe considerar un coste del mantenimiento y la conservación de las instalaciones por el deterioro que sufren a lo largo del tiempo. Se considera un coste anual del 1% de la ejecución del material, suponiendo un coste de 12.548,11 €/año.

3.1.7. Seguros

La industria debe contratar un seguro para cubrir los posibles problemas derivados de la maquinaria como de las instalaciones. El coste del seguro depende de varios factores que marcan las compañías aseguradoras. Para el cálculo se toma un 1% del valor total de la inversión realizada en la maquinaria e instalaciones. El pago del seguro anualmente es de 14578,1809€.

3.1.8. Impuestos

La empresa debe realizar el pago del impuesto de bienes inmuebles (IBI), recogida de residuos, pago de mantenimiento del polígono... Este pago se estima en 4.000 €/año.

Anejo XV. Estudio económico

3.1.9. Otros pagos

Además de los pagos descritos anteriormente, hay otros que deben tenerse en cuenta. Estos gastos son los referidos a los productos de limpieza, material de laboratorio, material de oficina, conexión telefónica y de internet, pagos de mantenimiento del polígono... Este pago se estima en 5.000€/año.

3.1.10. Pagos ordinarios totales

Los pagos ordinarios totales ascienden a 789.256,90 €/año.

3.2. Pagos extraordinarios

Como pago extraordinario se encontrará la sustitución de la maquinaria al fin de su vida útil, la cual serán 10 años. Por lo tanto, en el año 11 hay que contabilizar un pago de 203.006,95 €.

4. COBROS

4.1. Cobros ordinarios

Los ingresos que recibe la industria se deben a la venta de los espárragos, tallos y yemas en conserva. Se tomarán unos precios estimados, teniendo en cuenta que estos dependen de las fluctuaciones del mercado. En la siguiente tabla se indican los diferentes precios.

Tabla 4. Formatos comerciales, cantidad, precios y cobro.

Producto	Formato	Cantidad (kg/año)	Número de envases	Precio (€/envase)	Cobro (€/año)
Espárragos E-G	1 kg (850 ml)	3853,88	7708	14,95	115231,01
Espárragos E-G	500 g (425 ml)	3853,88	15416	8,6	132573,47
Espárragos M-G	1 kg (850 ml)	19260,88	38522	12,85	495004,62
Espárragos G	1 kg (850 ml)	12842,48	25685	10,85	278681,82
Espárragos M	1 kg (850 ml)	16046	32092	9,85	316106,20
Espárragos D.	1 kg (850 ml)	10564,8	21130	7,85	165867,36
Tallo E-G	500 g (425 ml)	2249,28	8997	3,2	28790,78
Tallo M-G	1 kg (850 ml)	2408,32	4817	4,95	23842,37
Tallo M-G	500 g (425 ml)	2408,32	9633	2,6	25046,53

Anejo XV. Estudio económico

Tallo G	500 g (425 ml)	3135,36	12541	2,1	26337,02
Tallo M	500 g (425 ml)	3851,04	15404	1,95	30038,11
Tallo D	500 g (425 ml)	2538,96	10156	1,6	16249,34
Yemas E-G	¼ kg (212,5 ml)	96,56	772	4,6	3553,41
Yemas M-G	¼ kg (212,5 ml)	295,36	2363	4,1	9687,81
Yemas G	¼ kg (212,5 ml)	181,76	1454	3,6	5234,69
Yemas M	¼ kg (212,5 ml)	249,92	1999	3,1	6198,02
Total					1.678.442,56

4.2. Cobros extraordinarios

Los cobros extraordinarios son otro ingreso que recibe la empresa, donde se incluye la venta de la maquinaria vieja cuando se realiza un cambio por una nueva en la finalización de su vida útil. Como estimación, se supone que la venta de estos equipos es del 5% del valor inicial. Por lo tanto, en el año 10 y en el año 20, se tendrá en cuenta un cobro extraordinario de 10.150,35€.

Al tratarse de una inversión se considera la devolución del IVA en el año 2, lo que asciende a 253.009,75 €.

Se tiene en cuenta también que al finalizarse el estudio de viabilidad un valor residual para las instalaciones, considerándose un cobro en el año 20 del 5% del valor de la ejecución material de las instalaciones, que asciende a 43.572,86€.

La venta de la parcela supone la recuperación íntegra de la inversión, al considerar que el precio de la parcela en este polígono puede mantener o aumentar su precio. Por lo que en el año 20 se considera un cobro de 244.800 €.

Anejo XV. Estudio económico

5. ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

Una vez conocidos los cobros y pagos que se producirán a lo largo de la vida útil de la instalación se determinaran los flujos de caja y a partir de ellos se obtienen los índices de rentabilidad.

Para llevar a cabo el análisis se consideran las siguientes condiciones de partida:

- Vida útil del proyecto :20 años.
- Tasa de actualización (tipo de interés) sin inflación: 6%
- El promotor realiza el 50% de la inversión
- El 50% restante de la inversión inicial es un préstamo bancario a 10 años, con un interés del 5%.

Anejo XV. Estudio económico

Tabla 5. Flujos de caja (€)

AÑO	COBROS ORDINARIOS	COBROS EXTRAORDINARIOS	COBRO FINANCIERO	PAGOS ORDINARIOS TOTALES	PAGOS EXTRA	PAGO INVERSIÓN	COSTO INVERSIÓN TOTAL	FLUJO DE CAJA
0			851309,045				1702618,09	-1702618,1
1	1.678.442,56			789.256,90		108.353,44		780.832,22
2	1.678.442,56	253.009,75		789.256,90		108.353,44		1.033.841,97
3	1.678.442,56			789.256,90		108.353,44		780.832,22
4	1.678.442,56			789.256,90		108.353,44		780.832,22
5	1.678.442,56			789.256,90		108.353,44		780.832,22
6	1.678.442,56			789.256,90		108.353,44		780.832,22
7	1.678.442,56			789.256,90		108.353,44		780.832,22
8	1.678.442,56			789.256,90		108.353,44		780.832,22
9	1.678.442,56			789.256,90		108.353,44		780.832,22
10	1.678.442,56	10.150,35		789.256,90		108.353,44		790.982,57
11	1.678.442,56			789.256,90	203.006,95			686.178,71
12	1.678.442,56			789.256,90				889.185,66
13	1.678.442,56			789.256,90				889.185,66
14	1.678.442,56			789.256,90				889.185,66
15	1.678.442,56			789.256,90				889.185,66
16	1.678.442,56			789.256,90				889.185,66
17	1.678.442,56			789.256,90				889.185,66
18	1.678.442,56			789.256,90				889.185,66
19	1.678.442,56			789.256,90				889.185,66
20	1.678.442,56	29.8523,21		789.256,90				1.187.708,87

Anejo XV. Estudio económico

Los índices de rentabilidad que se van a considerar son:

- **VAN:** es el valor actual neto o valor capital, es un indicador de rentabilidad absoluta, y se define como el sumatorio de todos los flujos de cajas ordinarios actualizados. El VAN indica rentabilidad cuando es mayor que cero, r es la tasa de actualización.

$$VAN = -R_o + \frac{R_1}{(1+r)} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+r)^n} > 0$$

- **TIR:** es la tasa interna de rentabilidad, es un indicador de rentabilidad relativa. Es el tipo de interés unitario que hace el VAN igual a 0. La TIR nos indica cual es la rentabilidad anual por euro invertido. Desde el punto de vista de la inversión un proyecto es viable si el valor de la TIR es mayor a la tasa de actualización considerada.

$$VAN = -R_o + \frac{R_1}{(1+r)} + \frac{R_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{R_n}{(1+r)^n} = 0$$

- **Payback (plazo de recuperación):** es el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión.

$$Payback = a + \frac{I_0 - b}{F_t}$$

Donde:

- a = número de períodos que preceden a aquel en el que se completa la recuperación del desembolso inicial.
- b = suma de los flujos de caja hasta llegar al final del periodo correspondiente a “ a ”.
- F_t = valor del flujo de caja generado el año en el que se consolida la recuperación de la inversión.
- I_0 =inversión inicial

En este caso, el VAN es igual a 8.771.459,14 € y el TIR es igual a un 49%. En este caso el plazo de recuperación corresponde a 5 años.

Con el cálculo de estos tres parámetros se puede apreciar que la inversión es viable económicamente.

ANEJO XVI:

BIBLIOGRAFÍA

Anejo XVI. Bibliografía

ANEJO XVI. BIBLIOGRAFÍA

1. BIBLIOGRAFÍA.....	3
2. APUNTES.....	7
3. SOFTWARES Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS	7

Anejo XVI. Bibliografía

1. BIBLIOGRAFÍA

Alcaraz, E. T. (2000). La producción de frío. Universidad Politécnica de Valencia.

Código Técnico de la Edificación (2006).

Costa, E., Llorens, V., Planes, M., & Usall, J. (2004). Estiba de cámaras frigoríficas para la conservación de frutas y verduras. *Horticultura*, 26–31.

Czajkowski, J. (n.d.). DISEÑO AMBIENTALMENTE CONSCIENTE: Iluminación eficiente. *Instalaciones 2*.

Departamento de Desarrollo Rural, M. A. y A. L. (1992). Productos con Denominación de Calidad.

Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA) (2013). Clostridium (pp. 1–4). www.elika.net

García, J. O., & Barreiro, G. T. (1982). Problemas de Ingeniería Química: Operaciones Básicas. Tomo I. Aguilar.

Gobierno de Aragón (n.d.). Idearagon. Retrieved July 1, 2020, from <https://idearagon.aragon.es/visor/>

Gómez, A. L. (1994). Las instalaciones frigoríficas en las industrias agroalimentarias. Madrid.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (1999). Guía para la Aplicación del Sistema de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (ARCPC) en la industria de conservas vegetales (Issues 92-9039-407 2).

Italpanelli. (2019). Cerramientos panel sándwich.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, 40 (1995).

MINISTERIO DE AGRICULTURA, P. Y. A. (MAPA). (2018). Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE).

Anejo XVI. Bibliografía

MINISTERIO DE AGRICULTURA, P. Y. A. (MAPA). (n.d.). Visor SigPac V 4.4. Retrieved July 3, 2020, from <http://sigpac.mapama.gob.es/fega/visor/>

Ministerio de Ciencia e Innovación (n.d.). Instituto Geológico y Minero de España. Retrieved July 1, 2020, from <http://www.igme.es/>.

Normas Tecnológicas en la Edificación (NTE). (1977). Instalaciones de Depósitos de combustibles Líquidos.

Orden APA/2926/2003, de 8 de octubre, por la que se aprueba la modificación del Reglamento de la Denominación Específica «Espárrago de Navarra» y de su Consejo Regulador., 37850 (2003).

Orden de 13 de julio de 1993, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación Específica “Espárrago de Navarra” y de su Consejo Regulador., 967 (1993).

Orden de 16 de mayo de 2005, del Departamento de Salud y Consumo, por la que se desarrollan determinados aspectos del Decreto 81/2005, de 12 de abril, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de los Manipuladores de Alimentos de la Comunidad Autónoma de Aragón, 4496 (2005).

Orden de 17 de marzo de 1981 por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP1 del Reglamento de Aparatos a Presión., 7598 (1981).

Orden de 21 de noviembre de 1984 por la que se aprueban las normas de calidad para las conservas vegetales, 1 (1984).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2005). Guía de buenas prácticas para la elaboración de Conservas Vegetales y de Frutas (p. 82).

Real Decreto 109/2010, de 5 de febrero, por el que se modifican diversos reales decretos en materia sanitaria para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio y a la Ley 25/2009, 16160 (2010).

Real Decreto 135/2010, de 12 de febrero, por el que se derogan disposiciones relativas a los criterios microbiológicos de los productos alimenticios., 18297 (2010).

Anejo XVI. Bibliografía

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, 1833 (2003).

Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MI-IP03, aprobada por el Real Decreto 1427/199, 37164 (1999).

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción., 34204 (1997).

Real Decreto 176/2013, de 8 de marzo, por el que se derogan total o parcialmente determinadas reglamentaciones técnico-sanitarias y normas de calidad referidas a productos alimenticios., 24494 (2013).

Real Decreto 191/2011, de 18 de febrero, sobre Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos., 1-6 (2011).

Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales., 303 (2004).

Real Decreto 2420/1978, de 2 de junio, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración y venta de conservas vegetales., 23702 a 23707 (1978).

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación., 5515 (2006).

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.,1853 (1997).

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo., 8669 (1997).

Real Decreto 640/2006, de 26 de mayo, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de los productos alimenticios., 126 19999 (2006).

Anejo XVI. Bibliografía

Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10, 65747 (2017).

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión., 224 (2002).

Real Decreto 946/2003, de 18 de julio, por el que se establecen requisitos específicos de etiquetado para el espárrago blanco en conserva, 19212 (2002).

Reglamento de Almacenamiento de Productos químicos (APQ). (2017). ITC MIE-APQ 1: «Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles».

Reglamento (CE) no 2073/2005 DE LA COMISIÓN de 15 de noviembre de 2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios, 9928 (2005).

Reglamento (CE) No 852/2004 del parlamento europeo y del consejo de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios, L139/1 1 (2004).

Reglamento (CE) No 1441/2007 de la comisión de 5 de diciembre de 2007 que modifica el Reglamento (CE) no 2073/2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios, 322 12 (2007).

Reglamento (UE) No 1169/2011 del parlamento europeo y del consejo de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor y por el que se modifican los Reglamentos (CE) no 1924/2006 y (CE) no 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan la Directiva 87/250/CEE de la Comisión, la Directiva 90/496/CEE del Consejo, la Directiva 1999/10/CE de la Comisión, la Directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 2002/67/CE, y 2008/5/CE de la Comisión, y el Reglamento (CE) no 608/2004 de la Comisión, 1-46 (2011).

Robert H. Perry. (2001). MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO (Robert H. Perry, D. W. Green, & J. O. Maloney (eds.); 6th ed.). McGraw-Hill.

UNE-12464-1. (n.d.). Iluminación de los lugares de trabajo en interior.

Anejo XVI. Bibliografía

2. APUNTES

Martin, P. (2019). Apuntes asignatura Electrotecnia y electrificación rural., Escuela Politécnica Superior de Huesca., Universidad de Zaragoza.

Perna, E. (2020). Apuntes Asignatura Construcciones Agroindustriales., Escuela Politécnica Superior de Huesca., Universidad de Zaragoza.

Vidal, M. y Malón, H., (2020). Apuntes asignatura Resistencia de Materiales., Escuela Politécnica Superior de Huesca., Universidad de Zaragoza.

Villacampa, I. (2020). Apuntes asignatura Instalaciones Agroindustriales., Escuela Politécnica Superior de Huesca., Universidad de Zaragoza.

3. SOFTWARES Y PROGRAMAS INFORMÁTICOS

EES: Engineering Equation Solver.

EcoStruxure Power Design – Ecodial.

Frimental

SAP 2000

Presto

Autodesk AutoCAD 2020

QGIS 3.14.16



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA
PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN
CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA
(ZARAGOZA)

DOCUMENTO N°2:

PLANOS

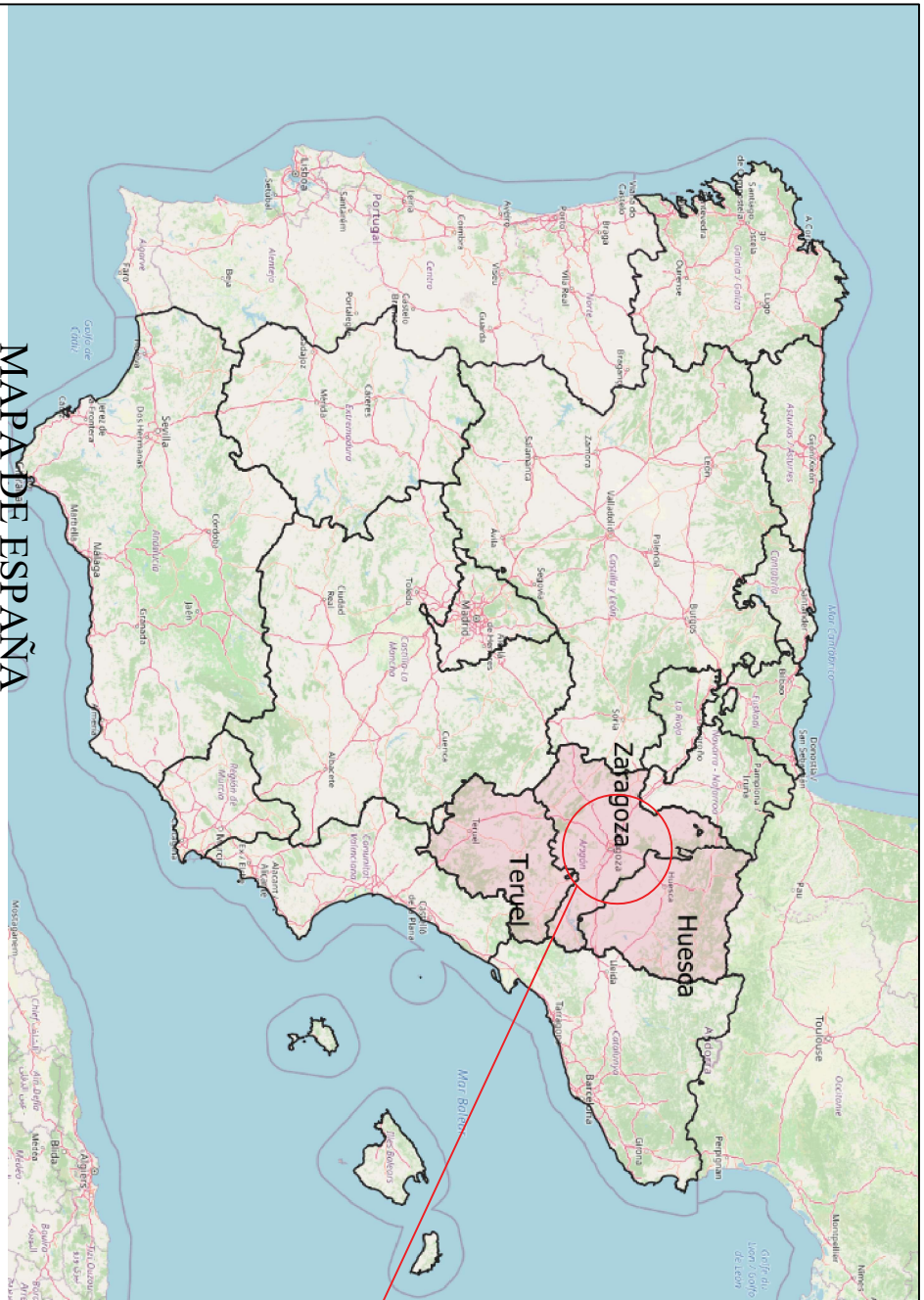
Autor/es

Raquel Asensio López

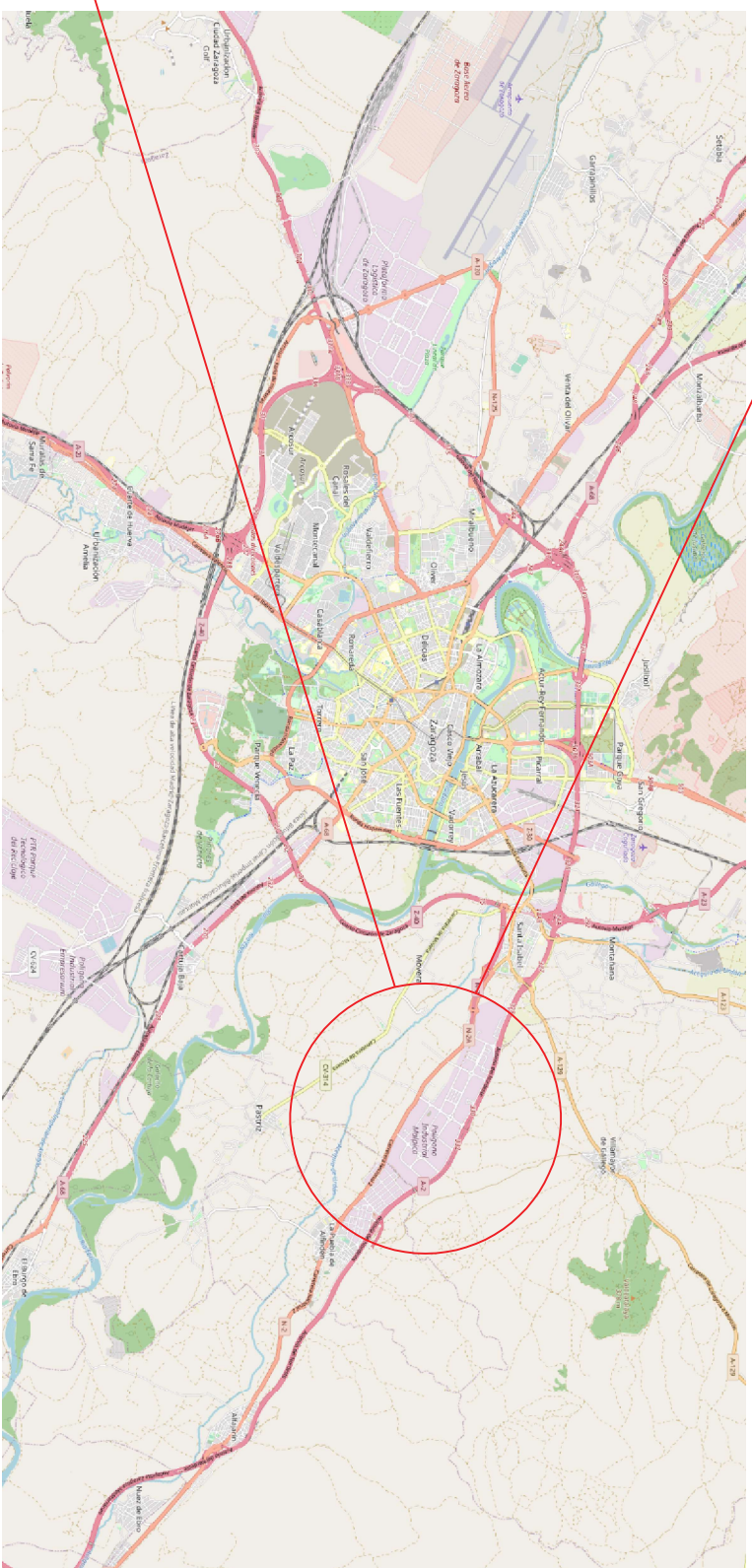
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
2020

ÍNDICE

- Plano 1.** Situación
- Plano 2.** Emplazamiento
- Plano 3.** Plano general de la parcela
- Plano 4.** Planta - Distribución de equipos
- Plano 5.** Planta - Cotas
- Plano 6.** Planta - Distribución general y superficies
- Plano 7.** Cimentación y detalles zapatas
- Plano 8.** Detalles basa del pilar
- Plano 9.** Estructura – Esquema pórticos
- Plano 10.** Instalación de fontanería
- Plano 11.** Instalación de saneamiento
- Plano 12.** Iluminación
- Plano 13.** Esquema Unifilar
- Plano 14.** Instalación de protección contra incendios



MAPA DE ESPAÑA



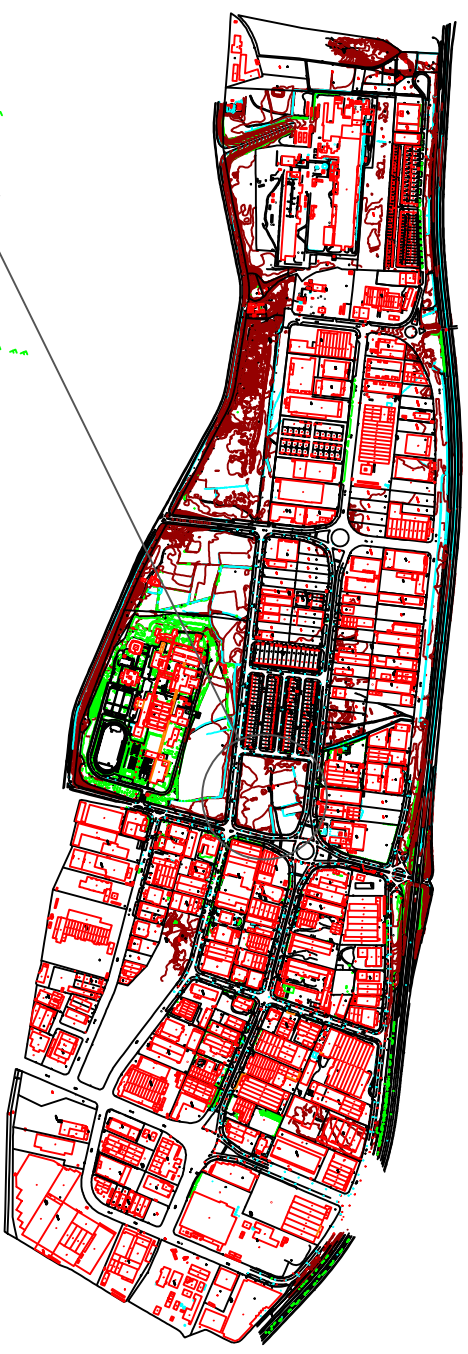
MAPA DE ZARAGOZA



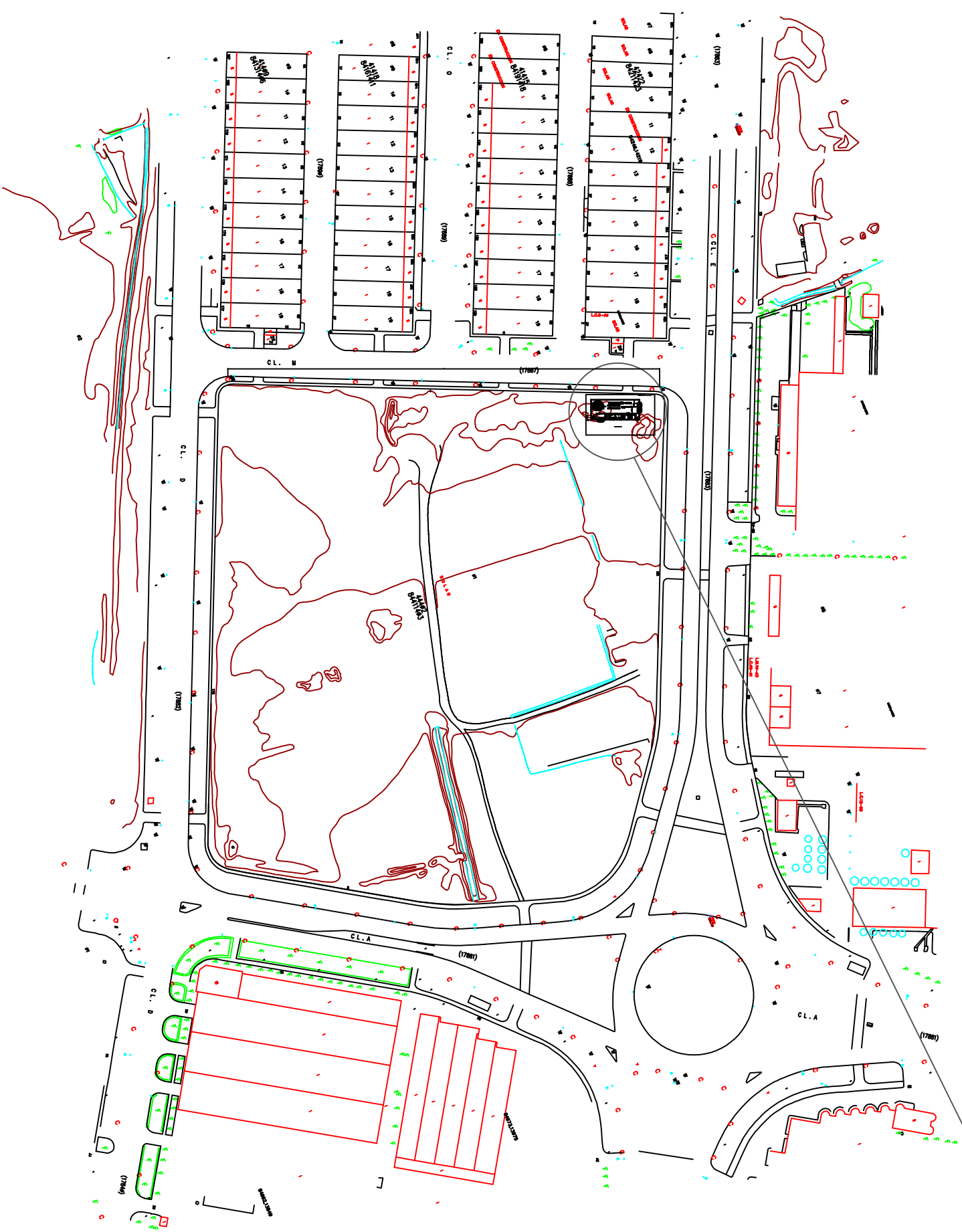
POLÍGONO INDUSTRIAL MALPICA

ESCALA: 1/500000

AUTORA:	RAQUEL ASENSIO LÓPEZ	PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)	Nº PLANO:	1
ESCALA:	1/50000	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA		
FECHA:	2020	SITUACIÓN		

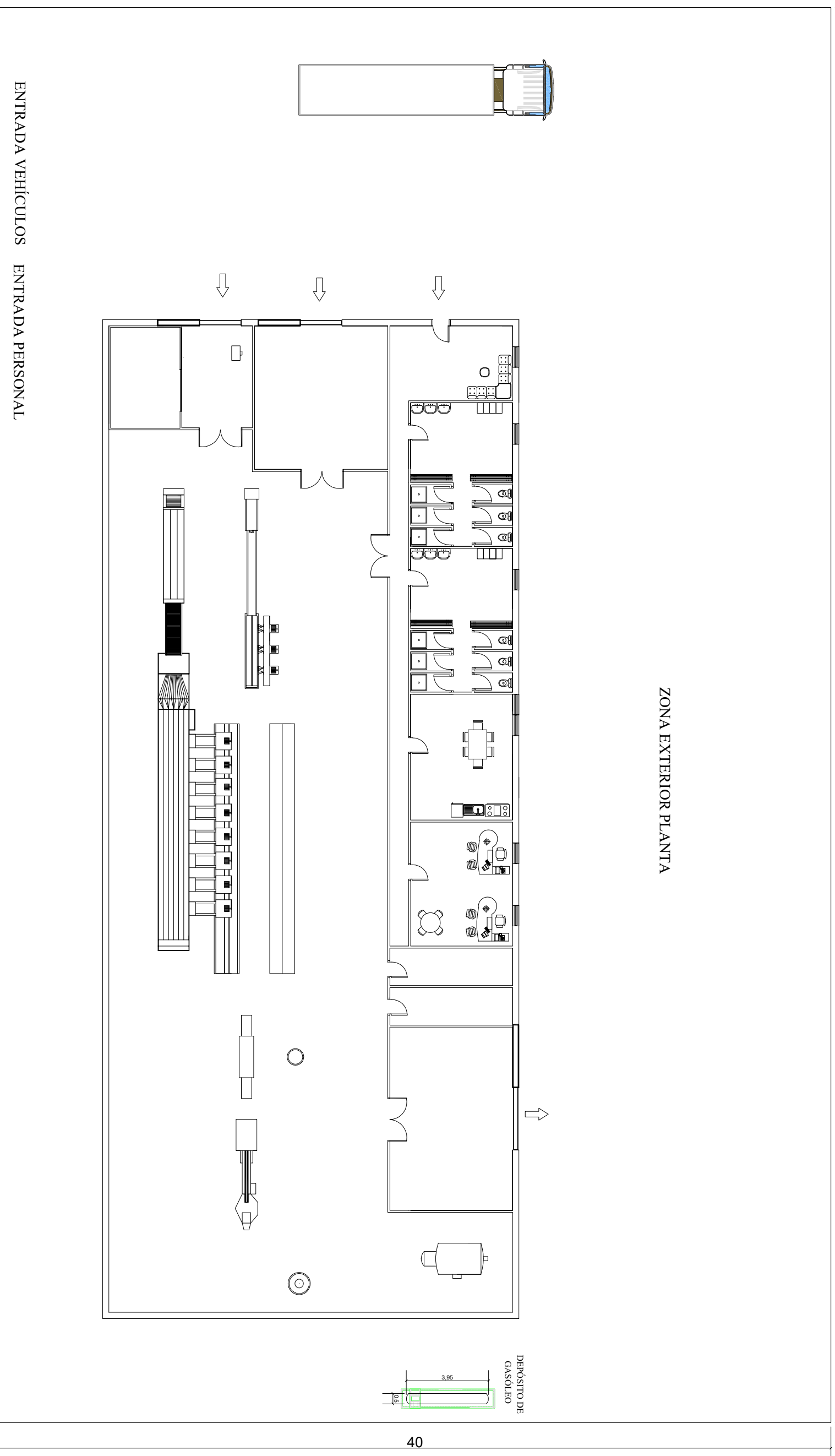


ESCALA: 1/50000



AUTORA:	RAQUEL ASENSIO LÓPEZ		
ESCALA:	1/5000	PLANO:	EMPLAZAMIENTO
FECHA:	2020	Nº PLANO:	2
PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPARRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA	

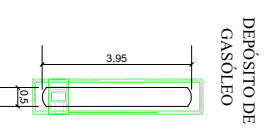
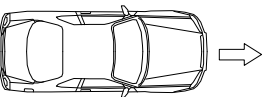
ZONA EXTERIOR PLANTA



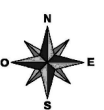
ENTRADA VEHICULOS ENTRADA PERSONAL

6

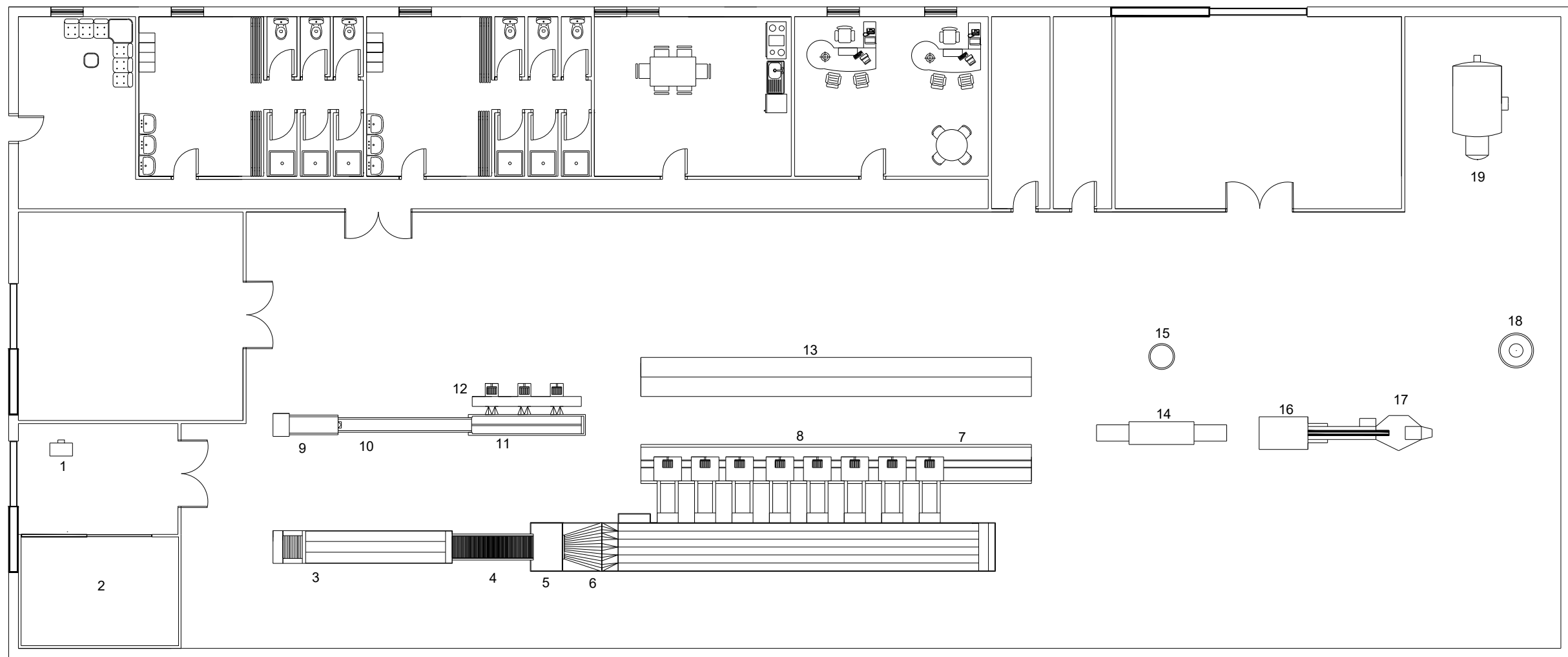
1,4



40

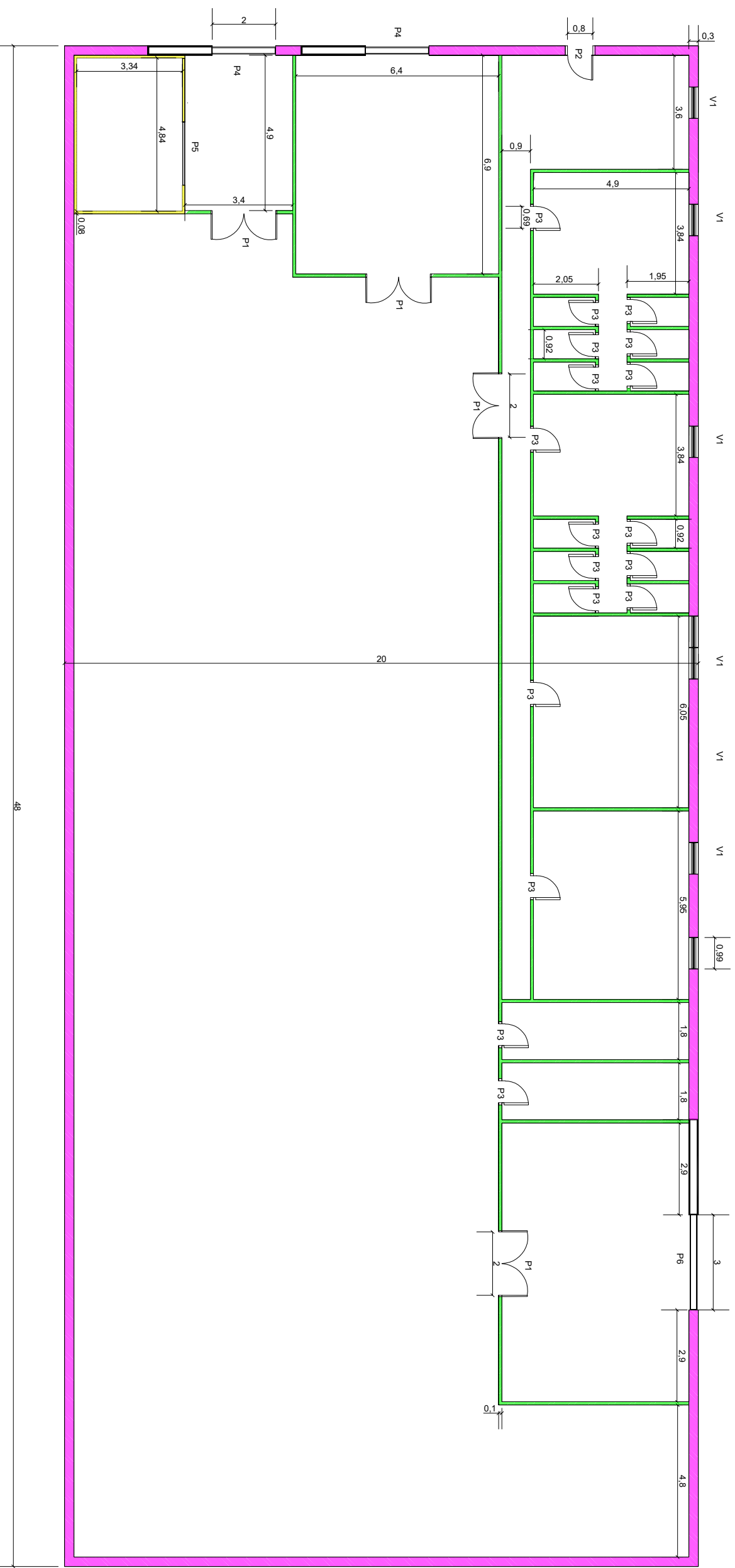


AUTORA:	RAQUEL ASENSIO LÓPEZ	PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)	Nº PLANO:	3
ESCALA:	1/200	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA		
FECHA:	2020	PLANTA GENERAL PARCELA		



Nº	EQUIPO	Nº	EQUIPO
1	Báscula	11	Calibradora
2	Cámara de refrigeración	12	Peladora
3	Escaldador	13	Mesa de envases
4	Cinta	14	Dosificadora de líquido de gobierno
5	Elevador	15	Depósito líquido de gobierno
6	Calibradora	16	Precalentador
7	Mesa de embotado y transporte	17	Cerradora
8	Peladora	18	Autoclave
9	Criba preselección	19	Caldera
10	Escaldador-Elevador		

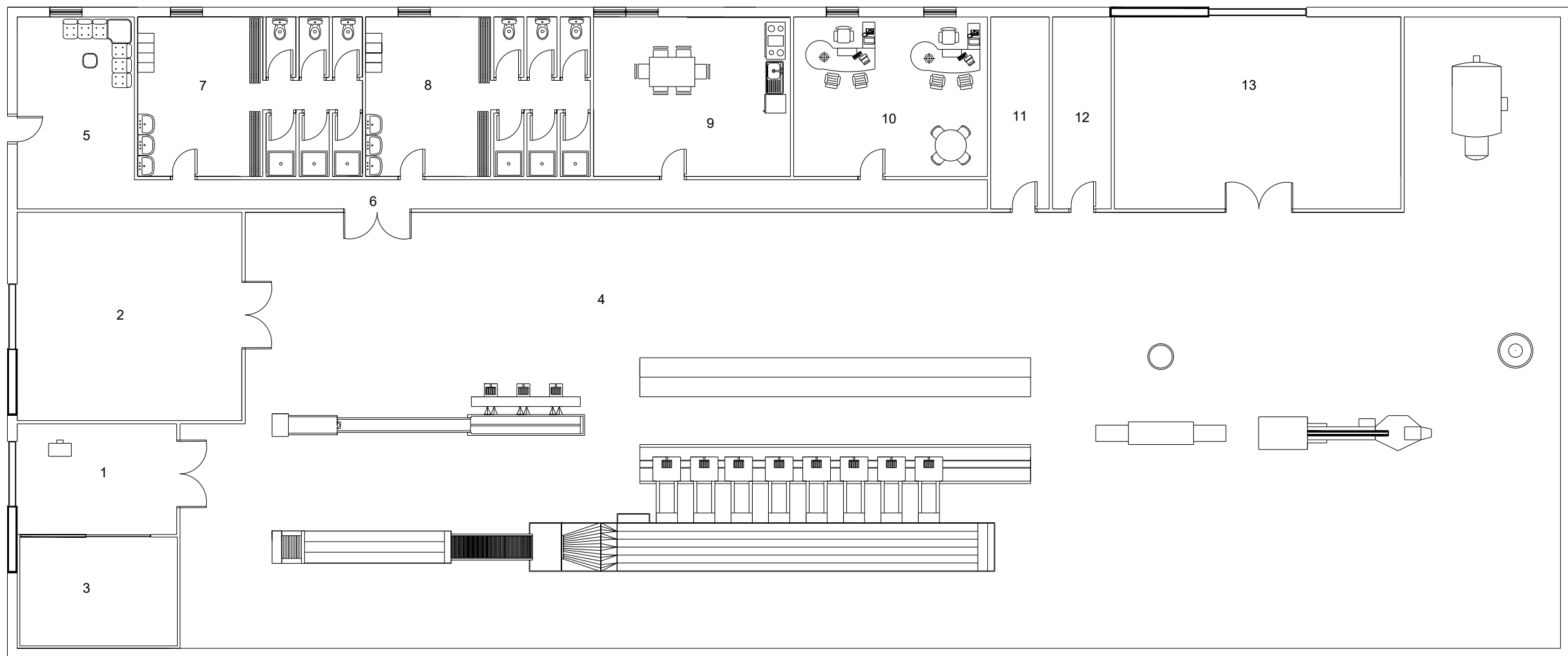
AUTORA:	PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)		
RAQUEL ASENSIO LÓPEZ			
ESCALA:	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA		
1/150			
FECHA:	PLANO:	Nº PLANO:	
2020	PLANTA - DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS	4	



CUADRO DE DESCRIPCIÓN DE DETALLES

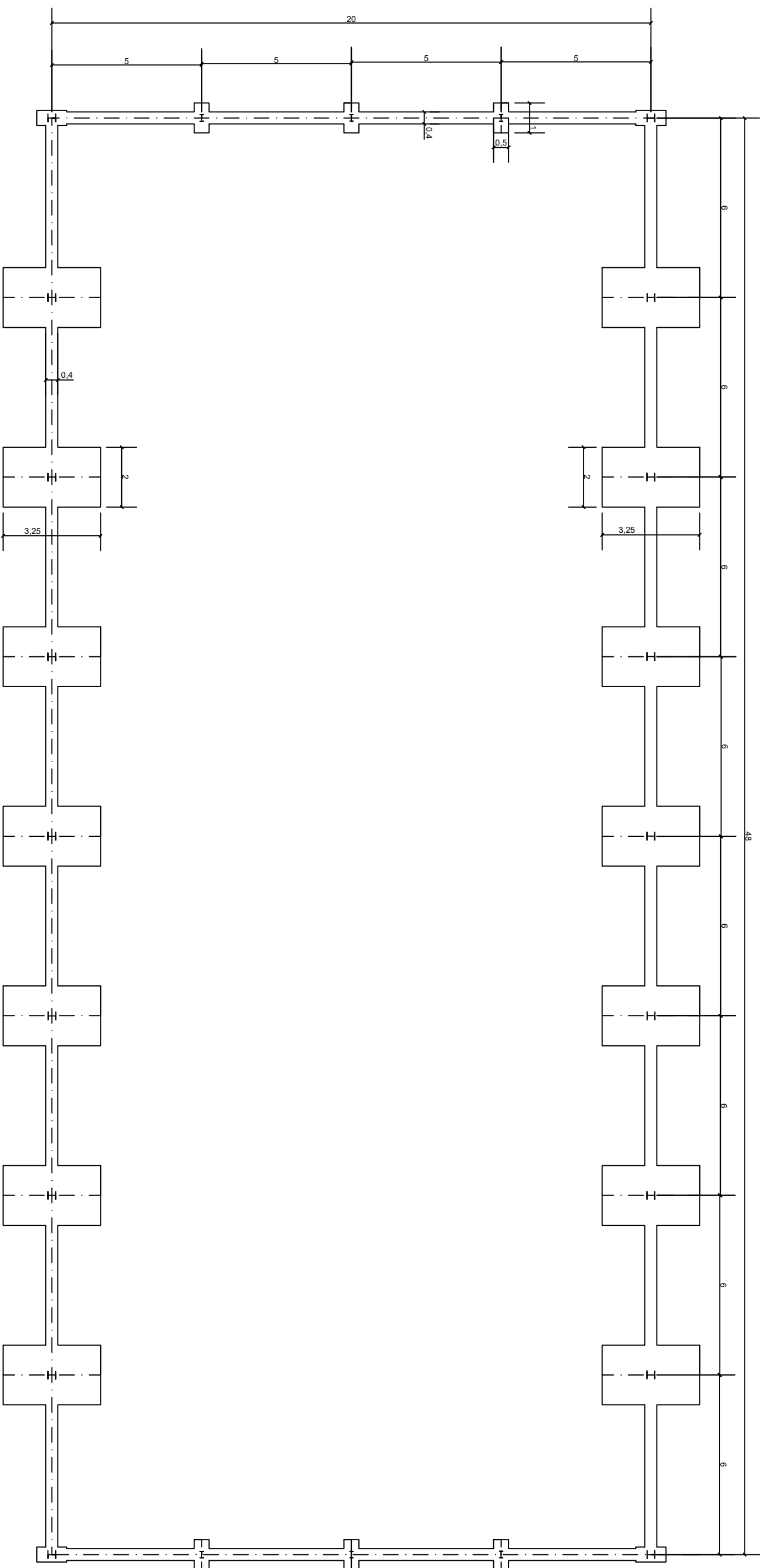
P1 - PUERTAS ACCESO Y SALIDA PLANTA PROCESADO
P2 - PUERTA ACCESO PERSONAL
P3 - PUERTAS ACCESO VESTUARIOS, ALMACENES, OFICINAS Y COMEDOR
P4 - PUERTA ACCESO ZONA RECEPCION M.P. Y ALMACÉN ENVASES
P5 - PUERTA CORREDERA CAMARA REFRIGERACION
P6 - PUERTA SALIDA DE PRODUCTO TERMINADO
V1- VENTANAS DE OFICINAS, VESTUARIO, SALA DE ESPERA Y COMEDOR

AUTORA:	RAQUEL ASENSIO LÓPEZ	PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)
ESCALA:	1/150	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA
FECHA:	2020	PLANTA - COTAS
		Nº PLANO: 5



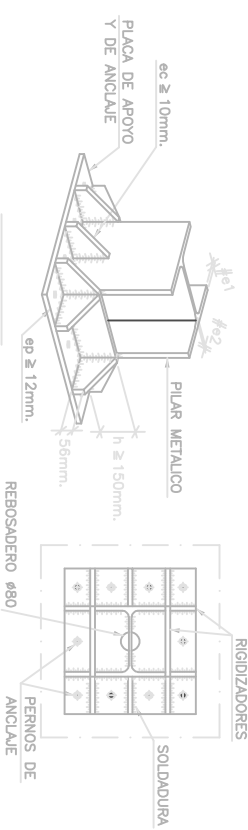
Nº	ZONA	SUPERFICIE (m2)
1	Zona de recepción de materias primas	16,66
2	Almacén de envases	44,16
3	Cámara de refrigeración	16,16
4	Sala de procesado	617,24
5	Recepción	18
6	Pasillo	23,58
7	Vestuario masculino	33,81
8	Vestuario femenino	33,81
9	Comedor	29,64
10	Oficina	29,15
11	Almacén limpieza	10,62
12	Almacén materias primas (sal)	10,62
13	Almacén producto terminado	51,92

AUTORA:	PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)		
RAQUEL ASENSIO LÓPEZ			
ESCALA:	1/150	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA	
FECHA:	2020	PLANO:	Nº PLANO: 6
		PLANTA - DISTRIBUCIÓN GENERAL Y SUPERFICIES	

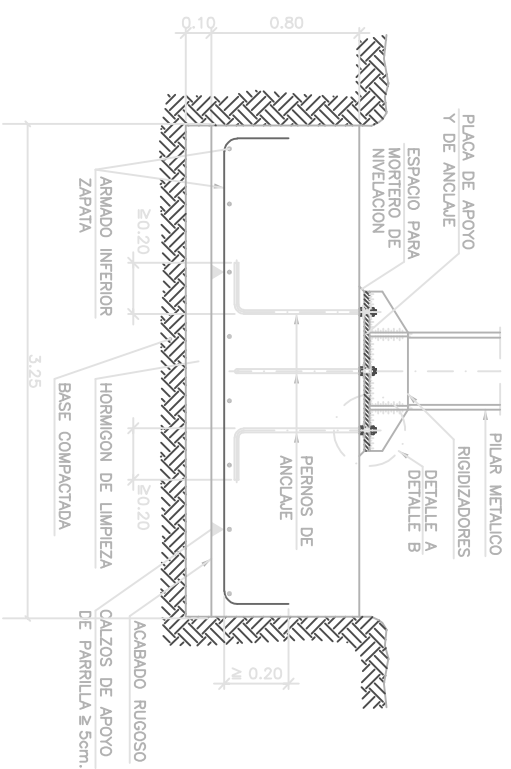


DETALLE ZAPATAS CIMENTACIÓN PÓRTICOS

ESCALA: 1: 20



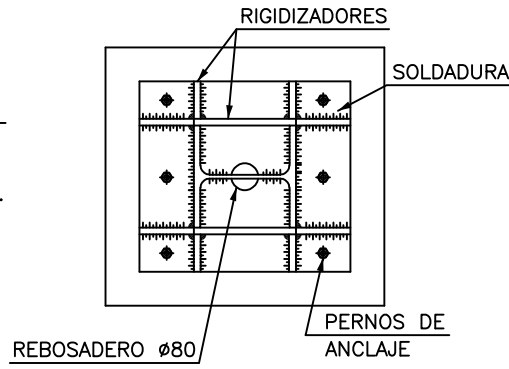
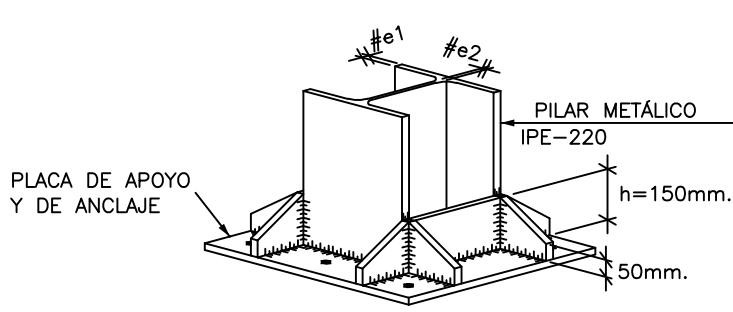
ESCALA: 1/50



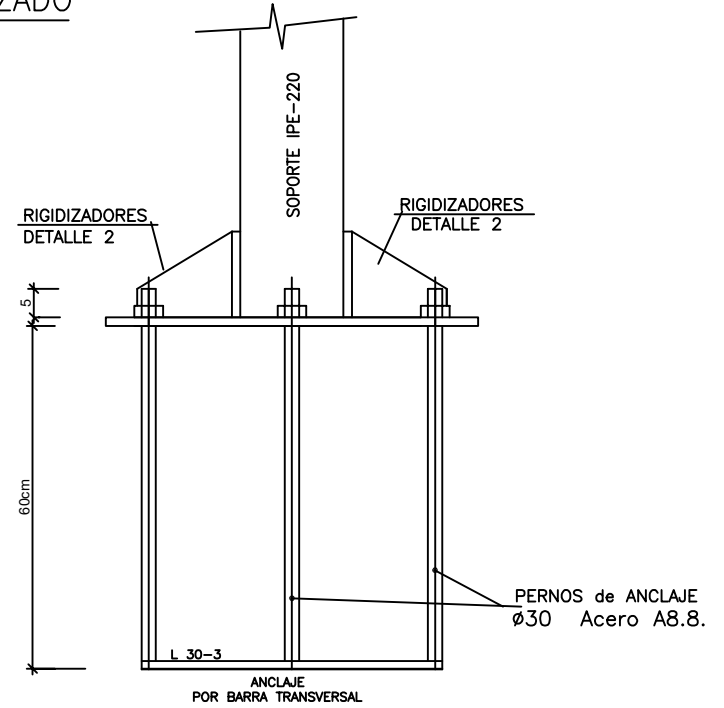
AUTORIA:	RAQUEL ASENSIO LÓPEZ	PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAAGOZA)	Nº PLANO:	7
ESCALA:	1/150	ESCUOLA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA		
FECHA:	2020	CIMENTACIÓN Y DETALLES ZAPATAS		

BASA PARA
PILAR DE PÓRTICO
E: 1/10

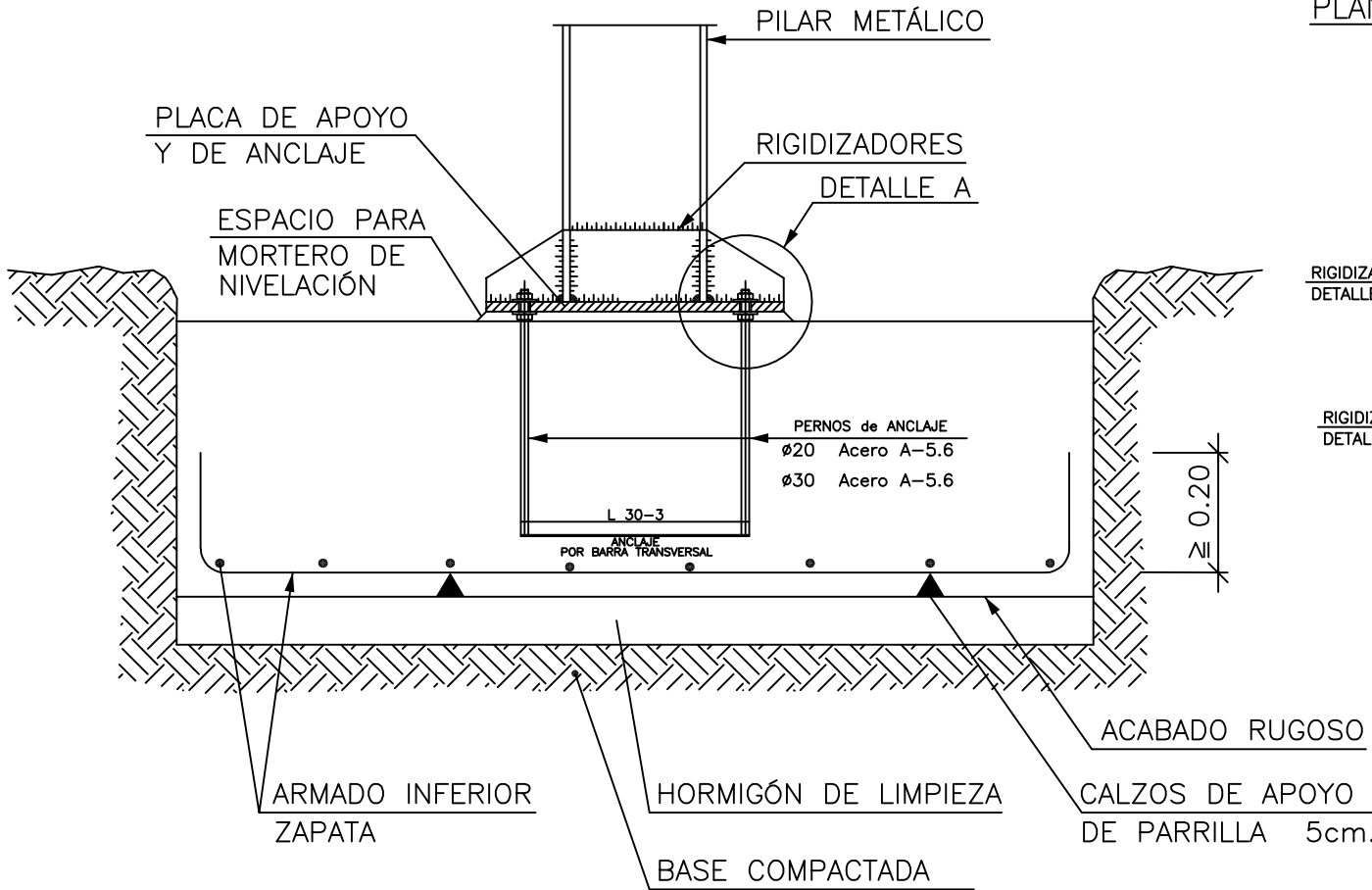
Arranque de Pilar en Cimentación
Unión Empotrada. Solución tipo- Pórticos hastiales.
S/E



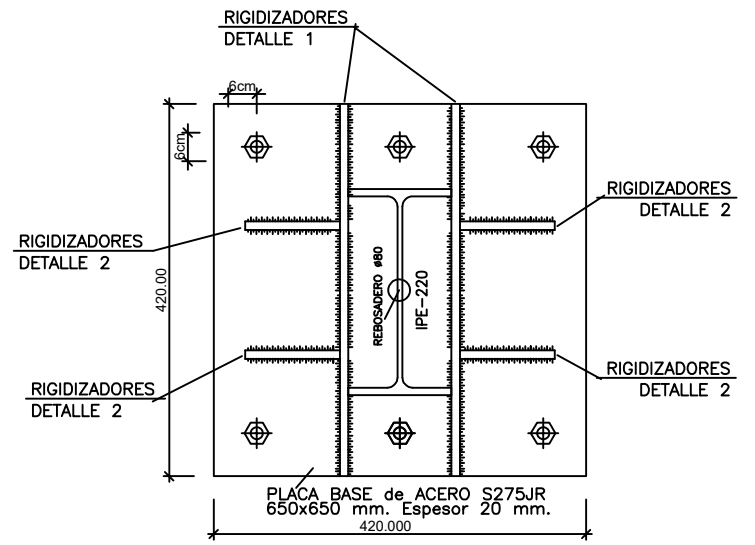
ALZADO



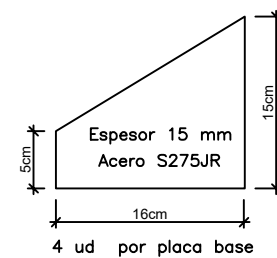
ALZADO PLACA BASE Y ZAPATA
S/E



PLANTA



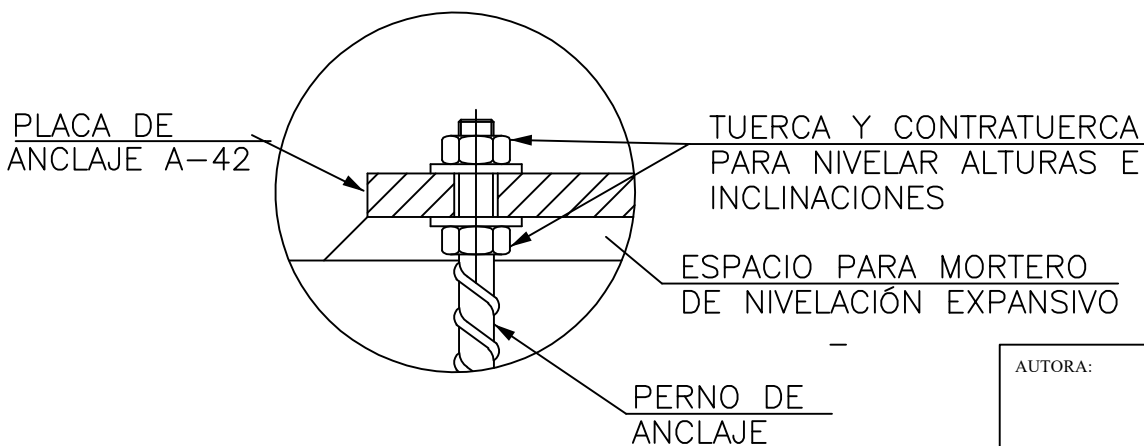
RIGIDIZADORES
DETALLE 2
E: 1/5



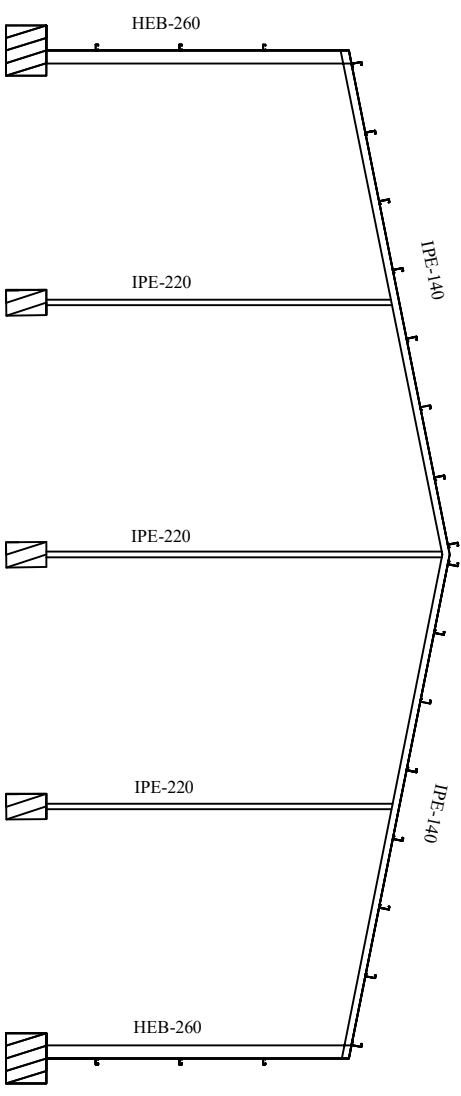
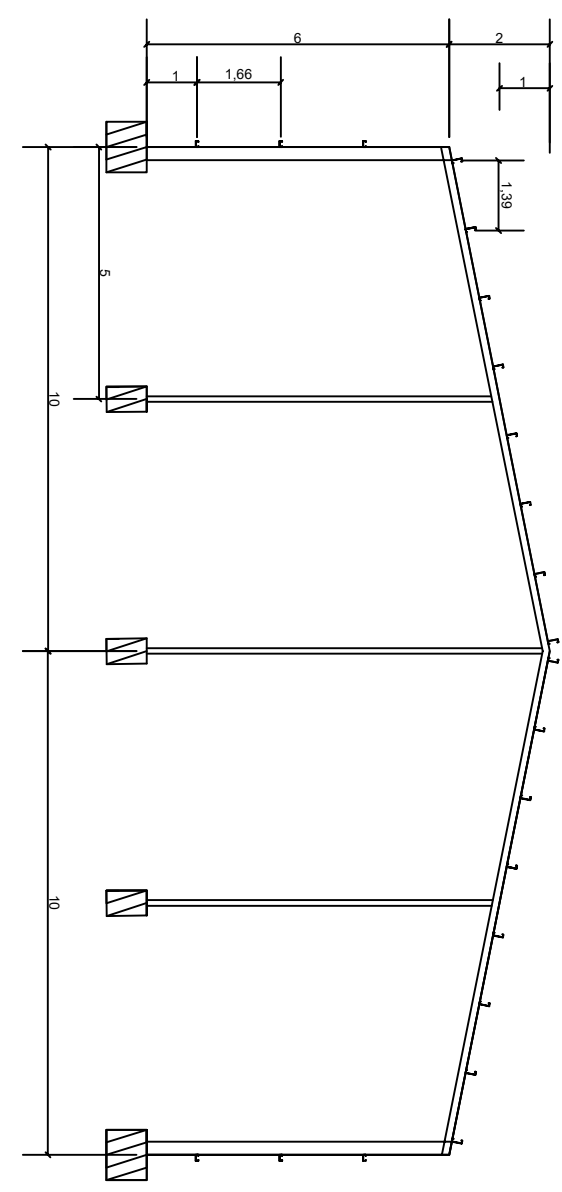
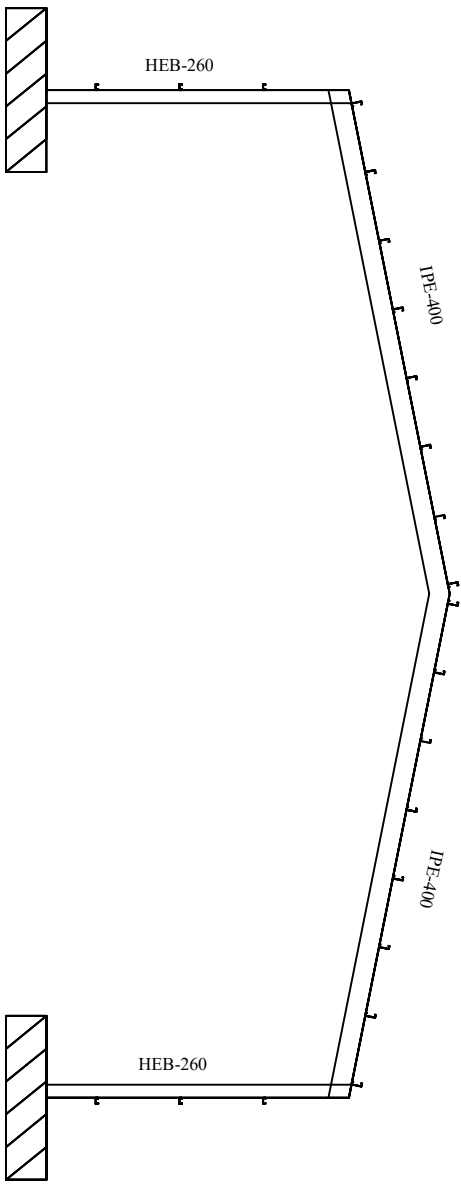
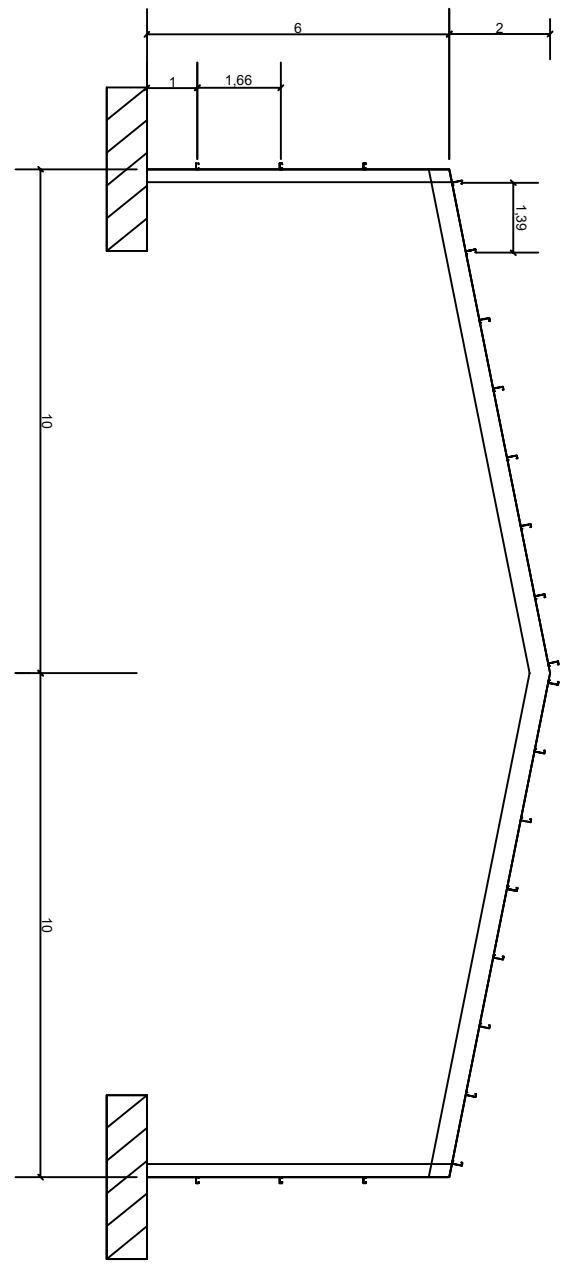
RIGIDIZADORES
DETALLE 1
E: 1/5



DETALLE A

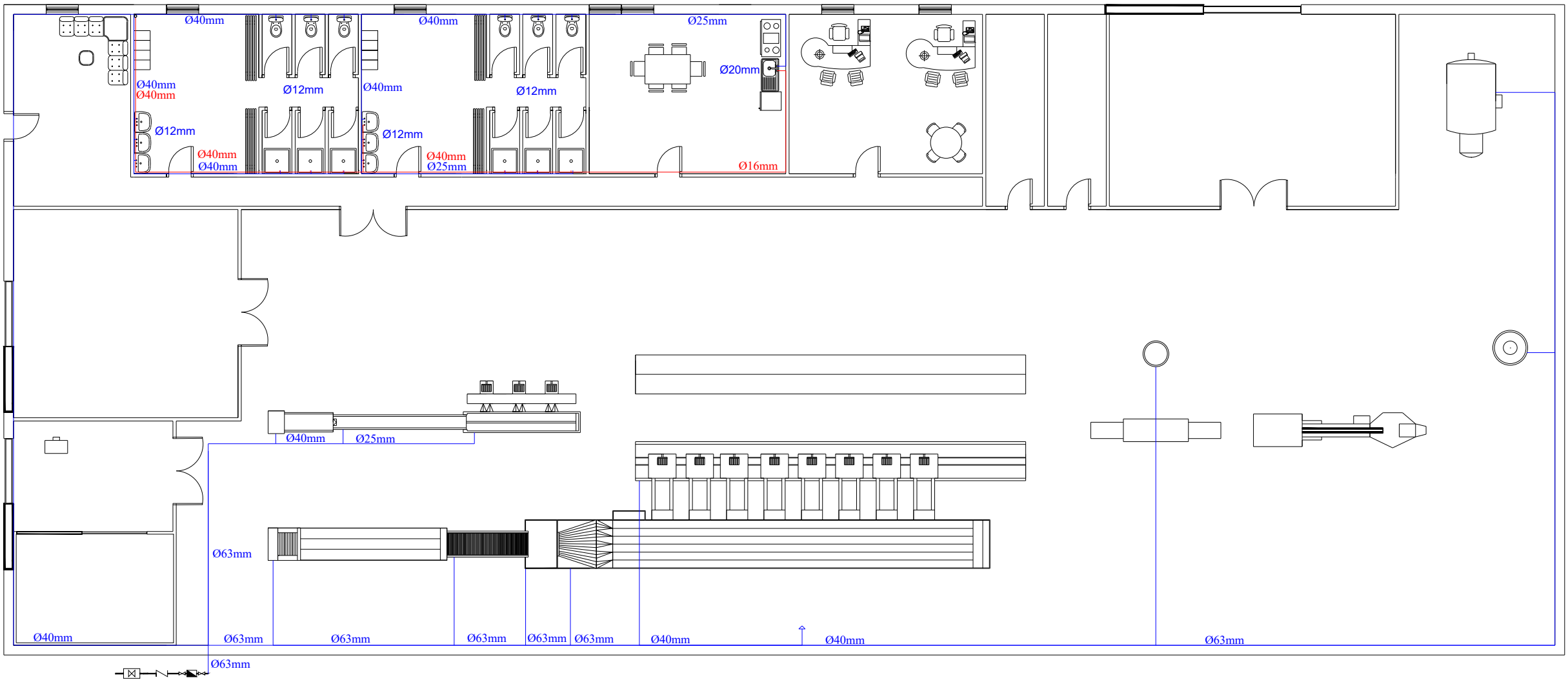


AUTORA:	PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)		
RAQUEL ASENSIO LÓPEZ			
ESCALA:	1/25	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA	
FECHA:	2020	PLANO: DETALLES BASA DEL PILAR	Nº PLANO: 8



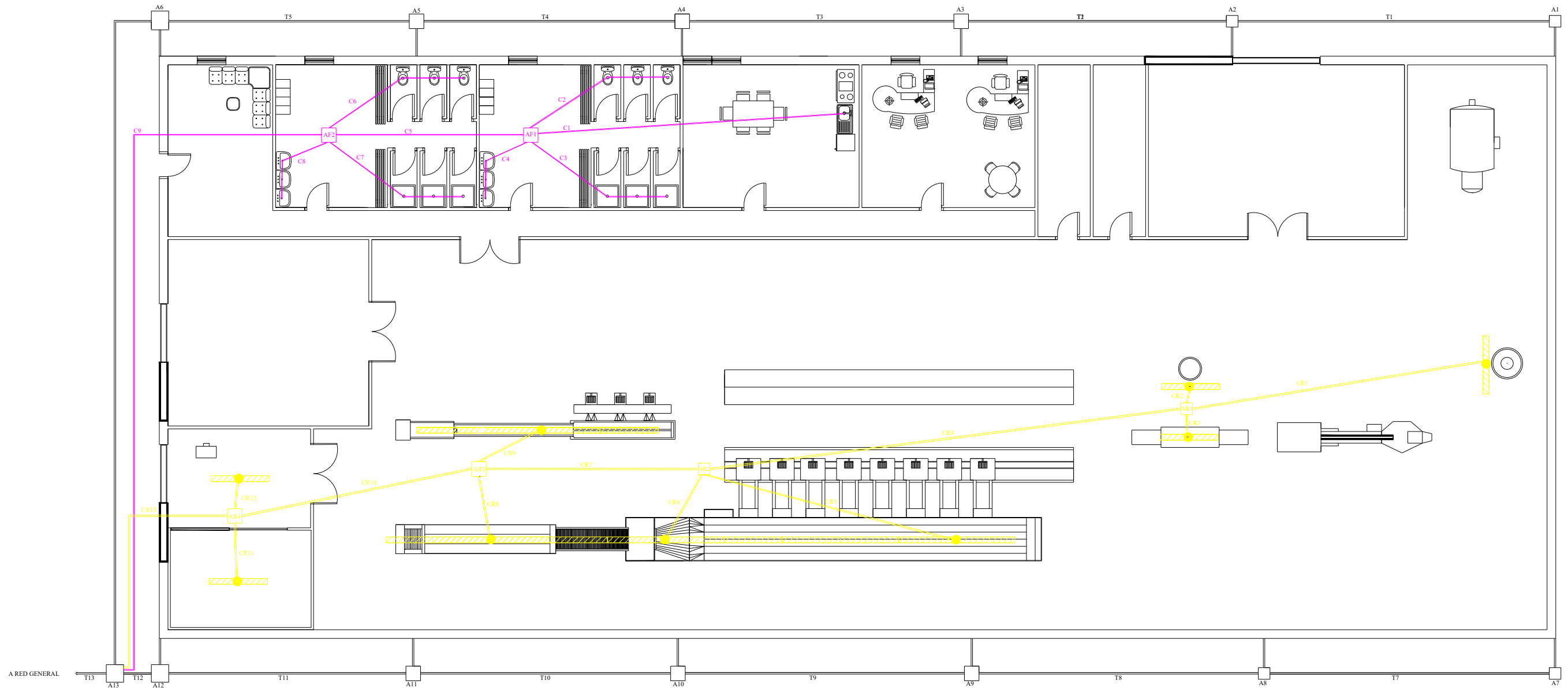
NAVE DE 48 m DE LONGITUD Y 20 m DE ANCHO
 SEPARACIÓN ENTRE PÓRTICOS 5 m
 NORMA DE ACERO LAMINADO: CTE DB SE-A
 NORMA DE ACERO CORREAS: CTE DB SE-A
 ACERO LAMINADO: S275
 ACERO CORREAS: S235

AUTORA:	PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACION DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)
RAQUEL ASENSIO LÓPEZ	
ESCALA:	ESCUOLA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA
1/150	
FECHA:	PLANO:
2020	ESTRUCTURA - ESQUEMA PÓRTICOS
	Nº PLANO:
	9



ACOMETIDA	
CALENTADOR DE A.C.S.	
INSTALACIÓN AGUA FRÍA	
INSTALACIÓN ACS	

AUTORA:	PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)		
ESCALA:	1/150	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA	
FECHA:	2020	PLANO:	Nº PLANO: 10
		INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	



Tramo	Diámetro colectores (mm)
T1	90
T2	90
T3	110
T4	125
T5	125
T6	160
T7	90
T8	90
T9	110
T10	125
T11	125
T12	200
T13	200

Arqueta	Dimensiones arquetas (mm)
A1	40x40
A2	40x40
A3	50x50
A4	50x50
A5	50x50
A6	60x60
A7	40x40
A8	40x40
A9	50x50
A10	50x50
A11	50x50
A12	60x60
A13	60x60

Nombre colector	Diámetro colector (mm)
C1	50
C2	110
C3	50
C4	50
C5	110
C6	110
C7	50
C8	50
C9	110

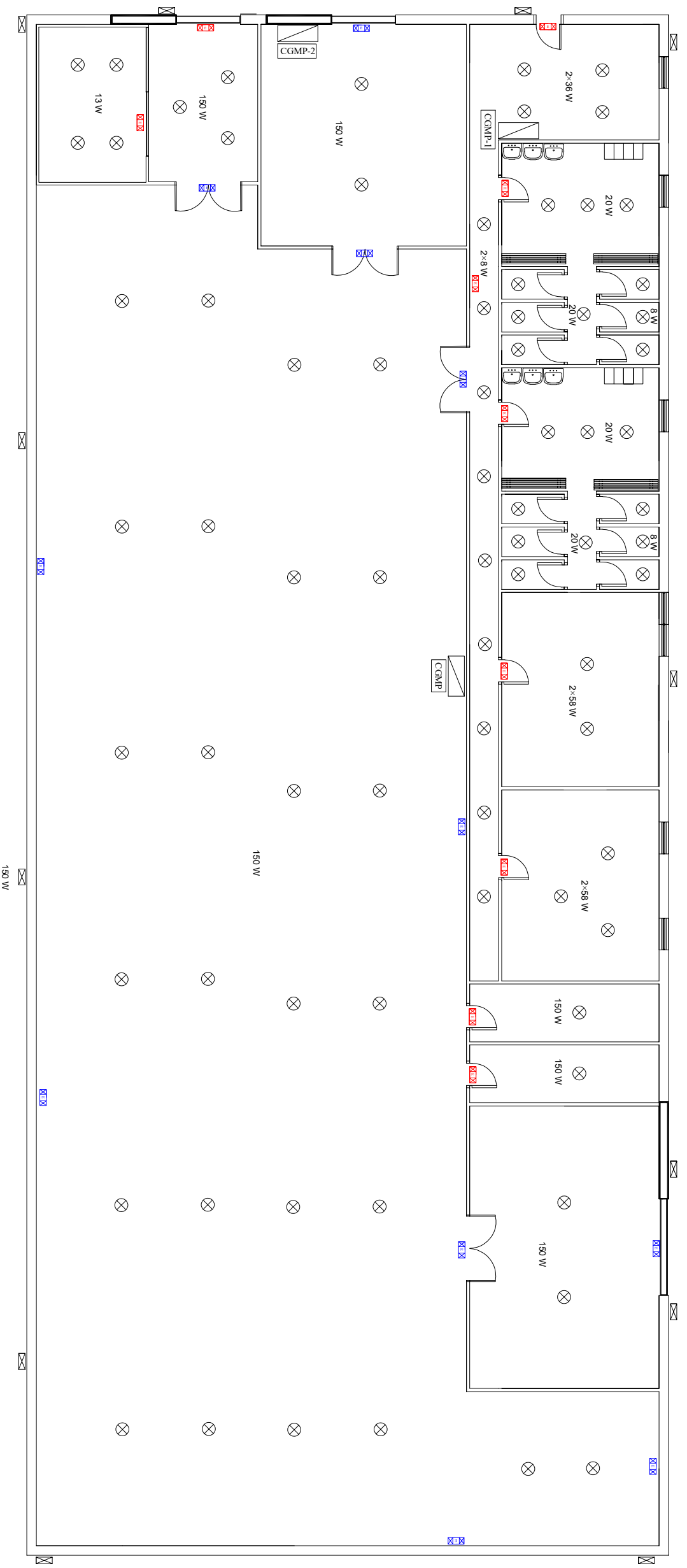
Arquetas	Dimensión arqueta (cm)
AF1	50x50
AF2	50x50

Nombre colector	Caudal (l/s)	UDs acumulado	Diámetro colector (mm)
CR1	1,1	37	75
CR2	0,1	37	75
CR3	0,3	10	50
CR4	1,5	50	90
CR5	2	67	90
CR6	2	67	90
CR7	5,91	197	110
CR8	0,41	14	50
CR9	3	100	90
CR10	9,32	311	110
CR11	0,3	10	50
CR12	0,3	10	50
CR13	9,92	331	125

Arquetas	Dimensión arquetas (cm)
AR1	40x40
AR2	40x40
AR3	50x50
AR4	50x50

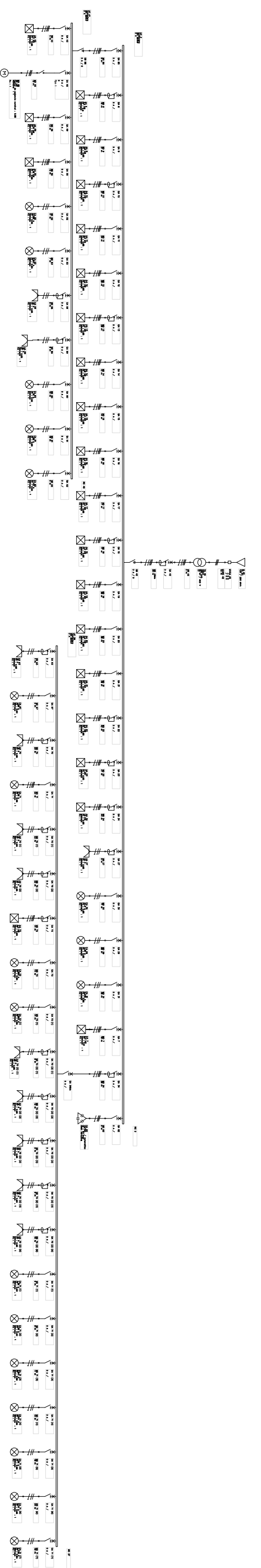
Rejilla	
Sumidero	

AUTORA: RAQUEL ASENSIO LÓPEZ	PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)	
ESCALA: 1/150	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA	
FECHA: 2020	PLANO: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO	Nº PLANO: 11

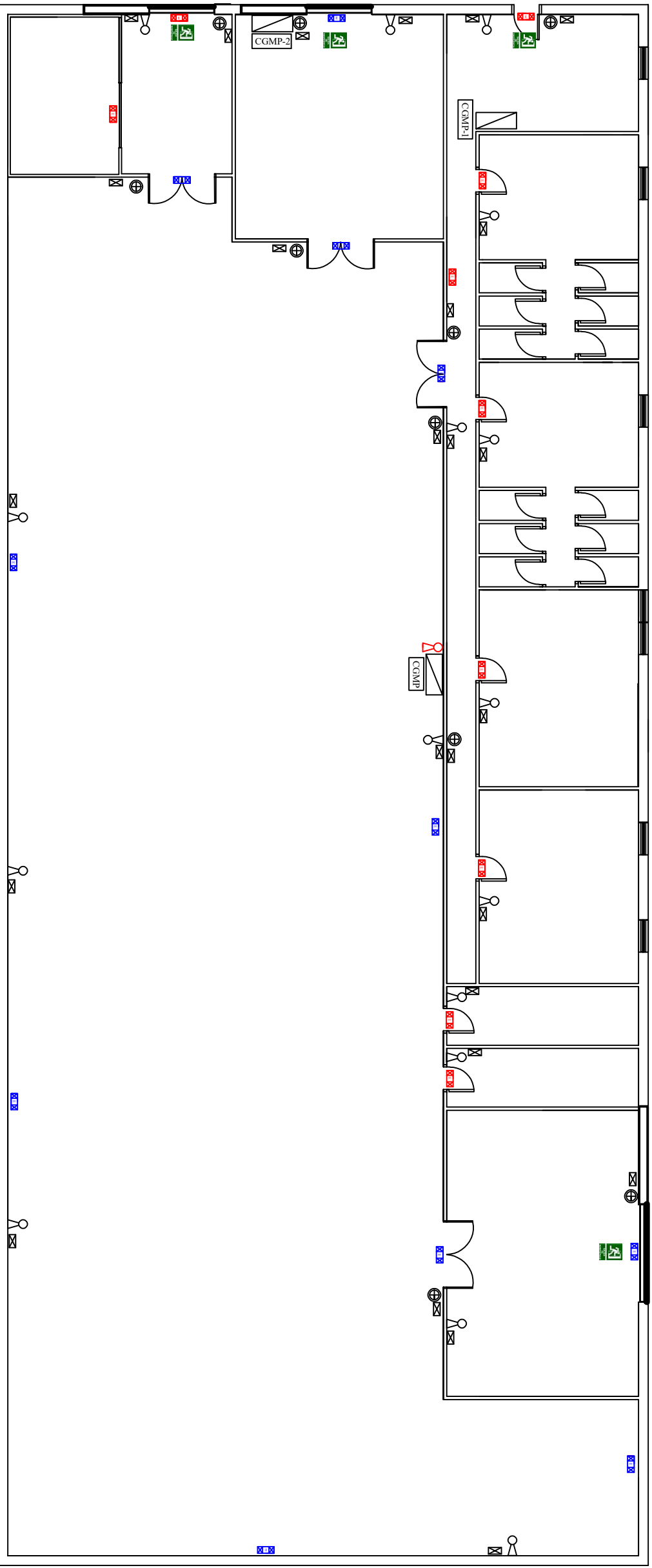


LUMINARIAS INTERIORES	⊗
LUMINARIAS EXTERIORES	⊗
ALUMBRADO EMERGENCIA 6 W	⊗
ALUMBRADO EMERGENCIA 8 W	⊗

AUTORA:	PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACION DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)
ESCALA:	ESCUOLA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA
FECHA:	PLANO:
2020	ILUMINACION
	Nº PLANO:
	12



AUTORA:	RAQUEL ASENSIO LÓPEZ		PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)
ESCALA:	SIN ESCALA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA
FECHA:	2020	PLANO:	ESQUEMA UNIFILAR
			Nº PLANO: 13



PULSADOR MANUAL ALARMA	⊕
SEÑALIZACIÓN	⊗
EXTINTORES C02 34B 5kg	⚠
EXTINTORES ABC 6 kg	🔥
SALIDAS DE EMERGENCIA	🚪
ALUMBRADO EMERGENCIA 6 W	🔦
ALUMBRADO EMERGENCIA 8 W	🔦

AUTORA:	RAQUEL ASENSIO LÓPEZ	PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ELABORACION DE ESPÁRRAGOS EN CONSERVA EN POLÍGONO INDUSTRIAL DE MALPICA (ZARAGOZA)
ESCALA:	ESCUOLA POLITÉCNICA SUPERIOR HUESCA	
FECHA:	2020	PLANO: INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
		Nº PLANO: 14