



02.05

Memoria **Línea de Producción de Zumo de Fruta**
Proyecto Fin de Carrera

Jaime Solis Guzmán
Autor

Prof. Tomás Lloret García
Director

Sevilla. Febrero 05



Escuela Superior de Ingenieros Industriales
Universidad de Sevilla

Índice

ÍNDICE	1
MEMORIA	7
1. Objeto del proyecto	7
2. Técnicas y procesos existentes	8
2.1. Zumos simples (naturales)	8
3. Técnicas elegidas	10
4. Procesos	12
4.1. Manipulación de la fruta y extracción del zumo	12
Etapa 1: Recepción, descarga y almacenamiento de la fruta.....	12
Etapa 2: Tratamiento de frutas antes de su extracción.....	12
Etapa 3: Extracción del zumo.....	13
Etapa 4: Tamizado y preparación del zumo.....	13
Etapa 5: Recuperación del aceite esencial.....	13
Etapa 6: Recuperación de pulpa y/o zumo.....	14
Etapa 7: Transporte de cortezas y bagazo.....	14
4.2. Tratamiento del zumo: pasteurización y congelación	15
Etapa 8: Pasterización y enfriamiento del zumo.....	15
5.Capacidad de la planta	17
6.Dimensionado	19
6.1. Determinación de las dimensiones de la cámara de congelación y de las cámaras frigoríficas	19
6.2. Dimensionado de los equipos	21
Manipulación de la fruta y extracción del zumo.....	21
Celdas de almacenamiento.....	21
Plataforma metálica.....	21
Sistema de recogida y lavado de zumo procedente de los extractores.....	21
Depósito pulmón de zumo.....	21
7.Descripción de la maquinaria	22
7.1. Manipulación de la fruta y extracción del zumo	22
Celdas de almacenamiento.....	22
Puertas retenedoras de fruta.....	22
Canal con parrilla.....	22
Foso pulmón con elevador de cangilones.....	22
Bomba de trasiego/ recirculación.....	22
Filtro de agua.....	22
Mesa de rodillos.....	22
Lavadora de cepillos.....	23
Elevador de cangilones.....	23
Calibrador.....	23
Cinta de alimentación inclinada.....	23

Plataforma metálica	24
Cinta de retorno.....	24
Extractores de zumo.....	24
Tubo colector	25
7.2. Sistema de recogida y lavado de zumo procedente de los extractores.....	26
Deposito pulmón de zumo	26
Bomba de trasiego	26
Sistema de lavado de zumo	26
Filtro dinámico	26
Bomba de recogida de pulpas.....	26
7.3. Pasterizador de zumo de naranja.....	27
Deposito pulmón	27
Bomba de extracción	27
Desaireador	28
Bomba dosificadora	28
Condensador.....	28
Depósito de recogida de condensados.....	28
Intercambiador de calentamiento	28
Intercambiador de regeneración.....	29
Enfriador inicial	29
Enfriador final.....	29
Válvula de 3 vías	29
Sistema de limpieza CIP.....	29
7.4. Recuperación del aceite esencial.....	30
Tamizador.....	30
Depósito	30
Bomba de trasiego	30
Centrífuga primaria.....	30
Depósito	30
Bomba de trasiego	30
Centrífuga secundaria	31
Depósito	31
Bomba	31
7.5. Recuperación de pulpa.....	32
Depósito	32
Bomba	32
Hidrociclones.....	32
Tamizadora.....	32
7.6. Recogida de desperdicios.....	33
Transportador.....	33
Transportador 2.....	33
Tolva de recogida.....	33
7.7. Desaceitador de zumo de naranja.....	34
Evaporador 1	34
Depósito	34
Bomba	34
Ciclón 1.....	34
Evaporador 2.....	35
Depósito	35
Bomba	35
Ciclón 2.....	35
Bomba	35
7.8. Llenadora aséptica de zumo	36
Válvula desviadora de 3 vías	36
Cabezal de llenado automático.....	36
Display de control.....	36
7.9. Pasterizador de pulpa de naranja.....	37

Tanque de balance.....	37
Bomba de pistón	37
Intercambiador de calentamiento	37
Sección de mantenimiento.....	38
Intercambiador de enfriamiento	38
Sistema de regulación y control.....	38
7.10. Llenadora aséptica para pulpas	39
7.11. Sistema de precongelación de zumo de naranja.....	40
Intercambiador dinámico	40
Bomba	40
Sistema de formación de bloques	40
7.12. Enfriador de expedición de cisternas	41
Depósitos de almacenamiento.....	41
Bomba	41
Enfriador de expedición	41
Tanque.....	41
Bomba	41
7.13. Línea de trituración y descongelación de bloques de zumo de naranja (crusher).....	42
Camino de rodillos	42
Elevador volteador de bidones	42
Bandeja de recogida de palets	42
Triturador de bidones	42
Tolva de recogida de zumo helado triturado	43
Bomba de impulsión de producto.....	43
Descongelador	43
7.14. Instalación de limpieza automática (CIP)	44
Depósito de acumulación de disolución alcalina	44
Bomba dosificadora de sosa	44
Bomba de alimentación de disolución	44
Filtro	44
Intercambiador de calor	44
Colector de válvulas automáticas	45
8.Servicios auxiliares.....	47
8.1. Consumo de agua	47
Instalación de agua potable.....	47
Instalación de agua de refrigeración	48
Diseño del condensador evaporativo	48
Instalación de agua glicolada	52
8.2. Consumo de aire comprimido.....	53
Especificaciones compresor	53
8.3. Consumo de vapor de agua	55
Instalación de vapor de agua.....	55
Características de la caldera	55
8.4. Instalación frigorífica	57
Central frigorífica para el congelado y mantenimiento de zumo	58
Descripción del equipo frigorífico	61
Central para el enfriamiento de agua glicolada	63
Equipos necesarios para la central de enfriamiento de agua glicolada	65
Sala de máquinas	66
8.5. Instalación eléctrica en baja tensión.....	67
Potencia total instalada.....	68
A.- Receptores de fuerza motriz	69
B.- Alumbrado.....	70
1. Niveles luminosos exigidos según dependencias y tipos de lámparas	70
2. Cálculo del número de luminarias	70
Potencia eléctrica instalada y simultánea	73

Centro de transformación	75
Cálculo del transformador.....	75
Elección del centro de transformación	75
9.Cálculo de instalaciones	77
9.1. Instalación eléctrica para alumbrado	77
Fórmulas	77
Demanda de potencias y cálculos.....	79
Cálculo de la acometida	79
Cálculo de la línea general de alimentación.....	79
Cálculo de la derivación individual	80
Cálculo de la línea: CP-CMC1	81
Cálculo de la línea: CP-CMC2	86
Cálculo de la línea: CP-CMC3	91
Cálculo de la línea: CP-CMC4	95
Tablas de resultados.....	101
Cálculo de la puesta a tierra	103
9.2. Tuberías.....	104
10.Obra civil	105
10.1. Situación	105
10.2. Superficies	105
10.3. Descripción de las obras.....	105
Justificación de las soluciones arquitectónicas adoptadas	105
Cimentaciones y estructura	106
Cubiertas y cerramientos	106
Pavimento.....	107
Carpintería, herrajes y vidrios	107
10.4. Cálculos	108
Zapatatas	108
Cálculo de las zapatas de la nave.....	108
Cimentación de equipos pesados	110
Cimentación de la plataforma metálica	111
Predimensionado de la estructura	112
Soportes y dinteles de pórticos	114
Soportes y dinteles de fachada	115
Correas.....	116
Arriostramientos.....	121
PRESUPUESTO	123
1. Maquinaria	123
2. Obra civil	125
3. Instalaciones	126
3.1. Instalación frigorífica	126
3.2. Instalación eléctrica baja tensión	127
3.3. Instalación de agua	128
3.4. Instalación de vapor	129
3.5. Instalación de aire comprimido.....	130
3.6. Resumen del presupuesto de instalaciones.....	131
4. Resumen	132
PLIEGO DE CONDICIONES.....	134
1. Obra civil	134
Normativa de obligado cumplimiento. 2004	134

Generales	134
Aislamiento	134
Cubiertas	134
Estructuras	135
Instalaciones.....	135
Materiales	137
Obras.....	137
Protección	138
2. Equipos.....	139
Objeto.....	139
Límites de suministro	139
Requisitos técnicos	139
Control de calidad	141
Pruebas y ensayos en taller	141
Envío.....	141
Montaje y puesta en marcha.....	141
Garantías	142
Documentación	142
ANEXOS.....	144
1. Ordenanzas	144
Título 1: Normas generales y terminología	144
Título 2: Régimen del suelo.....	145
Título 3: Normas de edificación de las manzanas con edificabilidad.....	151
Título 4: Normas para el suelo sin edificabilidad asignada	154
Título 5: Normas para el tratamiento de contaminantes.....	155
2. Estudio de seguridad y salud	161
3. Documentación de catálogos	162
Condensador evaporativo.....	162
Compresor	167
Caldera	169
Cálculo de luminarias.....	170
Centro de transformación	172
Tuberías.....	174

Memoria

Memoria

1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es la definición de las obras e instalaciones necesarias para la implantación de una planta productora de zumo de naranja natural.

Partiendo de las demandas de producción previamente establecidas, el proyecto definirá las técnicas y los procesos necesarios para obtener éstas, así como la maquinaria requerida para poder llevar a cabo dicha implantación.

La industria se ubicará en el término municipal de Mairena del Alcor, situado en la provincia de Sevilla.

2. Técnicas y procesos existentes

La obtención de los diferentes tipos de zumos que se comercializan en el mercado, requieren técnicas y procesos diferentes según sean los tipos de zumos a obtener. Dentro de estos tipos se encuentran los zumos simples.

2.1. Zumos simples (naturales)

Se entiende por zumo simple aquel cuyo contenido en sólidos solubles (grados Brix)¹ corresponde al del jugo recién exprimido, y al que se le han corregido algunos factores como la acidez y el contenido en pulpa para ajustarlo al gusto de los consumidores.

El zumo simple puede ser elaborado a partir directamente de los frutos o bien proceder de zumo previamente concentrado.

Únicamente vamos a obtener en la planta zumos del primer tipo. Se trata del zumo preferido por los consumidores si se pudiesen evitar los inconvenientes derivados de los tratamientos a los que, posteriormente a la extracción, se les somete.

En efecto, la conservación de este producto tradicionalmente se realiza aplicando tratamientos térmicos (pasteurización, esterilización en caliente), y tratamientos físicos y mecánicos (desaireación, tamizado, homogeneización, etc.) que alteran las características organolépticas del producto natural.

Con el fin de paliar estos inconvenientes y acercarse lo más posible a las condiciones de un producto natural, los fabricantes de zumo han utilizado diversas técnicas entre las que cabe destacar aquellas que permiten obtener los siguientes productos:

Zumo refrigerado en envases individuales

Este producto, una vez realizada la extracción y tamizado, se somete a una ligera pasteurización y a un posterior enfriamiento hasta 1°C, envasándose directamente en formatos tipo “Brick” de hasta 1 litro de capacidad y almacenándose en cámaras de refrigeración, para su posterior comercialización.

Al tratarse de una línea en continuo, la uniformidad del zumo a lo largo de la campaña de producción es variable, y así se hace constar en los envases. No se trata de un producto de alta calidad organoléptica.

Zumo refrigerado y almacenado en cisternas

Se trata de un producto parecido al anterior, pero con la diferencia de que se almacena en cisternas refrigeradas, con lo cual en el momento de envasarlo pueden realizarse las mezclas necesarias para conseguir una uniformidad en las características organolépticas del zumo. Para transportar el zumo a grandes distancias se emplean estas cisternas isotérmicas. Es el sistema, después de la concentración, que más se está empleando en España. Con él, se consigue un buen producto

Para los suministros locales, el zumo se va envasando en pequeños formatos metálicos de cristal, plástico y del tipo Brick conforme se vayan solicitando.

¹ Grado Brix: indica la proporción de azúcar presente en una disolución.

Zumo almacenado en bolsas asépticas

El zumo que sale directamente del pasterizador se envasa en bolsas mediante llenadora aséptica. Es un proceso parecido al anterior, aunque en este caso las bolsas se almacenan a temperatura ambiente y no se mantienen refrigeradas a una temperatura determinada.

Zumo natural congelado

Poder conseguir un zumo natural que no sea sometido a tratamiento térmico alguno, y con largos períodos de conservación de sus cualidades sensoriales sería sumamente interesante, tanto para los productores como para el consumidor final.

La congelación podría ser uno de los métodos para conseguirlo, no obstante habría que resolver ciertos problemas para garantizar que este método asegura una estabilidad sensorial del zumo.

Entre estos problemas aparece el contenido y tamaño de la pulpa, congelación rápida y uniforme, evitar la incorporación de aire al zumo, etc.

Se están realizando experiencias comerciales de este tipo de zumo, siendo el proceso de producción aproximadamente el siguiente: la fruta lavada enérgicamente y clasificada, se somete al proceso de extracción del zumo.

Con el fin de no tamizar el zumo para evitar al máximo posible la incorporación de aire y evitar la acción de las enzimas oxidantes, los extractores, tipo IN-LINE, se modifican incorporando un tamiz de características especiales que separan parte de la pulpa no deseable.

Inmediatamente después el zumo se enfría y se envasa en formatos plásticos y se somete al proceso de congelación criogénica en un túnel continuo. Para evitar la decantación de la pulpa se debe mantener un cierto movimiento del envase.

Este sistema de conservación produce un zumo parecido al recién exprimido y como en el caso del refrigerado envasado en continuo, no puede garantizarse una uniformidad de las cualidades sensoriales para las diversas partidas producidas.

Para producir este tipo de zumo, la limpieza de la planta y la higiene de todo el proceso han de ser exquisita.

En efecto, muchos ensayos demuestran que los mohos, levaduras y bacterias, si están previamente presentes en el zumo se conservan por el frío y cuando se produce la descongelación reanudan su actividad.

Es por ello, que este sistema se utiliza con una línea de envasado en continuo en formatos pequeños, para los cuales el proceso de congelación es rápido. En cualquier caso, la congelación debe ser criogénica para garantizar rapidez y uniformidad en el zumo congelado (sin decantación de la pulpa).

Zumo natural pasterizado y congelado

Este tipo de zumo es parecido al pasteurizado y refrigerado, con la diferencia de que el zumo, una vez enfriado, se precongela en cambiadores de calor especiales (pared rascada) y se envasa en bidones normalizados o bolsas metalizadas.

Una vez realizado el envasado, el producto se congela en cámaras de conservación a -18°C como mínimo. El período de congelación puede durar entre 5-7 días para los bidones y de 3-4 días para las bolsas metalizadas.

El zumo así producido puede venderse como tal, transportándose en camiones frigoríficos o por el contrario utilizarse para la producción de zumo refrigerado con las mezclas correspondientes.

La descongelación de este producto se realiza mediante equipos especiales con camisa de vapor (CRUSHER), siendo necesaria una pasteurización posterior.

3. Técnicas elegidas

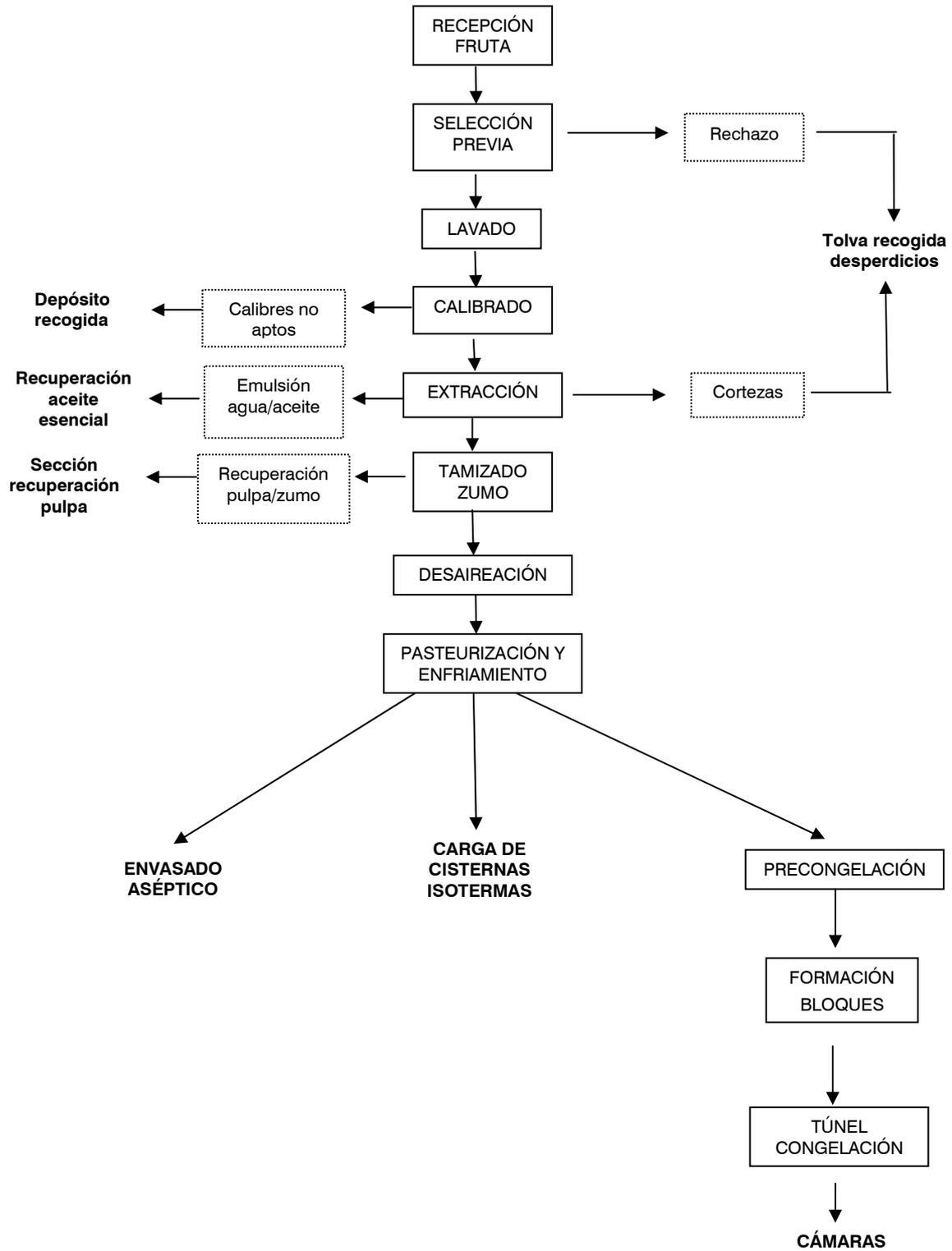
De las técnicas señaladas anteriormente, únicamente van a ser utilizadas las siguientes:

- 1.- Técnica para la obtención de zumo refrigerado y almacenado en cisternas
- 2.- Técnica para la obtención de zumo almacenado en bolsas asépticas
- 3.- Técnica para la obtención de zumo natural pasteurizado y congelado

Dicha elección está justificada por las siguientes razones: son técnicas cuyos procesos están contrastados, producen zumos de alta calidad y económicamente son rentables.

Los procesos a los que se somete el fruto para obtener el zumo requerido, se exponen en el siguiente esquema.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO



4. Procesos

Los procesos que se desarrollan en la planta son los siguientes:

1. Manipulación de la fruta y extracción del zumo
2. Tratamiento del zumo: pasteurización y congelación

4.1. Manipulación de la fruta y extracción del zumo

Etapa 1: Recepción, descarga y almacenamiento de la fruta

La fruta se transporta en camiones que llegan hasta la fábrica, descargando sobre celdas de almacenamiento. La descarga se realiza por gravedad en camiones de 5-20 Tm de fruta a granel.

Se dispondrá de un número adecuado de celdas con el fin de poder mantener un flujo continuado de materia prima. Además, al disponer de varias celdas podemos seleccionar fruta de una o más celdas, con la intención de iniciar una uniformización del zumo, ya que es posible recibir naranjas con distinto grado de maduración.

A continuación la fruta atravesará las puertas retenedoras de fruta que regulan el caudal a la salida de las celdas.

La fruta almacenada en las celdas es transportada a través de un canal común con agua hasta alcanzar un foso pulmón. Este dispone de un elevador de cangilones al objeto de elevar la fruta desde el nivel de agua del foso hasta el nivel de selección.

Para regular el aporte de fruta al canal y evitar atranques en el elevador de cangilones (principal problema de este sistema) cada celda posee una puerta accionada mediante vástagos roscados y volante. De esta manera se puede regular el aporte de naranjas al canal.

Para facilitar el flujo de fruta hacia el elevador de cangilones se provee de pendientes a las celdas y al canal. Las pendientes de las celdas se exageran con el motivo de evitar en lo posible el aplastamiento de la fruta en el momento de descargarse desde el camión. Este aplastamiento incidiría de manera desfavorable al rendimiento de extracción de zumo.

Para la maniobra de las compuertas se construyen unas pasarelas de acceso a los volantes.

El cálculo de las celdas se realiza de manera de que se garantice la estanqueidad de las mismas, con el fin de evitar posibles filtraciones de agua hacia dentro de las celdas, poniendo en peligro la higiene del proceso.

Las celdas se deben revestir interiormente para dar una calidad alimentaria y para evitar que la fruta se roce con las paredes llegando a la línea de proceso en mal estado (sobre todo si en un futuro se piensa aprovechar la cáscara para la obtención de aceites esenciales).

Etapa 2: Tratamiento de frutas antes de su extracción

El elevador anterior alimenta a una mesa de selección de rodillos para proceder a la selección manual. Mediante dicha selección se eliminan las frutas en mal estado.

Una vez seleccionada, la fruta pasa a una lavadora de cepillos para eliminar residuos de tierra y otras impurezas, con el fin de evitar su incorporación al zumo durante el proceso de extracción. La lavadora deja la cáscara de la fruta desprovista de restos de productos químicos (fitosanitarios, abonos) y de suciedad aplicando productos detergentes con agua caliente.

Ésta es una etapa muy importante en el proceso a nivel sanitario y de higiene.

Estas operaciones se desarrollan en una zona independiente (zona sucia), con el fin de garantizar un adecuado y exigible grado higiénico en el resto de las operaciones de producción.

Realizada la selección y el posterior lavado, se hace llegar la fruta a un elevador de cangilones que deposita la fruta en el espaciador, alcanzando a continuación el calibrador. La fruta debe entrar en fila a este, ya que de esto depende que se haga un adecuado calibrado y se alimente cada extractor con su calibre adecuado.

Dispone de un canalón de retorno de excedente que se encarga de enviar la fruta que no entra en los extractores (debido a su tamaño inadecuado) a un depósito de recogida, desde donde se transporta para venderla de nuevo. Si la planta dispusiera de otros tipos de procesos (por ejemplo, fabricación de mermelada) se podría emplear como materia prima para los mismos.

El calibrador dispone de un rodillo calibrador acoplado en la parte superior de la cinta inclinada que permite graduar manualmente el calibre deseado.

La función de este dispositivo es separar la fruta en los calibres adecuados a las copas de los extractores que se encuentran funcionando en cada momento, con el fin de obtener el máximo rendimiento en la extracción.

Mediante la cinta de alimentación a extractores (también llamada transportador) de tipo correa conseguimos alimentación independiente de cada uno de los calibres a cada uno de los extractores que estén equipados con las copas adecuadas para trabajar con ese tamaño de fruta.

Etapa 3: Extracción del zumo

La fruta va entrando en los extractores que tienen unas copas con cuchillas que hacen cortes en la piel en sentido perpendicular al ecuador para que al exprimir salga todo el zumo, quedando la pulpa y la cáscara completamente secas.

Se obtienen los siguientes productos a la salida de los mismos:

- zumo bruto
- emulsión de aceite esencial (2-3 %)
- cortezas
- bagazo (membranas, discos de corteza, semillas, pulpa grosera, etc.)

El zumo bruto (16-18% de pulpa) se recoge mediante un tubo colector que lo conduce a un tanque pulmón que sirve de alimentación a una bomba de trasiego de zumo. La bomba envía el zumo desde el depósito pulmón hasta el tamiz o finisher elevado, situado en la parte superior de la plataforma metálica que sirve de apoyo a los extractores.

Etapa 4: Tamizado y preparación del zumo

El terminador de jugo o finisher reduce el contenido de pulpa del jugo recién extraído hasta niveles de alrededor del 8-10%. La pulpa rechazada extraída del finisher se envía, mediante bomba positiva, hasta la sección de recuperación de pulpa, donde se tratará como pulpa de primera.

Etapa 5: Recuperación del aceite esencial

La emulsión de agua y aceite procedente del extractor se envía mediante sistema de tuberías a la tamizadora, donde se filtra. A continuación la emulsión ya tamizada se envía a un depósito.

Dicho depósito sirve a su vez de alimentación a la centrífuga.

Mediante bomba centrífuga impulsamos la emulsión desde el depósito hasta la centrífuga primaria. Esta centrífuga es del tipo deslodadora, es decir, separa los lodos de la emulsión. Se obtiene una concentración de aceite a la salida del orden del 70-80%.

Igualmente repetimos el proceso con la centrífuga secundaria: un depósito sirve de almacenamiento de la emulsión débil (centrifugada), que a su vez sirve de alimentación de la bomba de trasiego que impulsa la emulsión hasta la centrífuga secundaria, que en este caso es del tipo pulidora.

Se obtiene un aceite libre de humedad, que se almacena en depósitos de decantación.

Dichos depósitos se instalan en cámaras donde la temperatura se mantiene en el orden de 1-2°C, para facilitar la decantación de las ceras.

Mediante este proceso se recupera del 2-3 por mil del aceite contenido en la corteza.

Etapas 6: Recuperación de pulpa y/o zumo

La pulpa recuperada en el tamizador se trata como pulpa de primera.

En primer lugar se recupera el zumo que aún contiene. Para ello, la pulpa se envía a un depósito de acumulación, del cual una bomba del tipo centrífuga cogerá la pulpa y la enviará hasta un conjunto de hidrociclones del tipo centrífugo, en donde se separa parte del zumo contenido en ella.

El zumo separado se envía a la salida del tamizador, mientras que la pulpa separada se envía a una tamizadora del tipo tornillo sin fin, para posteriormente pasteurizarla y congelarla para su venta como pulpa de primera.

Etapas 7: Transporte de cortezas y bagazo

Los caudales de cortezas y bagazo se unen a la salida de los extractores y se conducen a través de transportadores helicoidales hasta el transportador inclinado, que consiste en un tornillo helicoidal que recoge los residuos y los transporta hasta la tolva elevada de almacenamiento.

Una vez recogidos y almacenados los residuos se descargan por gravedad en camiones para su evacuación.

4.2. Tratamiento del zumo: pasteurización y congelación

Etapa 8: Pasterización y enfriamiento del zumo

El zumo procedente de la tamizadora (contenido en pulpa aprox. 9%) se almacena en un depósito de acumulación que sirve de alimentación para el sistema de pasteurización y enfriamiento de zumo de naranja.

Este sistema tiene por objeto conseguir las condiciones óptimas de conservación para un zumo refrigerado.

En primer lugar se instala un equipo de desaireación, cuya función consiste en la eliminación del aceite esencial incorporado durante el proceso de extracción y tamizado, así como del aire ocluido en los mismos procesos. Consigue la eliminación de gases, que pueden condensar y recuperarse en forma de aromas, que se reincorporan al zumo.

El zumo desaireado se envía al conjunto de pasteurización y enfriamiento, formado por los necesarios cambiadores de calor de tipo tubular, en donde se produce la pasteurización, mantenimiento, enfriamiento primario con agua de torre, enfriamiento secundario con agua glicolada.

Veamos el proceso: el zumo desaireado se hace circular a través de un cambiador de calor, en donde se eleva la temperatura hasta 90-95°C.

El tiempo que el zumo permanece en el cambiador de calor son aproximadamente 30 segundos. Es lo que se denomina específicamente pasteurización, donde se consigue la eliminación de bacterias.

A continuación el zumo pasa a la zona de enfriamiento, que se realiza a través de un sistema de cambiadores tubulares.

El primer enfriamiento consigue bajar la temperatura hasta 25-30°C, dependiendo de la temperatura del agua de refrigeración. El segundo enfriamiento consigue disminuir la temperatura hasta 0°C. Se emplea como fluido refrigerante agua glicolada a -3°C.

Una vez enfriado el zumo, recorre el siguiente itinerario:

Llenadora del tipo aséptico

El zumo aséptico admite transporte económico a temperatura ambiente y además su conservación en destino hasta el mismo momento de su vaciado, sin necesidad de inactivarlo de nuevo a su llegada.

El zumo se almacena en bolsas asépticas.

La llenadora dispone de cabezal de llenado automático con bocas para llenado y de una serie de rodillos alimentadores de bidones o de bolsas.

Carga de cisternas isotermas

Previo a la carga de cisternas, y con el fin de garantizar una temperatura adecuada a viajes largos, el zumo se enfría. Para ello se almacena en depósitos refrigerados, y antes de cargarlo en las cisternas se le hace pasar por un enfriador para conseguir una temperatura de salida de 0°C.

Precongelación

Congelación del zumo de naranja a la salida del sistema de pasteurización.

El equipo consiste básicamente en un cambiador de calor del tipo pared rascada. El zumo entra a una temperatura de 0°C y sale a -3°C. Se consigue una formación del 40-50 % de hielo.

Congelación total

Este zumo que se precongela a -3°C pasa al túnel de congelación y posteriormente a la cámara de congelación en la cual se alcanza una temperatura de -20°C, consiguiendo una conservación perfecta.

El equipo frigorífico, atiende las necesidades frigoríficas de la planta de extracción de zumo: enfriadores de agua glicolada, cámaras frigoríficas, etc. Los bloques congelados se introducen, debidamente embalados, en la cámara de conservación de productos congelados.

Lógicamente, se dispondrá un sistema de descongelación del zumo para la realización principalmente de mezclas.

Por medio de un equipo denominado **crusher**, los bloques de zumo congelado se situarán en un camino de rodillos y posteriormente serán elevados y volcados en el triturador, para proceder, a continuación, a su descongelación total.

5. Capacidad de la planta

La capacidad de la planta viene dada por el tipo de fruto a emplear y el rendimiento de los extractores.

Para la estimación del peso medio de cada pieza de fruta emplearemos la variedad “blancas” (Valencias, Salustiana, etc.) La extracción del zumo se realizará por medio de extractores tipo IN-LINE.

Los datos medios de esta variedad de naranjas, son los siguientes:

CALIBRE (mm)	PORCENTAJE	PESO MEDIO (gramos)
45-57	0-5	80
57-83	70-90	195
83-108	10-20	280
108-140	0-5	400

La tabla representa una estimación inicial de los posibles tamaños de los frutos. Los calibres empleados para dicha estimación no se corresponden con los de los extractores.

Los datos de la tabla sirven únicamente para el cálculo del peso medio.

El peso medio de los frutos es aproximadamente:

$$80 \text{ gr} * 2,5\% = 2 \text{ gr}$$

$$195 * 80\% = 156 \text{ gr}$$

$$280 * 15\% = 42 \text{ gr}$$

$$400 * 2,5\% = 10 \text{ gr}$$

$$\text{PESO MEDIO} = 210 \text{ gr}$$

Partiendo de que la capacidad de los extractores tipo IN-LINE es equivalente a 500 frutos /min, obtenemos:

$$500 \text{ frutos/min} * 0,21 \text{ kg/ fruto} = 105 \text{ kg/ min} = 6300 \text{ kg /h}$$

CAPACIDAD MEDIA POR MÁQUINA = 6300 kg fruta / hora

Para la extracción se utilizan las siguientes condiciones de producción (1kg naranja):

Rendimiento en zumo = 48%

Contenido en pulpa = 16-18%

10° Brix

Contenido en aceite = 200 mg/ kg

O sea, por cada 1000 kg de naranja se obtienen 480 kg de zumo.

Inicialmente el zumo posee un contenido en pulpa del 17% de media. Después, se le hace pasar por un tamiz del que se obtiene un zumo destinado a la producción con un contenido del 10% de pulpa.

El producto obtenido por cada 1000 kg de naranja fresca será:

$(480 - (480 * 0.17)) * 110 / 100 = 443$ kg de zumo.

Partimos de que la producción de naranja dulce en la provincia de Sevilla durante el año 2002 fue de 225000 Tm /año y de que la cantidad dedicada a la transformación fue de 60000 Tm / año.

Nuestra planta se va a abastecer con el 50% de la producción de naranja dulce dedicada a transformación. Es decir, con **30000 Tm/ año**, trabajando 150 días/ año.

Con estas premisas y en función de los turnos de trabajo adoptados, tendremos dos opciones.

1ª opción:

Jornada de trabajo = 16 horas (2 turnos)

$30000 / (150 * 16) = 12500$ kg / h naranja

Considerando el rechazo de las líneas de selección y los calibres no aptos para la extracción, entrarían alrededor de 12000kg/h en los extractores, obteniéndose una producción de $12000 * 443 / 1000 =$ **5300 kg/h zumo**

Rendimiento del conjunto (alimentación, selección, rendimiento mecánico, limpieza y calibrado) = 85%.

Este tipo de rendimiento abarca cualquier defecto de equipos o líneas.

$12000 / (6300 * 0.85) = 2.24$ máquinas de extracción .

Se colocarían 3 extractores.

2ª opción:

Jornada de trabajo = 24 horas (3 turnos)

$30000 / (150 * 24) = 8330$ kg/h naranja

Por el mismo razonamiento anterior entrarían en los extractores alrededor de 8000kg/h naranja

Producción = $8000 * 443 / 1000 =$ **3600 kg/h zumo**

Se aplica el mismo rendimiento.

$8000 / (6300 * 0.85) = 1.49$ máquinas

Colocaríamos 2 extractores.

Después de estudiar las dos propuestas, se elige la primera, ya que el gasto en personal y el consumo de los servicios auxiliares serían notablemente inferiores, mientras que la inversión en los extractores no sería sensiblemente superior.

Por tanto, producirémos **5300 kg/h zumo** empleando **3 extractores**.

6. Dimensionado

6.1. Determinación de las dimensiones de la cámara de congelación y de las cámaras frigoríficas

Hay en principio 3 formas de almacenar el zumo producido:

- 1.- Llenado aséptico.- Que no requiere ningún tipo de enfriamiento una vez que ha sido envasado.
- 2.- Llenado en cisternas.- Donde el zumo procedente del pasteurizador se almacena en depósitos
- 3.- Zumo congelado

El reparto del zumo producido (5300 l/h)² se realizaría del modo siguiente:

80% congelado en cámaras frigoríficas a -20°C: equivalente a 67840 kg/día

15% refrigerado a 0°C para llenado en cisternas: equivalente a 12720 kg/día

5% para llenado aséptico: equivalente a 4240 kg/ día

- Para el llenado en cisternas, se disponen 4 depósitos a la salida del pasteurizador, de **25000 l** cada uno. Con esa capacidad tendría para un almacenamiento de $25000 \cdot 4 / (12720) = 7.86 \cong \mathbf{8 \text{ días}}$.

De todas maneras, este tiempo no es muy relevante, ya que este tipo de zumo es de rápido consumo, puesto que no es envasado en ningún tipo de recipiente, sino que es cargado directamente en los camiones cisternas. Previamente, a la salida de los depósitos de almacenamiento, el zumo se ha dirigido a un enfriador de expedición, donde la temperatura es ajustada hasta la temperatura de carga en las cisternas.

- Para el almacenamiento en cámaras frigoríficas se destina el 80% de la producción (67840 kg/ día)

Supongamos que queremos almacenar el zumo equivalente a 50 días de producción, en forma de congelado, por si una vez acabada la temporada de producción se quiere abastecer la demanda durante más tiempo.

Necesitaríamos $67840 \cdot 50 = 3.392000$ kg zumo para el almacenamiento de los 50 días de producción.

Utilizando 2 cámaras frigoríficas, de iguales dimensiones, cada cámara podrá almacenar un máximo de 1.696000 Kg

Para el almacenamiento del zumo congelado se utilizarían bidones de capacidad aproximada **200 kg/ unidad**, agrupados en palets.

Capacidad palets: 4 bidones troncocónicos

Apilado de palets máximo: 5 (20 bidones/ pila)

Capacidad de cada cámara = $1.696000 \text{ kg cámara} / (200 \text{ kg/bidón}) = \mathbf{8480 \text{ bidones}}$.

Los bidones apilados ocupan aproximadamente el 70 % de la instalación. El resto del espacio lo forman: pasillos para movimiento de carretillas eléctricas, zona para la disposición de evaporadores y zona de acceso por pasillo de cámaras. También se ha incluido el espacio ocupado por la distribución imperfecta de los palets.

² Hipótesis: consideramos densidad zumo = 1 kg/l, salvo que se indique expresamente otro valor.

Cálculos:

$8480 / 4 = 2120$ palets de 4 bidones cada uno.

Dimensiones palets: $1 * 1,2 = 1,2 \text{ m}^2$

$2120 / 5 = 424$ pilas de 5 palets: la altura de cada pila será de **6 m**

$424 \text{ palets} * 1,2 \text{ m}^2 = 508 \text{ m}^2$

$508 / 0,7 = 726,85 \cong$ **725 m² / cámara**

Opción posible: 30m largo * 25 m ancho

El espacio total ocupado por las cámaras será de **1500 m²**

Aparte necesitamos una cámara previa donde se realice la congelación total del zumo precongelado. Las dimensiones de esta cámara son menores que el conjunto de las otras dos ya que el zumo no se almacena, sólo se congela.

Dispondremos una cámara de dimensiones **40 m largo* 25 m ancho**, que funcionará como túnel de congelación. Con esas dimensiones el trasvase del zumo puede realizarse adecuadamente, ya que el zumo se congela y pasa directamente a las cámaras de congelación. Es una zona de transición, no de almacenamiento.

6.2. Dimensionado de los equipos

Manipulación de la fruta y extracción del zumo

Celdas de almacenamiento

Se parte de una carga de 12500 kg/h de naranja, para obtener una producción de 5300 kg/h de zumo.

Consideramos que el espacio ocupado por los huecos que se quedan entre las naranjas representa el 20% del volumen total de las celdas.

Otras estimaciones:

Peso medio del fruto: 0,21 kg

Diámetro medio del fruto: 10 cm. = 0,1 m

Volumen medio = $\frac{4}{3}\pi(r^3) = \frac{4}{3}\pi(0,05)^3 = 5,24 \text{ E-4}$

Volumen total ocupado en 1 hora = $12500 \text{ kg/h} \cdot 5,24 \text{ E-4 m}^3 / (0,21 \text{ kg} \cdot 0,8) = 38,99 \text{ m}^3 \cong \mathbf{40 \text{ m}^3}$

Se construirán **4 celdas de 40m³**, con lo que se tarda en llenar 4 horas el conjunto.

Es un tiempo suficiente de almacenamiento para el caso hipotético en que no se pudiera recargar de un día para otro.

Plataforma metálica

Su construcción viene motivada por dos razones fundamentales:

Primera: el zumo procedente de los extractores llega al tubo colector por gravedad, por lo que se necesita una altura considerable para poder realizar la descarga.

Segunda: se consigue un mejor aprovechamiento del espacio disponible de la planta.

Sistema de recogida y lavado de zumo procedente de los extractores

Depósito pulmón de zumo

Recibe un caudal de 5300 l/h procedente de los extractores.

Se diseña su capacidad de forma que si la bomba se parara durante un corto período de tiempo, dicho depósito pudiera recoger el caudal procedente de los extractores. Establecemos ese tiempo en 5 minutos.

Capacidad del depósito = $5300 \cdot 5 / 60 \cong \mathbf{500 \text{ l}}$

Los razonamientos para el cálculo de la capacidad del resto de los depósitos son similares.

7. Descripción de la maquinaria

La maquinaria necesaria para obtener la producción prevista será la que se describe a continuación

7.1. Para la manipulación de la fruta y extracción del zumo.

En el proceso de manipulación de la fruta y de la extracción del zumo intervienen:

CELDAS DE ALMACENAMIENTO

4 celdas de 40 m³ por unidad.

Dimensiones: 10 m largo x 4 m ancho.

PUERTAS RETENEDORAS DE FRUTA

Dimensiones: 1200 mm ancho x 400 mm alto.

Accionadas manualmente por volante situado en la parte superior.

CANAL CON PARRILLA

Fabricado en acero inoxidable.

Consumo de agua: necesita exclusivamente un aporte inicial, ya que este agua se recircula gracias a la bomba de trasiego. El aporte será de 25 m³ en una hora, para llenar el foso.

Longitud: 6 m

Anchura: 1 m

Inclinación: 10 °

FOSO PULMÓN CON ELEVADOR DE CANGILONES

Fabricado en cemento.

Potencia instalada: 4.5 CV

Dimensiones: 7 m largo x 7m ancho x 1m alto

Cangilones de rejilla para escurrido del agua, y con sistema antirretorno para evitar atascos.

BOMBA DE TRASIEGO/ RECIRCULACIÓN

Objeto: recircular el agua para poder transportar la fruta a través del canal.

Sumergida dentro del pulmón.

Potencia instalada: 7.5 CV

FILTRO DE AGUA

Objeto: filtrar todas las aguas impulsadas por la bomba para eliminar restos de hojas y pedúnculos.

Construido con perforaciones de 750 μm, autolimpiante. La misma agua filtrada limpia las perforaciones que puedan estar obstruidas, separando instantáneamente el agua de los sólidos.

MESA DE RODILLOS

Estructura y rodillos de acero inoxidable.

Guías laterales de acero inoxidable

Dimensiones: 1,2 m ancho x 4 m largo

Barandas centrales para recogida de fruta rechazada.

Accionamiento por motor-reductor: 50 Hz, 220/380 V, Trifásica.

Potencia instalada: 2 CV

LAVADORA DE CEPILLOS

Construida en acero inoxidable

1,5 m ancho

4 m largo

18 cepillos transversales de poli fibra con hileras de duchas en la parte superior.

Accionado por motor-reductor: 50 Hz, 220/380 V, trifásica.

Potencia instalada: 3 CV

Consumo de agua: 3 m³/ h

ELEVADOR DE CANGILONES

Construido en acero inoxidable

Partes de contacto en acero inoxidable

Ancho de los volquetes: 0,9 m

Longitud entre ejes: 4 m

Altura total: 4 m

Accionado por motor reductor: 50 Hz, 220/380 V, trifásica.

Potencia instalada: 3 CV

CALIBRADOR

4 carriles con 2 calibres + calibre extra

Estructura y guía de la cinta de acero inoxidable

Accionado por motor reductor: 50 Hz, 220/380 V, trifásica.

Potencia instalada: 0.75 CV

CINTA DE ALIMENTACIÓN INCLINADA

Construcción inclinada de la cinta en acero inoxidable

Tolvas de descarga

Construida para 4 extractoras

Anchura: 1 m

Longitud: 12m

Inclinación: 18 °

Barandas divisorias y desvío de fruta

Motorización prevista para alimentar hasta 8 extractoras

Accionado por motor reductor: 50 Hz, 220/380 V, trifásica.

Potencia instalada: 5 CV

PLATAFORMA METÁLICA

Construida con perfiles cerrados de acero debidamente arriostrada y con suelo de chapa estriada en acero inoxidable, con barandillas de protección y escaleras de acceso.

Preparada para soportar el peso de hasta 5 extractoras, además del calibrador y la cinta de alimentación inclinada.

Superficie aproximada: 200 m²

CINTA DE RETORNO

Transportador de canal para fruta

Función: recogida de la fruta de calibre no apto y envío a depósito donde se emplea en otros usos.

Anchura: 0,4 m

Longitud: 8 m

Accionado por motor reductor: 50 Hz, 220/380 V, trifásica.

EXTRACTORES DE ZUMO

Descripción del funcionamiento del equipo:

La extracción se realiza por medio de un conjunto de copas superiores e inferiores que en el transcurso de su recorrido se entrelazan entre sí, soportándose en las paredes del perfil de las copas.

El fruto, después de estar sujeto en el interior de las copas es presionado contra un cortador inferior para permitir la salida del zumo bruto (semillas, membranas, discos de corteza, etc.), introduciéndolo en un cilindro tamizador.

Al final de su recorrido en su presión máxima se produce una incisión en la parte superior por medio de una cuchilla para facilitar la expulsión de las cortezas.

El zumo bruto, semillas, membranas son presionadas por un pistón hueco en el interior del cilindro, separando instantáneamente el zumo del resto de componentes, que podrían empeorar la calidad del zumo.

Unos chorros de agua se encargan de la recuperación del aceite contenido en la corteza, emulsionándolo para su posterior separación por medio de centrifugación.

El extractor de zumos tipo IN-LINE realiza en una sola operación la extracción del zumo y del aceite esencial, sin contacto entre ambos.

Se montan en línea para adaptarse a los diferentes calibres de fruta y así mejorar el rendimiento en la extracción.

Mediante el calibrador conseguimos una selección adecuada de tamaños, permitiendo al extractor de zumos una medida adecuada a cada tipo de copa ajustada a su modelo.

Dispone de variador de frecuencia, mediante el cual se consigue una adecuada regulación del caudal de zumo extraído, pudiendo realizar un control in situ individualizado a cada extractor, o bien realizar un control remoto desde laboratorio, permitiendo regular infinitamente la velocidad de los extractores.

En un principio se dispondrán 3 extractores, con las siguientes características:

TAMAÑO COPA	Nº EXTRAC TORES	FRUTA	Nº COPAS	GOLPES/ MINUTO	FRUTAS/ MINUTO	CALIBRES (mm)
2 3/8"	2	Naranjas pequeñas	5	85-100	500	40-64
3"	1	Naranjas de tamaño medio	5	85-100	500	64-82

Accionamiento por motor reductor.

Para cada extractor se necesitan:

Potencia instalada: 10 CV

Consumo de agua: aproximadamente 1300 l/h

TUBO COLECTOR

Tuberías de acero inoxidable para recoger el zumo de las extractoras y conducirlo al tanque de zumo.

Longitud necesaria para 3 máquinas

7.2. Sistema de recogida y lavado de zumo procedente de los extractores

Este sistema comienza justo en la línea de recogida de zumo de las exprimidoras, tras el colector de recogida, incluyendo los siguientes equipos:

DEPOSITO PULMÓN DE ZUMO

Capacidad: 500 l

Fabricado en acero inoxidable AISI 316

Dispone de control de nivel máximo y mínimo.

Consumo agua potable: se limpiará el tanque una vez al día, siempre al acabar la jornada de trabajo. El consumo será de 5 m³, en un período de tiempo de 1 hora.

BOMBA DE TRASIEGO

Caudal: 6000 l/h

Presión: 1.5 Kg/cm²

Tipo: helicoidal

Dispone de variador de frecuencia para regulación de caudal

Construcción sanitaria de acero inoxidable

Potencia instalada: 2 CV

SISTEMA DE LAVADO DE ZUMO

Lavado por centrifugación

Dispone de 2 depósitos ciclónicos. El zumo limpio sale por la parte superior de los mismos y los defectos son evacuados.

Válvulas automáticas para evacuación de defectos.

Consumo de agua potable: 10 m³/h, en el período de limpieza.

FILTRO DINÁMICO (finisher / terminador de jugo)

Función: limpieza del zumo con defectos.

Tipo: Tornillo sin fin, alojado en el interior de un tambor cilíndrico recambiable de 0.5 mm

Sistema de accionamiento neumático (aire comprimido) para regulación de la presión de tamizado.

Construido en acero inoxidable en todas las partes en contacto con el producto.

Potencia instalada: 10 CV

Aire comprimido: 80 l/min

BOMBA DE RECOGIDA DE PULPAS

Función: recogida de las pulpas procedentes del rechazo del finisher.

Caudal: 100-500 l/h

Presión: 1,5 kg / cm²

Sanitaria construida en acero inoxidable

Potencia instalada: 2 CV

7.3. Pasterizador de zumo de naranja

Las condiciones de diseño y de consumo son las siguientes:

1. Condiciones de diseño:

Producto: zumo de naranja, máximo contenido en pulpa 9%

Caudal de producto: regulable hasta 6000 l/h

Temperatura de pasteurización: 95°C (regulable)

Temperatura de entrada de producto: 15- 20°C

Desaireación : en frío a 15-20 °C

Temperatura de salida: 0°C (enfriamiento con agua de refrigeración y glicol)

Tiempo de mantenimiento: 30 s

Recuperación de calor: directa (producto / producto), del 65-70 % si no se dispone de desaceitador y del orden del 40-45% en caso afirmativo.

2. Consumos aproximados:

-Vapor de agua: se emplea en el calentamiento del agua que posteriormente eleva la temperatura del zumo hasta la de pasterización.

Máximo 450 kg/h a 4-5 bar

Máximo 750 kg/h, incluyendo desaceitador.

-Agua procedente del condensador evaporativo para enfriamiento inicial: 15000 kg/h a 25-28 °C

-Agua glicolada para enfriamiento final: 20000 kg/h a -3°C

-Agua potable: 34,5 m³/h (ver consumos)

-Potencia instalada: 40 KW

-Aire comprimido: 50 Nlit/min a 5-6 bar

Equipos

DEPOSITO PULMÓN

Recoge el zumo procedente de las exprimidoras o del sistema de lavado de zumo

Capacidad 1500 l

Construido en acero inoxidable AISI 316

Altura mínima para poder insertarse en la salida del finisher

Control de nivel máximo y mínimo

BOMBA DE EXTRACCIÓN

Tipo centrífuga

Dispone de variador de frecuencia

Envía el zumo desde el depósito pulmón hasta el tanque desaireador.

DESAIREADOR

Separa el zumo del vapor

Capacidad 500 l útiles

Está formado por una cámara de vacío equipada con condensador en la parte superior para retención de aromas. Mediante bomba de vacío se consigue hervir el producto entrante

Es empleado como 2º tanque de balance del pasteurizador

Entrada en el equipo mediante plato difusor. Los vapores y los gases ascienden hasta el condensador refrigerado por agua, donde se produce la separación de fases:

- Por un lado, los vapores condensados que caen y se reúnen con el zumo desaireado
- Por otro, los gases incondensables

Válvula modulante de entrada de vapor: mediante la regulación de su grado de apertura se controla la cantidad de agua evaporada (agua que había quedado ocluida).

Sensor para medición continua de la presión en el interior del desaireador, lo que permite la regulación del vacío.

Sensor de medición continua para el control del nivel.

Válvula automática para entrada de agua.

Bola de limpieza para una buena distribución del agua y de la solución de limpieza en el interior del tanque.

BOMBA DOSIFICADORA

Actuación neumática

Inyección de ácido cítrico para acidificar el agua de recirculación durante la fase de esterilización inicial de la planta previa a la producción, así como la sosa durante el ciclo de limpieza.

CONDENSADOR

Sirve para condensar el vapor, los aceites esenciales, aromas y aire ocluido

DEPÓSITO DE RECOGIDA DE CONDENSADOS

Consta de: Control de nivel

Bomba de extracción

Tubería de extracción para conexión con sistema de decantación que permitirá la recuperación de aromas y aceite.

INTERCAMBIADOR DE CALENTAMIENTO

Formado por unidades de multitubulares de tubo corrugado

El producto circula por los tubos interiores y es calentado con agua caliente que circula por la camisa exterior

La sección de mantenimiento está formada por una longitud de tubería tal que el producto caliente tarda 30 s en recorrerla, a fin de asegurar la pasterización del producto.

Un porcentaje del zumo recién exprimido se envía al intercambiador de regeneración, para que sea precalentado y así la corriente de alimentación al intercambiador de calentamiento estará a mayor temperatura.

INTERCAMBIADOR DE REGENERACIÓN

Aplicación: recuperación de calor

Formado por unidades de multitubulares de tubo corrugado (mejor transferencia de calor)

El zumo exprimido circula por el espacio de la camisa exterior y es precalentado con el zumo caliente procedente de la sección de calentamiento final, que circula por el tubo interior.

ENFRIADOR INICIAL

El enfriamiento se produce mediante agua de refrigeración

Permite el enfriamiento del zumo hasta una temperatura de 3-4°C por encima de la propia del agua del condensador evaporativo. Si nos ponemos en el peor de los casos, que sería en verano, consideraríamos una temperatura de agua de refrigeración de 28°C, por lo que la temperatura de salida del producto sería de 30-31°C

La sonda para el control de la temperatura de llenado permite la abertura de la válvula de entrada del agua de refrigeración.

ENFRIADOR FINAL

El enfriamiento se realiza con agua glicolada

Por medio de sonda para el control de la temperatura de llenado se activa la válvula de entrada del agua glicolada, controlando la temperatura de salida del producto

VÁLVULA DE 3 VÍAS

Colocación: a la salida de la sección de enfriamiento de agua glicolada

Función: dirige el zumo a llenado de cisternas o al sistema de congelación

SISTEMA DE LIMPIEZA CIP

CIP: ciclo automático de limpieza

Emplea los servicios de agua de aclarado y recirculación de disolución alcalina desde la estación CIP, mediante válvulas que introducen agua en el tanque desaireador y en el pasterizador

El programa de control incluye el tiempo de aclarado inicial, el tiempo de recirculación de sosa y el tiempo de aclarado final

7.4. Recuperación del aceite esencial

TAMIZADOR

Objeto: Separar el flit de la emulsión agua-aceite procedente de los extractores de zumo

Tipo: tornillo helicoidal o vibratorio

Descripción: dispone de tambor rotatorio forrado con chapa perforada con perforaciones de 0,8 mm. Dicho tambor tiene una regulación de inclinación variable para poder retener mayor o menor tiempo el producto mientras esté girando y tamizando.

Emulsión tamizada: se recoge en un depósito. El flit tamizado sale por otra tolva independiente para ser evacuado junto con las cortezas procedentes de extractores

Capacidad: 10 Ton/h

Medidas: 4 m largo x 1 m ancho x 1.5 m alto

Accionamiento: mediante motorreductor

Potencia instalada: 7 CV

DEPÓSITO

Objeto: alimentación de la centrífuga

Descripción: depósito cerrado de acero inoxidable de 1000 l

BOMBA DE TRASIEGO

Objeto: alimentación de la centrífuga

Descripción: bomba centrífuga

Potencia instalada: 3 CV

CENTRÍFUGA PRIMARIA

Objeto: separación de los lodos de la emulsión

Descripción: del tipo **deslodadora**: la emulsión de entrada tiene un bajo contenido en aceite (alrededor del 0,2 %). La deslodadora consigue separar la emulsión en 3 fases:

- Agua: va a tanque de decantación para ser recirculada a los extractores
- Emulsión de aceite en agua: a centrífuga pulidora o secundaria
- Lodos: a desecho. Exige paradas manuales del equipo para su eliminación, ya que se acumulan en el espacio interior del rotor

Consigue la eliminación de impurezas, pulpa y un gran porcentaje de agua

Capacidad: 6 Ton/h

Potencia instalada: 15 CV

DEPÓSITO

Objeto: recepción de la emulsión débil (centrifugada)

Descripción: depósito de acero inoxidable 316, con tapa y bastidor

Capacidad: 500 l

BOMBA DE TRASIEGO

Objeto: alimentación de la centrífuga pulidora

Descripción: bomba lobular

Potencia instalada: 1 CV

CENTRIFUGA SECUNDARIA

Objeto: obtención de aceite libre de humedad

Descripción: del tipo **pulidora**: se consigue una emulsión enriquecida en aceites esenciales, libre de impurezas.

Capacidad: 200 l/h

Potencia instalada: 7,5 CV

DEPÓSITO

Objeto: almacenamiento del aceite

Descripción: depósito de poliéster

Capacidad: 200 l

BOMBA

Objeto: trasiego del aceite

Descripción: bomba de desplazamiento positivo

Potencia instalada: 4 CV

7.5. Recuperación de pulpa

DEPÓSITO

Objeto: recogida de la pulpa del tamizador

Descripción: depósito de acero inoxidable

Capacidad: 1000 l

Consumo de agua para limpieza: 10 m³/h (1 vez al día)

BOMBA

Objeto: alimentación de los hidrociclones

Descripción: centrífuga de acero inoxidable

Potencia instalada: 3 CV

HIDROCICLONES

Objeto: separación del zumo de la pulpa

Tipo: centrífugos

TAMIZADORA

Objeto: tamizado de la pulpa separada

Descripción: tamizadora del tipo tornillo sin fin

Potencia instalada: 6 CV

7.6. Recogida de desperdicios

TRANSPORTADOR

Objeto: recogida de cortezas y bagazo a la salida de los extractores y transporte de los residuos hasta el transportador inclinado

Descripción: transportador helicoidal de diám. 250 mm construido en acero inoxidable

Accionado por motorreductor

Potencia instalada: 5 CV

TRANSPORTADOR 2

Objeto: recogida general de residuos y transporte hasta la tolva elevada de almacenamiento

Descripción: transportador con plano inclinado de tornillo sinfín de diám. 0,3 m y longitud 15 m. Construido en acero inoxidable

Accionado por motorreductor

Potencia instalada: 4 CV

TOLVA DE RECOGIDA

Objeto: recogida y almacenamiento general de residuos y descarga por gravedad a camiones para la evacuación

Descripción: tolva construida en perfiles de acero con compuerta inferior de descarga accionada eléctricamente.

Altura de la compuerta inferior: 2,5 m (para poder dar paso al camión para su carga)

7.7. Desaceitador de zumo de naranja

Este equipo es optativo. Se coloca a la salida del desaireador. Cuando sale del desaceitador pasa al pasteurizador.

Condiciones de diseño y consumos

Condiciones de diseño

Producto: zumo de naranja (contenido máximo en pulpa 9 %)

Caudal de producto: regulable hasta 6000 l/h

Temperatura de entrada de producto: 15-20 °C

Temperatura de evaporación: 40-65°C

Temperatura de salida: 50-65°C

Evaporación: máximo 10 %: alrededor de 600 kg/h, mediante doble efecto.

Consumos aproximados

Vapor de agua: máximo 300 kg/ h a 4-5 bar

Agua procedente del condensador evaporativo para enfriamiento: 50000 kg/h a 25-28°C

Electricidad: 5 KW máximo

Aire comprimido: 50 NI/ min a 5-6 bar

Descripción del funcionamiento del equipo

EVAPORADOR 1

Objeto: calentamiento inicial del zumo procedente del desaireador

Descripción: intercambiador de calor multitubular vertical, calentado con vapor procedente de la segunda cámara ciclónica. Las dos corrientes de entrada son el zumo procedente del desaireador y el vapor procedente del segundo ciclón. A la salida tendremos por un lado el zumo evaporado y por otro el agua condensada

DEPÓSITO

Objeto: recoge el condensado del evaporador 1

Dispone de control de nivel

BOMBA

Objeto: extracción del condensado del depósito

Se podría conectar la tubería de extracción a un sistema de decantación para recuperación de aromas y agua vegetal

CICLÓN 1

Objeto: separación del zumo del vapor.

Descripción: el vapor sale por la parte superior, desde donde se dirige al condensador de agua de torre (condensador 1) que incluye el equipo. El zumo, que sale por la parte inferior, se dirige hacia otro intercambiador

EVAPORADOR 2

Características similares a las del evaporador 1

Emplea para el calentamiento vapor a presión reducida y controlada

Dispone de sensor de presión de vapor en la camisa y una válvula modulante que controla la entrada de vapor, lo que permite regular la presión de vapor en la camisa, así como la cantidad de agua evaporada

DEPÓSITO

Objeto: recuperación de condensados

BOMBA

Objeto: retorno de los condensados a la caldera

Mediante sensor de nivel se controla que la bomba no trabaje en vacío

CICLÓN 2

Separa el zumo (procedente del evaporador 2 o primer efecto) del vapor.

Temperatura de evaporación: 40-50 °C

El vapor generado en esta cámara se utiliza para calentar el zumo en el segundo efecto

BOMBA

Tipo: helicoidal de doble etapa

Objeto: bombeo del zumo líquido hacia el pasterizador

Dispone de variador de frecuencia para regular el caudal de salida de líquido, lo que permite el control automático de nivel en el separador ciclónico

Todos los equipos del desaceitador están contruidos en acero inoxidable AISI 304 y AISI 316

Los autómatas son comunes con los del pasterizador, existiendo un solo punto de control centralizado para los dos equipos.

7.8. Llenadora aséptica de zumo

Condiciones de diseño y consumos

Condiciones de diseño

Producto: zumo de naranja

Caudal de producto: regulable hasta 6000 l/h

Temperatura del producto: 25-40°C (se almacena a esta temperatura)

Consumos

Agua de refrigeración: 50 Kg/h a 25-28°C (para conseguir una temperatura del producto que esté dentro del rango indicado anteriormente)

Electricidad: 6 KW máximo

Aire comprimido (para las válvulas electro neumáticas): 200 NI/ min a 5-6 bar

Vapor (para sellado de válvulas): 60 kg/h a 2 bar

Descripción de los equipos

VÁLVULA DESVIADORA DE 3 VIAS

Dispuesta a la entrada de la llenadora, para permitir o no el paso a llenado

CABEZAL DE LLENADO AUTOMÁTICO

Construido en AISI 316

Boca de 1" o 2" para llenado en bolsas

Dispone de grupo de rodillos motorizado para alimentar bidones de 200 l en grupos de cuatro sobre un palet, o bien bolsas de 1000 l

DISPLAY DE CONTROL

PLC para el control de válvulas y los distintos parámetros de producción (llenado aséptico), esterilización y CIP durante los ciclos de funcionamiento de la llenadora.

Estructura de acero inoxidable para el sostén de los cabezales de llenado y de las válvulas electro-neumáticas

Equipo para pesado y etiquetado de los bidones.

7.9. Pasterizador de pulpa de naranja

Condiciones de diseño y consumos

Condiciones de diseño

Producto: pulpa de naranja sin cáscara

Caudal de producto: máximo 600 kg/h

Temperatura de pasterización: regulable hasta 95°C

Temperatura de entrada de producto: 15-20°C

Temperatura de salida: 30°C (enfriamiento con agua de refrigeración)

Tiempo de mantenimiento: 30 s

Consumos

Vapor de agua: 150 kg/h a 4-5 bar. Aplicación: calentamiento de la pulpa mediante el intercambiador.

Agua de refrigeración: 2000 kg/h a 25-28°C

Electricidad: 5 KW máximo

Aire comprimido: 50 NI/ min a 5-6 bar

Agua potable para limpieza: 5 m³/h

Descripción de equipos

TANQUE DE BALANCE

Recepciona el producto procedente del finisher

Sensor de control de nivel

Bola de limpieza para entrada de agua

Volumen: 200 l

Construido en acero inoxidable AISI 316

BOMBA DE PISTÓN

Tipo: bomba positiva de pistón

Objeto: impulsa el producto a través de la planta

Caudal: 2500 l/h

Potencia instalada: 1,5 KW

INTERCAMBIADOR DE CALENTAMIENTO

Descripción: formado por unidades de multitubulares de tubo corrugado

Pulpa circula por los tubos y el vapor, a presión reducida y controlada, por la camisa exterior. Es decir, del tipo carcasa-tubo.

Sonda de temperatura a la salida del intercambiador para la regulación automática de la temperatura de esterilización de producto.

SECCIÓN DE MANTENIMIENTO

Formada por longitud de tubería tal que el producto caliente tarda 30 s en recorrerla, para asegurar la pasterización del producto

INTERCAMBIADOR DE ENFRIAMIENTO

Descripción: formado por unidades de multitubulares de tubo corrugado

Emplea agua de refrigeración para enfriar el producto

SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL

Autómata y display de teclado

7.10. Llenadora aséptica para pulpas

Condiciones de diseño y consumos

Condiciones de diseño

Producto: pulpa de naranja

Caudal de producto: regulable hasta 600l/h

Temperatura de producto: 25-40 °C

Consumos

Vapor de agua: 60 kg/ h a 2 bar

Agua de refrigeración: 50 kg/h a 25-28°C

Aire comprimido: 200 l/min

Electricidad: 2 KW máximo

Descripción del funcionamiento del equipo

IDEM llenadora de zumo

7.11. Sistema de pre congelación de zumo de naranja

Condiciones de diseño y consumos (para un único intercambiador)

Condiciones de diseño

Caudal de zumo a congelar: 1500 kg/h

Temperatura de entrada: 0°C (procedente de la planta de pasteurización)

Temperatura de salida: -3°C (40-50 % formación de hielo)

Consumos

Agua glicolada: 15000 kg/ h a -18°C (90000 frigorías/h)

Agua potable: 4 m³/h. Empleada en la fase de limpieza. Aproximadamente 1 hora por cada jornada de trabajo.

Potencia instalada: 20 KW

Descripción del funcionamiento del equipo

INTERCAMBIADOR DINÁMICO

Tipo: superficie rascada

Se necesita uno por cada 1500 l/h de zumo a congelar

Medio congelador: mediante expansión directa de gas refrigerante en la propia camisa del intercambiador

Grupo frigorífico: aporta a través del glicol las frigorías necesarias para la congelación

BOMBA

Tipo: desplazamiento positivo

Caudal regulable: 600-1000 l/h

Función: alimenta el producto al intercambiador

SISTEMA DE FORMACIÓN DE BLOQUES

Compuesto por bomba mono y filtro. El zumo es impulsado por la bomba mono a través del filtro y se va formando el bloque

Dimensiones del bloque: 100x 120 x 40 cm (bloques de 200 a 1000 kg)

Bomba positiva: 1200-3500 l/h a 1 bar

La planta dedica el 80% de la producción a zumo congelado, que equivale a un volumen cercano a 4500 l/h. Necesitaremos 4 intercambiadores dinámicos.

Consumo total del pre congelador:

Agua glicolada: $4 \cdot 15000 = 60000$ kg/ h a -18°C

Agua potable: $4 \cdot 4 = 16$ m³/h. Empleada en la fase de limpieza. Aproximadamente 1 hora por cada jornada de trabajo.

Potencia instalada: $4 \cdot 20 = 80$ KW

7.12. Enfriador de expedición de cisternas

Consumos

Consumo por depósito: 3500 Kg/h glicol a -1°C

Consumo del enfriador de expedición: 50000 Kg/h glicol a -2°C

Agua potable: 24 m³/h. El consumo es variable, dependerá de si se vacían los depósitos de refrigeración o no. En caso afirmativo habrá que limpiarlos. También habrá que realizar el barrido de las tuberías cada cierto tiempo.

Potencia eléctrica instalada: 20 CV

Descripción del funcionamiento del equipo

DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO

Capacidad: 4 depósitos de 25000 l

Dimensiones: diámetro: 2,60 m; altura del cilindro: 4,55 m; altura total: 5,50 m

Objeto: almacenamiento del zumo pasteurizado procedente de la planta de pasteurización

Construidos en AISI 316

Accesorios:

- boca superior de 400 mm
- puerta ovalada inferior de 300x 400 mm
- válvulas de salida, entrada, nivel y desaireación

Disponen de agitador lateral para favorecer la homogeneización y el intercambio térmico, ya que estos depósitos llevan una camisa por donde circula el glicol

Entrada de agua y bola de limpieza para distribución de la solución CIP

BOMBA

Tipo: centrífuga

Objeto: alimenta el zumo desde cada tanque hacia el enfriador de expedición para su carga en la cisterna.

Caudal: 20000 l/h

ENFRIADOR DE EXPEDICIÓN

Intercambiador de calor de tubo corrugado

Enfría el zumo procedente de los depósitos con glicol, hasta alcanzar la temperatura de carga de las cisternas

TANQUE

Para preparación de la solución CIP

Capacidad: 500 l

BOMBA

Tipo: centrífuga

Objeto: introduce la solución CIP en el interior de los tanques para su limpieza y lo recircula a través de los mismos

7.13. Línea de trituración y descongelación de bloques de zumo de naranja (crusher)

Condiciones de diseño y consumos

Condiciones de diseño

Caudal de zumo a descongelar: 6000 kg/ h zumo (10-15 bloques / h)

Formato del congelado:

- sección 100x120 cm²
- altura : 40-60 cm
- bloques de 200-500-1000 kg

Temperatura de entrada zumo: -15 a -18°C (procedente de cámara congeladora). El zumo se almacena en las cámaras frigoríficas a -18°C.

Temperatura de salida zumo: 0-2°C

Consumos

Vapor: 1000 kg/ h a 4-5 bar (para 6000 kg/ h)

Potencia instalada: 10 KW máximo

Llenado del circuito de agua caliente: 4 m³/h

Descripción del funcionamiento del equipo

CAMINO DE RODILLOS

Motorizado, para entrada de palets

Fabricados en acero inoxidable

Montados en estructura de acero inoxidable de altura aproximada 30 cm. Sobre dicha estructura se colocan hasta 3 palets en espera de ser volcados

ELEVADOR VOLTEADOR DE BIDONES

Dispone de sistema de fijación de la caja y los bordes de la bolsa

Bandeja de rodillos para permitir la entrada del palet

BANDEJA DE RECOGIDA DE PALETS

Dispone de plataformas laterales de inspección y sistema de volcado sobre el triturador

Sistema de elevación para el volcado del bloque de hielo sobre el triturador, formado por rodillos de clavos giratorios a gran velocidad

TRITURADOR DE BIDONES

Dispone de compuerta de protección para impedir que pueda salir despedido hacia atrás algún trozo de hielo

TOLVA DE RECOGIDA DE ZUMO HELADO TRITURADO

Con camisa de agua caliente para evitar que el producto se pegue a las paredes
Sinfin de prealimentación a la bomba de impulsión hacia el calentador

BOMBA DE IMPULSIÓN DE PRODUCTO

Tipo: helicoidal (mono)

Caudal regulable mediante variador de frecuencia

DESCONGELADOR

Descripción: intercambiador de calor formado por unidades de tubo en tubo corrugado

Zumo triturado es calentado con agua a 40-60 °C, que circula por la camisa en circuito cerrado, que a su vez es calentada con vapor a 4 bar

La última etapa de descongelación se realiza en unidades multitubulares

Mediante válvula modulante automática se controla la entrada de vapor a la unidad de calentamiento de agua

Sonda de temperatura para regulación automática de la temperatura de salida del producto

El producto una vez descongelado se envía a los depósitos de 25000 l para su posterior expedición en cisternas.

7.14. Instalación de limpieza automática (CIP)

Condiciones de diseño y consumos

Condiciones de diseño

Depósito de acumulación: 2500 l

Temperatura de servicio: regulable hasta 75 °C

Consumos

Vapor: 800 kg/ h a 4-5 bar

Agua potable: 35 m³/h (fase de limpieza)

Potencia instalada: 5 KW máximo

Caudal de disolución CIP: 15000-20000 l/h (presión 3 bar). Se emplea exclusivamente durante el período de limpieza.

Descripción del funcionamiento del equipo

DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN DE DISOLUCIÓN ALCALINA

Capacidad: 2500 l

Nivel máximo y mínimo

Válvula automática de entrada de agua y salida a bomba

Válvula de retorno a tanque o a desagüe

BOMBA DOSIFICADORA DE SOSA

Objeto: añadir la sosa necesaria para preparar la disolución alcalina con una concentración de 2-2,5 % de sosa

Comprobación de la concentración mediante toma de muestra manual

BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE DISOLUCIÓN

Tipo: centrífuga

Caudal: 20000 l/ h a 3 bar

Potencia: 5,5 CV

Alimentación de disolución a los distintos puntos de consumo

FILTRO

Tipo: de malla, realizado en acero inoxidable

INTERCAMBIADOR DE CALOR

Objeto: calentamiento de la disolución CIP

La disolución es calentada hasta la temperatura deseada utilizando vapor a presión reducida en camisa

Dispone de válvula automática de entrada de vapor, purgador de salida de condensados y regulación de temperatura mediante sonda

COLECTOR DE VÁLVULAS AUTOMÁTICAS

El colector de válvulas automáticas sirve para dar servicio a todos los puntos de consumo y retorno a tanque.

CONSUMO DE SERVICIOS AUXILIARES

	Potencia (KW)	Agua (m3/ h)	Aire comprimido(l/ min)	Vapor de agua(kg/ h)	Agua de refrigeración(kg/ h)	Agua glicolada(kg / h)	Disolución CIP(l / h)
Manipulación de la fruta	14,72	3,00					
Extracción del zumo	26,29	3,90					
Sistema de recogida y lavado	13,97		80				
Pasterizador	40,00		50	450	15000	20000	
Recuperación del aceite esencial	29,80						
Recuperación de pulpa	6,62						
Recogida de desperdicios	8,09						
Desaceitador	5,00		50	300	50000		
Llenadora aséptica	6,00		200	60	50		
Pasterizador de pulpa de naranja	5,00		50	150	2000		
Llenadora aséptica para pulpas	2,00		200	60	50		
Sistema de congelación de zumo	80,00					60000	
Enfriador expedición cisternas	14,71					64000	
Crusher	10,00			1000			
CIP	5,00			800			20000
Total	267,20	6,90	630	2820	67100	144000	20000

8. Servicios auxiliares

8.1. Consumo de agua

La instalación de agua comprende tres tipos:

- Instalación de agua potable
- Instalación de agua de refrigeración
- Instalación de agua glicolada a -3°C , para su conexión con la instalación frigorífica

Instalación de agua potable

El agua potable se tomará de la red existente, situada junto a la nave. Esta red de agua alimentará a los diversos consumidores de la planta.

Estos consumidores serán los siguientes:

- Canal con parrilla: habrá que realizar un aporte inicial de 25 m^3 para llenar el foso. Cada cierto tiempo habrá que renovar el agua.
- Lavadora de cepillos (de frutas): $3\text{ m}^3/\text{h}$
- Extractores de zumo: $3,9\text{ m}^3/\text{h}$

A partir de aquí no hay ningún equipo que tenga un consumo continuo de agua. En la mayoría de los casos dicha agua se empleará en la limpieza de los equipos.

- Entrada de agua a depósito pulmón (recogida y lavado de zumo): $5\text{ m}^3/\text{h}$. Una vez al día, al acabar la jornada de trabajo, durante el período de limpieza.
- Entrada de agua al sistema de lavado de zumo: $10\text{ m}^3/\text{h}$. IDEM anterior.
- Entrada de agua a depósito pulmón (pasterizador): $15\text{ m}^3/\text{h}$. IDEM anterior.
- Entrada de agua a desaireador (pasterizador): $15\text{ m}^3/\text{h}$. IDEM anterior.
- Anillo bomba de vacío (pasterizador): $0,5\text{ m}^3/\text{h}$. Esta cantidad sólo habrá que reponerla en el caso de que la bomba tuviera fugas.
- Llenado del circuito de agua caliente (pasterizador/ desaceitador): $4\text{ m}^3/\text{h}$. El consumo se producirá exclusivamente en la etapa inicial, ya que el circuito del agua empleada para el calentamiento inicial del zumo es cerrado.
- Entrada de agua a depósito de recuperación de pulpa: $10\text{ m}^3/\text{h}$. Empleado en el período de limpieza.
- Entrada de agua al depósito de pasterización de pulpa: $5\text{ m}^3/\text{h}$. IDEM anterior.
- Entrada de agua al sistema de precongelación de zumo de naranja: $16\text{ m}^3/\text{h}$. IDEM anterior.
- Alimentación depósito CIP zona cisternas: $4\text{ m}^3/\text{h}$. Exclusivamente cuando se vacíen los depósitos.
- Barrido de tuberías zona cisternas: $20\text{ m}^3/\text{h}$. Limpieza cada cierto tiempo.
- Llenado del circuito de agua caliente del crusher: $4\text{ m}^3/\text{h}$.
- Alimentación depósito CIP para limpieza general automática: $10\text{ m}^3/\text{h}$.
- Agua aclarado del sistema CIP general: $25\text{ m}^3/\text{h}$.

Los dos últimos casos se emplean en la fase de limpieza, es decir, al acabar la jornada laboral.

Instalación de agua de refrigeración

Se empleará agua a 25-28°C.

Los consumidores serán los siguientes:

Zona pasterizador/ desaceitador:

- Enfriamiento del condensador de aromas: 50 m³/h. El condensador se emplea en dos aplicaciones: desaireación y desaceitado. El consumo elevado se debe al cambio de fase que sufre el agua.
- Enfriamiento inicial después de la pasterización: 15 m³/h

Llenadora:

- Central hidráulica: 50 lts /h

Sistema de congelación de zumo:

- Central hidráulica: 300 lts/ h

Pasterizador de pulpa de naranja: 2 m³/h

Llenadora para pulpas: 50 l/h

Se requerirá una instalación con las siguientes especificaciones:

Temperatura de entrada de agua: 35°C

Temperatura de salida de agua: 25-28°C

Caudal de agua inicial a tratar: 67000 l/h

Temperatura de bulbo húmedo: 24°C

Temperatura de condensación: 42°C

La temperatura de bulbo húmedo a la entrada se fija de manera cautelosa, 3-4°C por debajo de la temperatura de salida del agua.

Temperatura condensación: 15-20°C por encima de la temp.bulbo húmedo.

Diseño del condensador evaporativo:

Hallar la capacidad total de disipación de calor necesaria en el condensador.

- Calor a disipar $Q(\text{Kcal./h}) = \text{caudal}(\text{l/h}) * \text{salto térmico} (\text{° C})$

En nuestro caso: $Q = 67000 * 7 = 469000 \text{ kcal/h} = 545 \text{ kw}$

- Determinar las condiciones de diseño del sistema:

Temperatura de condensación

Temperatura del termómetro húmedo

Ya están calculados.

Hallar el factor de corrección de la potencia standard

(Ver anexos: Documentación catálogos. Condensador evaporativo. **TABLA1**)

Empleamos como refrigerante el R-717 (amoníaco). Introduciendo los dos valores de temperaturas se obtiene un factor de corrección de **0,72**.

Se obtiene también la presión a la que trabaja el condensador: **1558 kPa**.

Multiplicar el factor de corrección obtenido por la cantidad hallada en el punto 1, determinando así la cantidad total de disipación corregida.

$Q \text{ corregida} = 545 * 0,72 = 392 \text{ kw}$

Determinar el condensador evaporativo adecuado entrando en la **TABLA 2**. El condensador a seleccionar es aquel cuya capacidad standard sea igual o mayor que la capacidad de disipación corregida.

Elegimos el EWK-E 324/4, de disipación standard 423 kw.

Características:

Caudal de aire: 10 m³/s

Potencia del motor del ventilador: 3 kw

Caudal de agua: 9 l/s

Potencia del motor de la bomba: 1,1 kw

Peso en servicio: 3030 kg.

Con estas características no tendríamos un caudal de agua suficiente para abastecer las necesidades de la planta.

Buscamos un condensador que cumpla dicho requisito:

EWK-E 441/6: disipación standard 826 Kw

Características:

- Caudal de aire: 20 m³/s

- Potencia del motor del ventilador: 7,5 kw

- Caudal de agua: 18 l/s

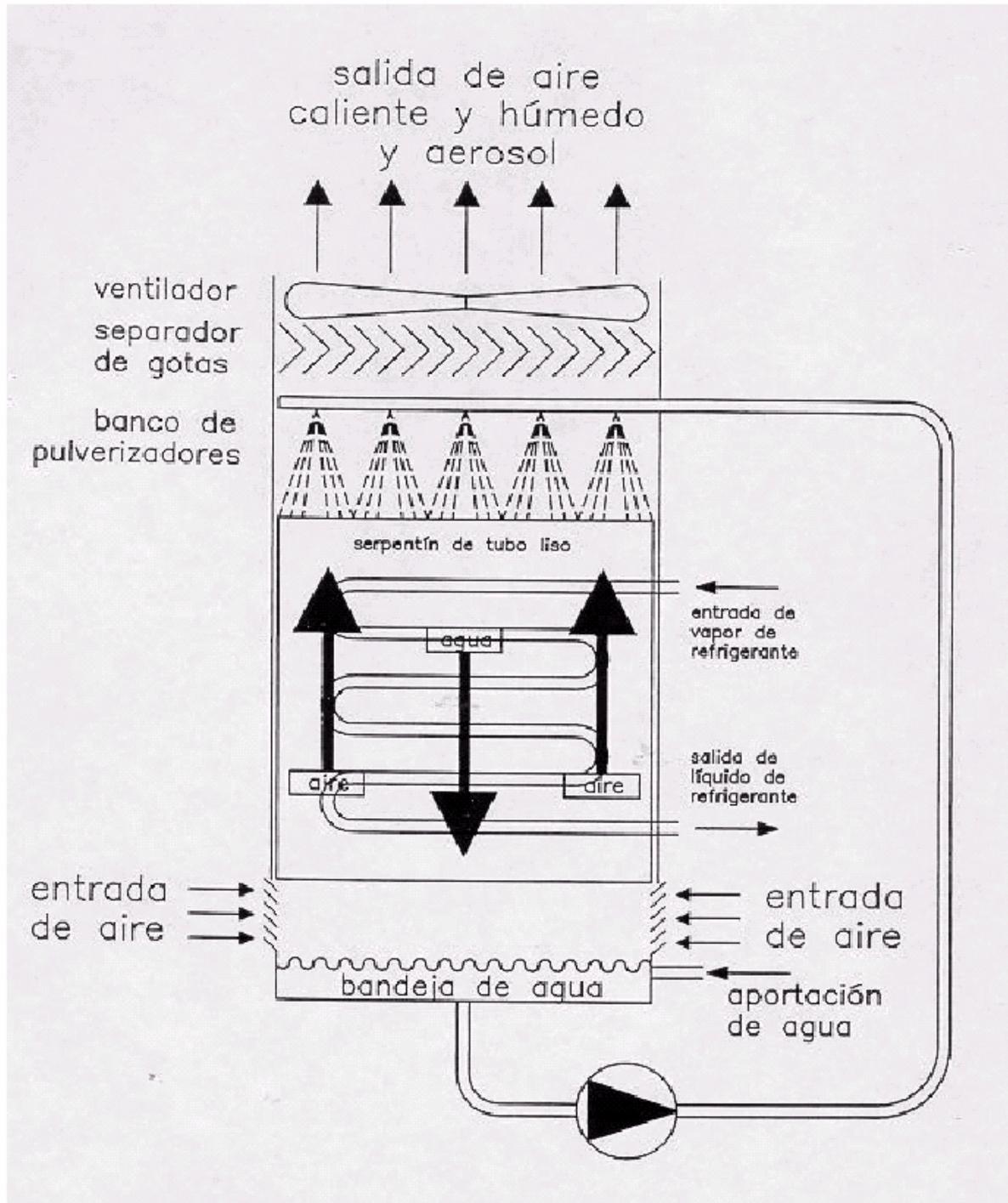
- Potencia del motor de la bomba: 2,2 kw

- Peso en servicio: 5010 kg.

Se pueden ver dichas características de forma más detallada en las **TABLAS 3,4 Y 5**.

Principio de funcionamiento

Figura 4. Esquema de un condensador evaporativo



Alberto Viti Corsi . ATECYR. Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración.

El gas refrigerante se hace circular a través de los tubos de la batería. Mientras tanto el agua del circuito secundario es pulverizada sobre los tubos. Al mismo tiempo el ventilador induce una corriente de aire que pasa a través de la batería y evapora una pequeña cantidad del agua. Esta evaporación se hace a costa del calor que se sustrae del gas de la batería, refrigerando y condensando el propio gas.

Habrà que reponer aproximadamente el 8% del agua de entrada debido a la evaporación que se produce en el condensador.

Instalación de agua glicolada

Será la instalación de tuberías que se conectará con el grupo de bombeo previsto en la instalación frigorífica, y que debería realizar el mismo instalador frigorista.

El agua glicolada empleada consiste en una disolución de propilenglicol en agua al 20 % en peso.

Características:

Comparación a 7°C porcentaje en peso	%	Agua	Agua glicolada	
		–	10	20
Temperatura de congelación	°C	0	-3,2	-7,8
Densidad	Kg/m ³	1	1,015	1,019
Calor específico	Kj/(kg·K)	4,197	3,966	3,811

Por tanto, el calor específico del agua glicolada empleada en estos procesos es de 3,811 Kj/kg·K / 4,186 Kj/Kcal. ≈ **0,9 Kcal./kg·K**

Consumidores:

- Enfriamiento final esterilizador (zona pasterizador/ desaceitador): 20 m³/h a -3°C
- Enfriamiento depósitos almacenamiento zumo: 3,5 * 4= 14 m³/h a -1°C
- Enfriador de expedición: 50 m³/h a -2°C

El sistema de precongelación de zumo ya dispone de su propio equipo frigorífico, por lo que no es necesario realizar una instalación para el agua glicolada.

El agua glicolada se suministrará a -7°C. Según el caso habrá que enfriar/calentar dicha agua para que el suministro se ajuste a las especificaciones.

8.2. Consumo de aire comprimido

La instalación de tuberías partirá del punto de suministro de aire. Para ello se empleará un compresor cuyas características se definirán una vez conocido el consumo global de aire comprimido de la planta.

El aire comprimido se consume fundamentalmente en automatismos, situados en los cuadros electro neumáticos, así como las tomas de aire.

Las tomas de aire consistirán en enchufes rápidos de 1/2 "φ.

Los cuadros electro-neumáticos serán los siguientes:

Nº1: recogida y lavado de zumo

Nº2: pasterizador/desaceitador

Nº3: llenadora de zumo

Nº4: enfriador de expedición de cisternas

Nº5: pasterizador de pulpas

Nº6: llenadora de pulpa

Nº7: homogeneización y cisternas

Nº8: limpieza general

También tienen un pequeño consumo los extractores.

La presión de servicio es de 7 bar.

Los recipientes a presión, además de la correspondiente válvula de seguridad, manómetro de presión, purga de condensados, etc. dispondrán de los correspondientes registros con las medidas reglamentarias.

El consumo total de aire comprimido es de **630 l/min.**

Especificaciones compresor

Caudal mínimo de aire suministrado: 700 l/ min

Presión mínima de suministro: 7 bar

El cuarto de compresor se dotará de adecuada ventilación mediante rejillas al exterior, ya que si el compresor aspira aire lo más frío posible su rendimiento mejora.

El compresor elegido cumplirá con las siguientes especificaciones:

Especificaciones

- Compresor de tornillo
- Puesta en marcha: abierta; arranque triángulo-estrella
- Presión máxima: 7 bar
- Aire efectivo producido: 800 l/min
- Potencia: 5,5 kw
- Nivel de ruido: 75 dB
- Dimensiones (Ver anexos: Documentación catálogos. Compresor. **FIGURA1**)
- Transmisión: el acoplamiento tornillo-motor está realizado mediante correa estriada poly-V.
- Secador: de ciclo frigorífico, conectado al compresor a través de by-pass. Los intercambiadores han sido dimensionados para soportar temperaturas y humedad elevadas del aire comprimido.
- Filtro desaceitador: garantiza un residuo máximo del aceite de 0,01 ppm
- Descarga de condensación capacitiva: elimina la pérdida de aire en la fase de descarga.
- Controlador electrónico
- Motor eléctrico: totalmente cerrado con ventilación forzada. Protección IP 55

El compresor elegido se puede ver en las **FIGURAS 2 Y 3**. En la **FIGURA1** tiene el código **02300800**.

8.3. Consumo de vapor de agua

Consumo de vapor

Pasterizador-desaceitador

- Alimentación al esterilizador: 450 kg/h (4/5 bar)
- Alimentación al desaceitador: 300 kg/h (4/5 bar)

Llenadora aséptica

- Alimentación: 60 kg/h (2 bar)

Instalación de limpieza automática

- Calentador de disolución CIP: 800 kg/h

Pasterizador de pulpa de naranja:

- Alimentación: 150 kg/h

Llenadora aséptica para pulpas

- Alimentación: 60 kg/h (2 bar)

Crusher

- Alimentación al congelador: 1000 kg/h

Instalación de vapor de agua

El vapor se tomará de la caldera que se diseñará en función del consumo total de la planta. Haciendo cálculos, el consumo total de vapor de agua sería: **2820 kg/h**

Caudal mínimo de vapor de agua suministrado: 3500 kg/h

Presión de suministro: 7 bar

Mediante catálogo elegimos una que cumpla los requisitos pedidos.

Características de la caldera

- Producción de vapor: 4000 kg/h (con 20°C de temperatura del agua de alimentación)
- Potencia térmica útil: 2600 kW
- Medidas totales (en mm): 5000 longitud x 2500 ancho x 2900 altura
- Presión de servicio: 7 bar
- Peso total (en Kg.): 10000
- Capacidad de agua de caldera hasta nivel de agua mínimo: 9700 litros
- Emplea gas/gasóleo

Tipo caldera: Ver anexos: Documentación catálogos. Caldera. **FIGURAS 1 Y 2.**

Otros aspectos de interés

La tubería de suministro recorrerá la pared exterior de la nave, entrando en ésta por la sala de máquinas, donde se instalará un separador de condensados. Deberá ir calorifugada.

Las máquinas que precisan vapor lo requieren a 4-5 bar. Dado que la presión del vapor en la instalación es de 7 bar se instalarán válvulas reductoras de presión para la alimentación a las mismas, que serán las siguientes:

- Alimentación del esterilizador y desaceitador, en la zona del pasteurizador-desaceitador.
- Pasteurizador de pulpas
- Llenadoras, de zumo y de pulpas.
- Crusher
- Calentador de disolución del CIP, de la limpieza automática.

Todas las válvulas reductoras de presión se instalarán mediante un by-pass de forma que por un lado se alimentará a la citada válvula reguladora, colocando previamente una válvula de interrupción de fuelle, un filtro y un manómetro, y posteriormente otra válvula de interrupción, una válvula de seguridad y un manómetro; por el otro lado se alimenta mediante la instalación de una válvula de interrupción.

Para eliminar el aire y el condensado que pueda haber en las tuberías, sobre todo en las puestas en marcha de la instalación, se ha previsto instalar purgadores. Se situarán en los puntos finales de las líneas de distribución y en los separadores de condensados, con un by-pass para favorecer la eliminación de condensados y una válvula de retención que favorece el trabajo de los purgadores.

Para evitar la acumulación de condensado en las tuberías de vapor, y los consiguientes problemas por golpes de ariete se ha previsto que éstas tengan una pendiente del 0,5 % en el sentido de circulación del vapor hacia los puntos de drenaje. Por el mismo motivo las derivaciones desde la tubería general se tomarán por la parte superior de esta.

Para absorber las dilataciones de las tuberías se ha previsto instalar unos puntos fijos que absorberán las dilataciones mediante liras de dilatación o cambios de dirección.

Instalación de recuperación de condensados

Se ha previsto recuperar el condensado de todos aquellos puntos que lo producen, mediante purgadores automáticos. Todos los purgadores previstos en la instalación serán del tipo boya cerrada con filtro delante de él.

Para facilitar la purga de la instalación en las puestas en marcha, se ha previsto un by-pass en los purgadores.

Las tuberías de retorno de condensado llevarán una pendiente del 0,5% hacia el depósito de condensados (o de alimentación a caldera), es decir irán con pendiente contraria al vapor.

Para absorber las dilataciones se emplea el mismo procedimiento que para el vapor.

8.4. Instalación frigorífica

- Se instalarán 3 cámaras frigoríficas para mantenimiento del zumo congelado procedente del congelador de bloques, con posibilidad de ser utilizadas para el mantenimiento de zumo refrigerado.

Por otra parte, se instalarán los dispositivos necesarios para atender los siguientes servicios:

- Enfriamiento en línea del zumo pasteurizado.
- Mantenimiento del zumo enfriado, en 4 depósitos refrigerados de 25000 l de capacidad
- Enfriamiento del zumo previo a la expedición en camiones cisternas (12000 l/h) para garantizar el transporte.

Para estos servicios se utilizará agua glicolada previamente enfriada.

Por tanto, se instalarán dos centrales frigoríficas:

- Central frigorífica para atender los servicios de congelación y almacenamiento del zumo
- Central frigorífica para el enfriamiento y mantenimiento de agua glicolada.

Ambas centrales utilizarán R-404-A como refrigerante, que está clasificado en el grupo primero (Refrigerantes de Alta Seguridad) según el Reglamento de Seguridad de Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

El agua glicolada es un fluido caloportador. El refrigerante enfría mediante su evaporación a otro fluido. Éste otro fluido es enviado a los puntos de uso, donde intercambia de nuevo calor con el medio que finalmente desea enfriar. En este intercambio final el fluido intermedio se calienta, enfriándose finalmente el fluido que se desea enfriar. El fluido intermedio se denomina caloportador.

Central frigorífica para el congelado y mantenimiento de zumo

El zumo congelado llega a la cámara de congelación a -3°C . A la salida de la misma el zumo está totalmente congelado a la temperatura de -18°C . A continuación se introduce en cámaras de mantenimiento, donde se alcanza una temperatura de -20°C .

Datos para el cálculo:

A. Datos térmicos del zumo de naranja

Calor específico por debajo de $0^{\circ}\text{C} \approx 0,47 \text{ kcal/ kg}^{\circ}\text{C}$

Calor de cambio de estado $\approx 70,4 \text{ kcal/ kg}$

Calor específico por encima de $0^{\circ}\text{C} \approx 0,97 \text{ kcal/ kg}^{\circ}\text{C}$

- Cámara de congelación:

Superficie: 1000 m^2

Volumen: 7000 m^3

- Cámaras para el mantenimiento del zumo congelado:

Superficie: 750 m^2

Volumen: 5250 m^3

Superficie de paneles y suelo: 2000 m^2 (no se consideran las paredes intermedias al coincidir con cámaras de idéntica temperatura)

La carga frigorífica estará compuesta por: carga por personal, por transmisión, por alumbrado, por motores y por la entrada del género.

B. Datos para cálculo de la carga frigorífica

- Personal: 250 kcal/h
- Pérdidas por transmisión: 8 kcal/h.m^2
- Carga térmica por alumbrado: 8 wátios/m^2
- Carga por renovación de aire: 20 kcal/m^3
- Carga térmica por entrada de producto:

$$Q = P * Ce * \Delta T$$

Q = Kcal

P = peso del producto

Ce= calor específico

ΔT = diferencia de temperatura inicial y final

Hay que tener en cuenta que el producto (zumo de naranja) se precongela en un cambiador de pared rascada, y que los datos de entrada del producto a la cámara de congelación son:

- 50 % de formación de hielo
- Temperatura de entrada al túnel -3°C

Cálculo de la carga frigorífica

CÁMARA DE CONGELACIÓN

- Superficie: 1000 m²
 - Volumen: 7000 m³
 - Superficie de paneles y suelo: 3000 m²
 - Entrada diaria zumo: 67840 kg
 - Temp.entrada : -3°C
 - Temp.salida: -18°C
 - Carga por personal
1 persona 3 horas/día; $1 \cdot 250 \cdot 3 = 750$ kcal/24 horas
 - Pérdidas por transmisión
 $3000 \cdot 8 \cdot 24 = 576000$ kcal /24 horas
 - Pérdidas por alumbrado (3 horas/día)
 $8 \cdot 500 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 860 = 10320$ kcal/24 horas
 - Pérdidas por motores
5 evaporadores de 6000 w de consumo (funcionando 16 h/día) ; $5 \cdot 6 \cdot 860 \cdot 16 = 412800$ kcal/24 horas
 - Entrada de género
Carga de congelación
 $67840 \text{ kg} \cdot 70,40 \text{ kcal/kg} \cdot 0,5 = 2387968$ kcal (0,5 corresponde al 50% hielo)
 - Carga de refrigeración
 $67840 \cdot 0,47 \text{ kcal/kg} \cdot (18-3) \text{ } ^\circ\text{C} = 478272$ kcal
- De acuerdo con lo anterior la carga frigorífica sería:

$$\text{Carga frigorífica} = 750 + 576000 + 10320 + 412800 + 2387968 + 478272 = 3866110 \text{ kcal/24 h}$$

Funcionando durante un período de 16 horas y considerando un factor de seguridad del 5%, la potencia necesaria será equivalente aproximadamente a:

$$\text{Pot. frigorífica} = (3866110 \cdot 1,05) / (16 \cdot 860) = 295 \text{ kw}$$

CÁMARAS DE MANTENIMIENTO CONGELADO

- Superficie: 750 m²
- Volumen: 5250 m³
- Superficie de paneles y suelo: 2000 m²
- Temp.entrada: -18°C
- Temp.mantenimiento: -20°C
- Calor específico: 0,47 kcal/kg°C
- Carga por personal
 $1 \cdot 250 \cdot 3 = 750$ kcal
- Pérdidas por transmisión

$$2000 \cdot 8 \cdot 24 = \mathbf{384000} \text{ kcal}$$

- Pérdidas por alumbrado

$$8 \cdot 750 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 860 = \mathbf{15480} \text{ kcal}$$

- Cargas por renovación (2 por día)

$$20 \cdot 2 \cdot 5250 = \mathbf{210000} \text{ kcal}$$

- Pérdidas por motores

$$2 \text{ evaporadores de } 5000 \text{ w cada uno de ellos; } 2 \cdot 5 \cdot 860 \cdot 16 = \mathbf{137600} \text{ kcal}$$

- Entrada de género

$$\text{Carga mantenimiento: } 67840 \cdot 0,5 \cdot 0,47 \cdot 2^\circ\text{C} = \mathbf{31885} \text{ kcal}$$

$$\mathbf{\text{Carga frigorífica} = 750 + 384000 + 15480 + 210000 + 137600 + 31885 = 779715 \text{ kcal} / 24 \text{ h}}$$

$$\mathbf{\text{Pot.frigorífica} = (779715 \cdot 1,05) / (16 \cdot 860) = 60 \text{ kw}}$$

Central para atender las necesidades frigoríficas para la congelación y mantenimiento del zumo congelado:

$$\mathbf{\text{Pot.mínima} = 295 + 60 + 60 = 415 \text{ kw}}$$

Descripción del equipo frigorífico: central frigorífica cámara de congelación y cámaras de mantenimiento

Cámara de congelación

Estará compuesta de los siguientes elementos básicos:

- 3 compresores frigoríficos de las siguientes características:

Tipo: abierto de tornillo

Refrigerante: R-404-A

Potencia motor unitaria: 95CV

Potencia frigorífica: 100 kw/ud

- 5 evaporadores con las siguientes características unitarias:

Ventiladores: 5* 700 mm

Caudal: 48000 m³/h

Superficie: 375 m²

Separación de aleta: 10 mm

Desescarche: Gases calientes

Dimensiones (largo x alto): 4700 mm* 1500 mm

Cámaras de mantenimiento (cámaras nº 2 y nº 3)

- 2 compresores frigoríficos de las siguientes características:

Tipo: abierto de tornillo

Refrigerante: R-404-A

Potencia motor unitaria: 65 CV

Potencia frigorífica: 60 kw/unidad

- 4 evaporadores, 2 por cada cámara, con las siguientes características unitarias:

Ventiladores: 4* 600 mm

Caudal: 40000 m³/h

Superficie: 450 m²

Separación de aleta: 7 mm

Desescarche: gases calientes

Dimensiones (largo x alto):4700 mm* 1400 mm

- Condensador evaporativo:

Se empleará un condensador evaporativo para las centrales descritas (congelación y mantenimiento) con las siguientes características básicas:

Tipo: evaporativo

Ubicación: intemperie

Capacidad de disipación: 1300000 kcal/h

Dimensiones: 4700 mm*2800 mm*4500 mm

Peso: funcionando 13500 kg

Vacío: 9000 kg

Bomba: Potencia: 5,5 CV

Caudal: 150 m³/h

Ventiladores: Número: 8 unidades

Tipo: Axial

Potencia unitaria: 3 CV

Caudal: 180000 m³/h

Central para el enfriamiento de agua glicolada

Se producirá agua glicolada a la temperatura de -7°C . El control de la temperatura de cada elemento se hará actuando sobre el caudal circulado, termostáticamente por ejemplo.

La producción de agua fría se realizará gracias a un equipo de enfriamiento de agua dotado de tres compresores y de un enfriador que es finalmente donde se produce el agua fría.

Enfriamiento pasterizador

- Enfriamiento final del esterilizador:

Caudal agua glicolada: $20000 \text{ m}^3/\text{h}$

Temperatura del agua glicolada: -3°C

Características a cumplir por el intercambiador:

DATOS	PRODUCTO	SERVICIO
Nombre del fluido	Zumo de naranja	Agua glicolada (propilenglicol al 20%)
Temperatura entrada($^{\circ}\text{C}$)	28(representa un valor medio)	-3
Temperatura salida($^{\circ}\text{C}$)	0	5
Flujo másico(Q)(kg/h)	5300	20000
Densidad (kg/ m^3)	1034.3	1019.5

Consumo: $(Q \cdot C_e \cdot \Delta T)_{\text{zumo}} = (Q \cdot C_e \cdot \Delta T)_{\text{agua glicol}}$

Si lo calculamos para el agua glicolada:

$$(Q \cdot C_e \cdot \Delta T)_{\text{agua glicol}} = 20000 \cdot 0,9 \cdot (5 + 3) = \mathbf{144000 \text{ frigorías/h}}$$

Carga frigorífica: 144000 frigorías/h

Camisa de enfriamiento de los depósitos

Caudal: se destinaba a llenado en cisternas el 15% de la producción. Por tanto tendríamos un caudal de $12720 \text{ kg/día} = \mathbf{795 \text{ kg/h}}$. Con ese caudal se tardarían en llenar los 4 depósitos alrededor de 8 días.

Los depósitos están calculados para perder como máximo, en las peores condiciones, 1°C por jornada laboral, lo que supondría $25000 \text{ l} \cdot 1^{\circ}\text{C} = 25000 \text{ frigorías} \cdot 4 \text{ depósitos} / 16 \text{ horas} = \mathbf{6250 \text{ frigorías/h}}$

Carga frigorífica: 6250 frigorías/h

Enfriador de expedición

- Caudal de agua glicolada: 50000 kg/h

El enfriador de expedición puede tratar hasta 25000 l/h de zumo procedente de los depósitos. El zumo entra en los depósitos a 0°C (procedente del pasterizador), y sale de los mismos a 4°C .

$$25000 \cdot 4 = 100000 \text{ frigorías/h}$$

Carga frigorífica: 100000 frigorías/h

De acuerdo con lo anterior, se instala una central frigorífica con una potencia mínima equivalente aproximadamente a:

$$\text{Carga frigorífica total} = 144000 + 6250 + 100000 = 250250 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Factor simultaneidad} \approx 0,75 \rightarrow 187687 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Potencia mínima} = 218 \text{ kw}$$

Equipos necesarios para la central de enfriamiento de agua glicolada

- 3 Compresores de las siguientes características básicas:

Tipo: semihermético alternativo

Potencia motor unitaria: 50 CV

Potencia motor total: 150 CV

Refrigerante: R-404-A

Potencia frigorífica: 80 kW/unidad

- 1 Enfriador de las características siguientes:

Tipo: Evaporador multitubular

Expansión: termostática

Diámetro: 450 mm

Largo: 3000 mm

Superficie: 70 mm

Potencia nominal: 500 kW

- Condensador:

En lugar de utilizar un segundo condensador en el circuito de enfriamiento de agua glicolada, se utilizará el mismo condensador del circuito de cámaras. Por tanto este condensador dispondrá de dos circuitos independientes.

Sala de máquinas

Se colocarán todos los compresores y equipos en una sala de máquinas, a excepción del condensador evaporativo que se instalará en el exterior.

Dispondrá de ventilación natural según obliga la normativa vigente.

8.5. Instalación eléctrica en baja tensión

Clasificación y características de los locales

Los diferentes locales de esta industria se han clasificado de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, ITC-BT-30.

ITC: Instrucciones Técnicas Complementarias

a) Zona de producción

En estos locales el suelo siempre estará mojado debido al continuo baldeo por limpieza, pero no habrá humedad en paredes y techo. No obstante se considerarán como locales mojados.

Según el Reglamento, locales o emplazamientos mojados son aquellos en que los suelos, techos y paredes están o pueden estar impregnados de humedad y donde se ven aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos períodos.

En este tipo de locales se cumplirán las siguientes condiciones:

Canalizaciones

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.

Los conductores tendrán una tensión asignada de 450/750 V y discurrirán por el interior de los tubos, empotrados o en superficie.

Aparamenta

Las tomas de corriente e interruptores irán protegidas en cajas, las cuales al igual que las cajas de conexión presentarán una protección superior a la caída vertical de gotas de agua, que establece el Reglamento Electrotécnico.

Receptores de alumbrado: estarán puestos a tierra y además estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IPX4.

b) Cámaras frigoríficas

Serán locales a muy baja temperatura, ya que las temperaturas ambientales serán inferiores a -20°C , por lo que se instalarán equipos y aparatos eléctricos con los elementos de protección adecuados para soportar estas condiciones. Prácticamente el único equipo eléctrico que se instalará, además de los propios de la instalación eléctrica (como los evaporadores, sistema de desescarche, etc.) serán las luminarias que cumplirán la citada condición, es decir, serán especiales para temperaturas de -25°C .

Los interruptores de encendido de dichas cámaras se situarán en el exterior de las mismas.

c) Resto de locales

No se encuentran clasificados por el actual reglamento, no obstante, la instalación cumplirá las siguientes condiciones:

Canalizaciones: Conductores rígidos aislados de 450 ó 750 V. de tensión nominal, empotrados o en superficie.

Aparatura: Irá protegida en cajas o armarios, preferentemente metálicos, puestos a tierra, con el grado de protección requerido según el emplazamiento. En general serán estancos.

Aparatos de medida, instrumentos y relés

Los aparatos de medida se situarán en el cuadro general, y consistirán en: voltímetros y amperímetros.

Los relés irán en los cuadros de las máquinas que los precisan. Los relés magneto térmicos irán incorporados en los interruptores automáticos de cada cuadro.

Sistemas de protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se realizará utilizando interruptores diferenciales.

Se elige 30 mA. de sensibilidad, tanto para las instalaciones de alumbrado como para las de fuerza motriz.

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

La protección contra sobrecargas cumplirá que el límite de la intensidad admisible en un conductor quedará garantizado por el dispositivo de protección utilizado. Estos dispositivos serán relés térmicos de corte omnipolar, que se instalarán tanto en el cuadro general como en los secundarios.

La protección contra cortocircuitos se asegurará con dispositivos adecuados que garanticen que el poder de corte de estos esté de acuerdo con la intensidad de cortocircuito. Se utilizarán interruptores automáticos de corte automático, con sistema de corte electromagnético, tanto en el cuadro general como en los secundarios.

Tensión nominal y caída de tensión máxima admisible

La tensión nominal de la instalación será:

380 V (entre fases)

220 V (entre fase y neutro)

La caída de tensión máxima admisible será:

Alumbrado: 3% de la tensión nominal

Demás usos: 5% de la tensión nominal

Potencia total instalada

Habrá que separarla en dos grupos:

A.- Fuerza motriz usos industriales

B.- Alumbrado

A.- Receptores de fuerza motriz

DENOMINACIÓN	POTENCIA (KW)	UDS.	TOTAL POTENCIA (KW)
Manipulación naranja	14,72	1	14,72
Extracción y tamizado	4,23	1	4,23
Extractores de zumo	5,50	4	22
Sistema recogida y lavado zumo	13,97	1	13,97
Pasterizador	40	1	40
Recuperación aceite esencial	29,80	1	29,80
Recuperación pulpa	6,62	1	6,62
Recogida desperdicios	8,09	1	8,09
Desaceitador	5	1	5
Llenadora aséptica	6	1	6
Pasterizador pulpa naranja	5	1	5
Llenadora aséptica para pulpas	2	1	2
Sistema congelación zumo	20	4	80
Enfriador expedición cisternas	14,71	1	14,71
Crusher	10	1	10
CIP	5	1	5
Cond. Evaporativo refrigeración	10	1	10
Compresor	5,5	1	5,5
Instalación frigorífica	$(415+218)*0,8= 506$	1	506
POTENCIA TOTAL FUERZA MOTRIZ			794,64

A la instalación frigorífica se le aplica un coeficiente de simultaneidad de 0,8.

El coeficiente de simultaneidad considerado para la fuerza motriz es 0,7.

Potencia simultánea fuerza motriz... $794,64 * 0,7 = 556,24 \text{ Kw}$

B.- Alumbrado

1. Niveles luminosos exigidos según dependencias y tipos de lámparas

DEPENDENCIA	NIVEL LUMINOSO	TIPO DE LÁMPARA
Zona de producción	300 lux	Halogenuros metálicos de 250 w
Cámaras	150 lux	Fluorescente 1x 58 W
Muelles	100 lux	Fluorescente 2x 58 W

Con esos niveles luminosos podremos iluminar adecuadamente las instalaciones.

Para especificar aún más:

- En la zona de producción: Luminarias estancas (disponen de la protección necesaria contra la penetración de la lluvia) de halogenuros metálicos 250 W.

Pertencen al grupo de lámparas de descarga. La adición de yoduros metálicos (sodio, talio, indio) consigue una mejora de la reproducción del color respecto a otros tipos. Gracias a sus excelentes prestaciones cromáticas se emplean mucho en interiores de industrias, p.ej.

- En las cámaras: Luminarias estancas fluorescentes para temperaturas de -25°C , de 2x 58 w

- En muelles: Luminarias estancas fluorescentes de 2x58 w

- En el exterior: Luminarias sobre brazo con lámpara VSAP de 150 w. También son lámparas de descarga y proporcionan una luz dorada blanca muy agradable.

Aparte habrá que colocar en sitios muy localizados algunas lámparas incandescentes.

2. Cálculo del número de luminarias

Para realizar una iluminación correcta, es necesario proyectarla convenientemente, para lo cual hay que tener en cuenta una serie de datos, tales como:

- Dimensiones del local (ver tabla)
- Factor de reflexión de techos, paredes y plano de trabajo de acuerdo al tono de color de los mismos:
 - Techos: $r_w=0,5$, superficie de color claro.
 - Paredes: $r_p= 0,5$
 - Suelo: $r_f= 0,1$ superficie de color oscuro
- Tipo de lámpara y nivel medio de iluminación (E) en lux, de acuerdo a la clase de trabajo que se ha de realizar.
- Tipo de luminaria:
 - Zona de producción: luminarias estancas (disponen de la protección necesaria contra la penetración de la lluvia), IP-65, para lámpara de halogenuros metálicos de 250 W.
 - Cámaras: luminarias estancas, IP-65, para temperaturas de -25°C , de 2x 58 W.
 - Muelles: luminarias estancas fluorescentes de 2x58 w.
- Los rendimientos de las luminarias se obtienen de los catálogos (ver tabla).
- Factor de conservación que se prevé para la instalación, dependiendo de las limpiezas periódicas, reposición de lámparas, etc. El factor de conservación es **0,8** (locales limpios)
- Índice del local (K), en función de las dimensiones del mismo (A= largo, B= ancho y C= altura útil sobre el plano de trabajo), cuya fórmula es:

$$K = \frac{A \times B}{C(A + B)}$$

Cálculos en tabla adjunta

- Factor de suspensión: $J=0$.
- Coeficiente de utilización (u): ver anexos: Documentación catálogos. Cálculo de luminarias. **FIGURA1**. Dicho coeficiente se obtiene una vez determinado el índice del local, los factores de reflexión de techo, paredes y plano de trabajo.

Resultados en tabla adjunta.

- Número de luminarias:

$$N = \frac{S \times E}{\Phi \times \eta \times u \times fm}$$

N= número de luminarias

S= superficie a iluminar

E= iluminación media en servicio

Φ = flujo luminoso

TIPO LUMINARIAS	FLUJO LUMINARIA
De 2x58w. (fluorescente)	10400 lúmenes
De 250w.(halogenuros metálicos)	20000 lúmenes

η = rendimiento de la luminaria

u= coeficiente de utilización de la instalación

fm= factor de mantenimiento

Ver resultados en tabla.

Alumbrado exterior

Aparte habrá que realizar el cálculo del alumbrado exterior.

Empleamos igualmente el método de los lúmenes:

$\Phi = (E_m * A * D) / (\eta * f_c)$, donde:

Φ = flujo luminoso necesario

E_m = Iluminación media en servicio

A = anchura de calzada

D = distancia entre luminarias

η = factor de utilización

f_c = factor de conservación. Se considera como valor mínimo **0,70**.

- Nivel medio de iluminación en calles en zona industrial: 30 lux
- Flujo: de las tablas que relacionan potencia y flujo (ver anexos: Documentación catálogos. Cálculo de luminarias. **FIGURA2**) se obtiene para lámparas de VSAP de 150 W. un flujo de **15500 lúmenes**.
- Altura de montaje: según tabla de **FIGURA2**, para ese flujo, la luminaria debe estar a **8 m** aproximadamente.
- Disposición de las luminarias: de acuerdo con la tabla, para una altura $H = 8$ m, y una anchura de calzada $A = 6$ m, la disposición será unilateral.
- El factor de utilización obtenido de la curva correspondiente es de: $\eta = 0,29$.
- De la fórmula inicial se puede obtener D

$$D = (\Phi * \eta * f_c) / (E_m * A) = (15500 * 0,29 * 0,7) / (30 * 6) = 17,48 \approx \mathbf{17\ m.}$$

Número luminarias

Fachada frontal y trasera: longitud total = 150m. $N_{L1} = L1 / D + 1$

Laterales: longitud total = 120 m. $N_{L2} = L2 / D + 1$

$$\mathbf{NL1 + L2 = ((L1 + L2) / (D)) + 2 = (270 / 17) + 2 = 17,88 \approx \mathbf{18\ lámparas}}$$

Resumiendo:

	Nº LUMINARIAS Y TIPO	POTENCIA (W)
ZONA DE PRODUCCIÓN Y SALA DE MÁQUINAS	48 de 250 W (halogenuros) 3 de 8 W (emergencia)	12024
CÁMARAS FRIGORÍFICAS	56 de 2x58 W (fluorescentes) 6 de 60 W (incandescentes) 5 de 8 W (emergencia)	6896
MUELLE	6 de 2x58 W (fluorescentes)	696
ALUMBRADO EXTERIOR	18 de 150 W (VSAP)	2700
POTENCIA TOTAL ALUMBRADO		22316

El coeficiente de simultaneidad considerado para el alumbrado es 1.

Potencia simultánea alumbrado: $22316 \times 1 = 22316\ w = \mathbf{22,316\ KW}$

Potencia eléctrica instalada y simultánea

La potencia eléctrica instalada es la siguiente:

Fuerza motriz usos industriales	794,64 Kw
Alumbrado	22,316 Kw
Potencia total instalada	816,96 Kw

Y la potencia simultánea es:

	POTENCIA INSTALADA	COEFICIENTE UTILIZACIÓN	POTENCIA (kW)
Fuerza Motriz	794,64	0,7	556,24
Alumbrado	22,316	1	22,316
POTENCIA TOTAL SIMULTÁNEA			578,56

Se ha considerado un coeficiente de utilización de las máquinas de la industria de 0,7 puesto que las máquinas que existen en este tipo de industrias son de media simultaneidad.

En alumbrado se ha considerado que todo funciona al mismo tiempo, lo que puede suceder únicamente en el caso más desfavorable. Hay que hacer constar que solo se ha tenido en cuenta la potencia de las lámparas, y no la de los equipos asociados.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIAS

	tipo luminaria	S(m ²)	E(lux)	K	Φ (lúmenes)	η(Rdto luminaria)	fm (fact.Mant)	u (coef.utiliz)	N (teórico)	N´ (real)
Sala máquinas y zona almac. dep. zumo	Halogenuros metálicos 250 w	500(25x20)	300	1,59	20000	0,84	0,8	0,94	11,87	12
Extractores	Halogenuros metálicos 250 w	100(20x5)	300	0,80	20000	0,84	0,8	0,80	2,79	3
Resto Zona producción	Halogenuros metálicos 250 w	1350(45x30)	300	2,57	20000	0,84	0,8	0,98	30,74	30
Cámara 1	Estanca -25°C (2x58 w)	1000(40x25)	150	2,20	10400	0,80	0,8	0,96	22,99	24
Cámaras 2-3	Estanca -25°C (2x58 w)	1500(60x25)	150	2,52	10400	0,80	0,8	0,98	35,58	36
Muelle	Estanca 2x58 w	375(75x5)	100	0,94	10400	0,81	0,8	0,85	6,54	6
Exterior	Lámpara VSAP 150 w	4500	30		15500					

La altura será de 7 m., salvo que se indique lo contrario.

Extractores: 5 m

Muelle: 5 m

Centro de transformación

Cálculo del transformador

Para el cálculo del transformador necesitamos conocer la potencia eléctrica simultánea necesaria, que es **578,56 kW**.

La relación kW-kVA es: $1\text{kVA} = 0,8\text{ kW}$

Por tanto, nuestro transformador debe darnos como mínimo $578,56/0,8 \approx 723\text{ KVA}$

Nos vamos al catálogo (ver anexos: Documentación catálogos. Centro de transformación. **FIGURA1**) y el primero que encontramos que nos da un valor superior a esa cifra es el de **800 kVA**

Características

- Potencia: 800 kVA
- Nivel de aislamiento: 24 kV
- Trifásico a 50 Hz, tanto para instalación en interior como en exterior.
- Sumergidos en aceite mineral según norma (dieléctrico líquido)
- Cuba de aletas
- Refrigeración natural
- Dispositivos de vaciado, de toma de muestra y para alojamiento de termómetro.
- Cumple con los requisitos de la serie de normas UNE 21.428, EN-60076, IEC 76.

Elección del centro de transformación

Del mismo catálogo (**FIGURA2**) elegimos un centro de transformación que aloje al transformador.

Elegimos: **centro monobloque tipo caseta PFU** (prefabricado)

Características constructivas

La envolvente de estos Centros es de hormigón armado vibrado, y se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo. Todas las armaduras del hormigón están unidas entre sí y al colector de tierra, según la RU 1303, y las puertas y rejillas presentan una resistencia de $10\text{ k}\Omega$ respecto a la tierra de la envolvente.

- Dimensiones exteriores

Longitud: 3280 mm

Anchura: 2380 mm

Altura: 3045 mm

Superficie: $7,8\text{ m}^2$

Altura vista: 2585 mm

- Dimensiones interiores

Longitud: 3100 mm

Anchura: 2200 mm

Altura: 2355 mm

Superficie: 6,8 m²

- Peso: 10500 kg

- Dimensiones puerta de acceso: 1000 x 2100 mm

- Dimensiones puerta de transformador: 1250 x 2300 mm

9. Cálculo de instalaciones

9.1. Instalación eléctrica para alumbrado

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos } j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen } j / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos } j) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos } j \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen } j / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos } j) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos j = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = Nº de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20}[1 + a (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}} - T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

r = Resistividad del conductor a la temperatura T.

r₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

a = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{\max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{\max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Demanda de potencias y cálculos

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de alumbrado.

CP-CMC1	9900 W
CP-CMC2	3750 W
CP-CMC3	3930 W
CP-CMC4	4312 W
TOTAL	21892 W

Cálculo de la acometida

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 21892 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):39405.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 39405.6 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 71.1$ A. Se eligen conductores Unipolares 4x16mm²Al
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV
 I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 77.6 A. según ITC-BT-07
 D. tubo: 63mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.56

$e(\text{parcial}) = 10 \times 39405.6 / 27.81 \times 400 \times 16 = 2.21$ V. = 0.55 %

$e(\text{total}) = 0.55\%$ ADMIS (2% MAX.)

Cálculo de la línea general de alimentación

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 3 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 21892 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 39405.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 39405.6 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 71.1$ A. Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm²Cu
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 106 A. según ITC-BT-19
 D. tubo: 110mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.49

$e(\text{parcial}) = 3 \times 39405.6 / 47.62 \times 400 \times 25 = 0.25 \text{ V.} = 0.06 \%$

$e(\text{total}) = 0.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica: Fusibles Int. 80 A.

Cálculo de la derivación individual

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; Cos j: 0.8; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 21892 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 39405.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 39405.6 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 71.1 \text{ A.}$ Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -

I.ad. a 40°C (Fc=1) 80 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 63mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 79.49

$e(\text{parcial}) = 5 \times 39405.6 / 45.05 \times 400 \times 16 = 0.68 \text{ V.} = 0.17 \%$

$e(\text{total}) = 0.23\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 76 A.

Cálculo de la línea: CP-CMC1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 65 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 17820 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 17820 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 32.15$ A. Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 0.6/1 kV

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 32mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.02

$e(\text{parcial}) = 65 \times 17820 / (48.68 \times 400 \times 10) = 5.95$ V. = 1.49 %

$e(\text{total}) = 1.72\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

Protección Térmica en Final de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

Protección diferencial en Principio de Línea: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO CP-CMC1

Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

AL-I	1500 W
AL-II	1500 W
AL-III	1500 W
AL-IV	1500 W
AL-V	1500 W
AL-VI	1500 W
LIN.EXT-I	900 W
TOTAL	9900 W

Cálculo de la línea: AL- I

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $1500 \times 1.8 = 2700$ W.

$I = 2700/230 \times 1 = 11.74$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.67

$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 2700 / 50.48 \times 230 \times 4 = 4.65$ V. = 2.02 %

$e(\text{total}) = 3.74\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la línea: AL-II

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $1500 \times 1.8 = 2700$ W.

$I = 2700/230 \times 1 = 11.74$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.67

$e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 2700 / 50.48 \times 230 \times 4 = 4.07$ V. = 1.77 %

$e(\text{total}) = 3.49\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la línea: AL-III

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $1500 \times 1.8 = 2700$ W.

$I = 2700/230 \times 1 = 11.74$ A. Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c = 1$) 21 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 49.37

$e(\text{parcial}) = 2 \times 25 \times 2700 / 49.82 \times 230 \times 2.5 = 4.71$ V. = 2.05 %

$e(\text{total}) = 3.77\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la línea: AL-IV

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $1500 \times 1.8 = 2700$ W.

$I = 2700/230 \times 1 = 11.74$ A. Se eligen conductores Unipolares $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c = 1$) 27 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 45.67

$e(\text{parcial}) = 2 \times 45 \times 2700 / 50.48 \times 230 \times 4 = 5.23$ V. = 2.28 %

$e(\text{total}) = 4\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la línea: AL-V

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 37.5 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $1500 \times 1.8 = 2700$ W.

$I = 2700/230 \times 1 = 11.74$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.67

$e(\text{parcial}) = 2 \times 37.5 \times 2700 / 50.48 \times 230 \times 4 = 4.36$ V. = 1.9 %

$e(\text{total}) = 3.62\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la línea: AL-VI

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $1500 \times 1.8 = 2700$ W.

$I = 2700/230 \times 1 = 11.74$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.37

$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 2700 / 49.82 \times 230 \times 2.5 = 5.66$ V. = 2.46 %

$e(\text{total}) = 4.18\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la línea: LIN. EXT - I

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 85 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $900 \times 1.8 = 1620$ W.

$I = 1620/230 \times 1 = 7.04$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.04

$e(\text{parcial}) = 2 \times 85 \times 1620 / 51.14 \times 230 \times 4 = 5.85$ V. = 2.55 %

$e(\text{total}) = 4.27\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: CP-CMC2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 6750 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 6750 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 12.18$ A. Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53

$e(\text{parcial}) = 10 \times 6750 / (49.19 \times 400 \times 2.5) = 1.37$ V. = 0.34 %

$e(\text{total}) = 0.58\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO CP-CMC2

Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

AL-I	500 W
AL-II	500 W
AL-III	500 W
AL-IV	500 W
AL-V	500 W
AL-VI	500 W
LIN.EXT-II	750 W
TOTAL	3750 W

Cálculo de la línea: AL-I

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $500 \times 1.8 = 900$ W.

$I = 900/230 \times 1 = 3.91$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.04

$e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 900 / 51.14 \times 230 \times 1.5 = 5.1$ V. = 2.22 %

$e(\text{total}) = 2.79\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-II

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 42.5 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $500 \times 1.8 = 900$ W.

$I = 900/230 \times 1 = 3.91$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.04

$e(\text{parcial}) = 2 \times 42.5 \times 900 / 51.14 \times 230 \times 1.5 = 4.34$ V. = 1.89 %

$e(\text{total}) = 2.46\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-III

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $500 \times 1.8 = 900$ W.

$I = 900/230 \times 1 = 3.91$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.04

$e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 900 / 51.14 \times 230 \times 1.5 = 3.57$ V. = 1.55 %

$e(\text{total}) = 2.13\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-IV

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $500 \times 1.8 = 900$ W.

$I = 900/230 \times 1 = 3.91$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.04

$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 900 / 51.14 \times 230 \times 1.5 = 3.06$ V. = 1.33 %

$e(\text{total}) = 1.91\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-V

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 22.5 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $500 \times 1.8 = 900$ W.

$I = 900/230 \times 1 = 3.91$ A. Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.04

$e(\text{parcial}) = 2 \times 22.5 \times 900 / 51.14 \times 230 \times 1.5 = 2.3$ V. = 1 %

$e(\text{total}) = 1.57\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-VI

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $500 \times 1.8 = 900$ W.

$I = 900/230 \times 1 = 3.91$ A. Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.04

$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 900 / 51.14 \times 230 \times 1.5 = 1.53$ V. = 0.67 %

$e(\text{total}) = 1.24\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: LIN.EXT-II

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $750 \times 1.8 = 1350$ W.

$I = 1350/230 \times 1 = 5.87$ A. Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c = 1$) 21 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 42.34

$e(\text{parcial}) = 2 \times 60 \times 1350 / 51.08 \times 230 \times 2.5 = 5.52$ V. = 2.4 %

$e(\text{total}) = 2.97\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: CP-CMC3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3930 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 7074 W. (Coef. de Simult.: 1)

$I = 7074 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 12.76$ A. Se eligen conductores Unipolares 4x4 + TTx4mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.48

e(parcial) = $60 \times 7074 / (49.98 \times 400 \times 4) = 5.31$ V. = 1.33 %

e(total) = 1.56% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO CP-CMC3

Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de alumbrado.

AL-I	696 W
AL-II	696 W
AL-III	696 W
AL-IV	696 W
AL-V	696 W
LIN.EXT-III	450 W
TOTAL	3930 W

Cálculo de la línea: AL-I

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 65 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 696 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $696 \times 1.8 = 1252.8$ W.

$I = 1252.8 / 230 \times 1 = 5.45$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.02

$e(\text{parcial}) = 2 \times 65 \times 1252.8 / 51.14 \times 230 \times 2.5 = 5.54$ V. = 2.41 %

$e(\text{total}) = 3.97\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-II

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 696 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $696 \times 1.8 = 1252.8$ W.

$I = 1252.8 / 230 \times 1 = 5.45$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.02

$e(\text{parcial}) = 2 \times 60 \times 1252.8 / 51.14 \times 230 \times 2.5 = 5.11$ V. = 2.22 %

$e(\text{total}) = 3.78\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-III

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 65 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 696 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $696 \times 1.8 = 1252.8$ W.

$I = 1252.8 / 230 \times 1 = 5.45$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.02

$e(\text{parcial}) = 2 \times 65 \times 1252.8 / 51.14 \times 230 \times 2.5 = 5.54$ V. = 2.41 %

$e(\text{total}) = 3.97\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-IV

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 70 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 696 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $696 \times 1.8 = 1252.8$ W.

$I = 1252.8 / 230 \times 1 = 5.45$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.02

$e(\text{parcial}) = 2 \times 70 \times 1252.8 / 51.14 \times 230 \times 2.5 = 5.96$ V. = 2.59 %

$e(\text{total}) = 4.15\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-V

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 70 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 696 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $696 \times 1.8 = 1252.8$ W.

$I = 1252.8 / 230 \times 1 = 5.45$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.02

$e(\text{parcial}) = 2 \times 70 \times 1252.8 / 51.14 \times 230 \times 2.5 = 5.96$ V. = 2.59 %

$e(\text{total}) = 4.15\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: LIN.EXT-III

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 450 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $450 \times 1.8 = 810$ W.

$I = 810 / 230 \times 1 = 3.52$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.65

$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 810 / 51.21 \times 230 \times 1.5 = 3.67$ V. = 1.59 %

$e(\text{total}) = 3.15\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: CP-CMC4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 110 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4312 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 7761.6 W. (Coef. de Simult.: 1)

$I = 7761.6 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 14$ A. Se eligen conductores Unipolares 4x4+TTx4mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.21

$e(\text{parcial}) = 110 \times 7761.6 / 49.67 \times 400 \times 4 = 10.74$ V. = 2.69 %

$e(\text{total}) = 2.92\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea: I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea: Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

SUBCUADRO CP - CMC4

Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de alumbrado.

AL-I	464 W
AL-II	464 W
AL-III	464 W
AL-IV	464 W
AL-V	464 W
AL-VI	464 W
AL-VII	464 W
AL-VIII	464 W
LIN.EXT-IV	600 W
TOTAL	4312 W

Cálculo de la línea: AL-I

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 464 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $464 \times 1.8 = 835.2$ W.

$I = 835.2 / 230 \times 1 = 3.63$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.9

$e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 835.2 / 51.35 \times 230 \times 2.5 = 2.83$ V. = 1.23 %

$e(\text{total}) = 4.15\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-II

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 464 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $464 \times 1.8 = 835.2$ W.

$I = 835.2 / 230 \times 1 = 3.63$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.9

$e(\text{parcial}) = 2 \times 45 \times 835.2 / 51.35 \times 230 \times 2.5 = 2.55$ V. = 1.11 %

$e(\text{total}) = 4.03\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-III

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 464 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $464 \times 1.8 = 835.2$ W.

$I = 835.2 / 230 \times 1 = 3.63$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.9

$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 835.2 / 51.35 \times 230 \times 2.5 = 2.26$ V. = 0.98 %

$e(\text{total}) = 3.9\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-IV

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 464 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $464 \times 1.8 = 835.2$ W.

$I = 835.2 / 230 \times 1 = 3.63$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.76

$e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 835.2 / 51.19 \times 230 \times 1.5 = 3.31$ V. = 1.44 %

$e(\text{total}) = 4.36\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Cálculo de la línea: AL-V

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 464 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $464 \times 1.8 = 835.2$ W.

$I = 835.2 / 230 \times 1 = 3.63$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.76

$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 835.2 / 51.19 \times 230 \times 1.5 = 2.84$ V. = 1.23 %

$e(\text{total}) = 4.15\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-VI

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 464 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $464 \times 1.8 = 835.2$ W.

$I = 835.2 / 230 \times 1 = 3.63$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.76

$e(\text{parcial}) = 2 \times 35 \times 835.2 / 51.19 \times 230 \times 1.5 = 3.31$ V. = 1.44 %

$e(\text{total}) = 4.36\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-VII

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 464 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $464 \times 1.8 = 835.2$ W.

$I = 835.2 / 230 \times 1 = 3.63$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.9

$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 835.2 / 51.35 \times 230 \times 2.5 = 2.26$ V. = 0.98 %

$e(\text{total}) = 3.9\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: AL-VIII

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 464 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $464 \times 1.8 = 835.2$ W.

$I = 835.2 / 230 \times 1 = 3.63$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.9

$e(\text{parcial}) = 2 \times 45 \times 835.2 / 51.35 \times 230 \times 2.5 = 2.55$ V. = 1.11 %

$e(\text{total}) = 4.03\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la línea: LIN.EXT-IV

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): $600 \times 1.8 = 1080$ W.

$I = 1080/230 \times 1 = 4.7$ A. Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.5

$e(\text{parcial}) = 2 \times 40 \times 1080 / 51.24 \times 230 \times 2.5 = 2.93$ V. = 1.28 %

$e(\text{total}) = 4.19\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Tablas de resultados

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
ACOMETIDA	39405.6	10	4x16Al	71.1	77.6	0.55	0.55
LÍNEA GENERAL ALIMENT.	39405.6	3	4x25+TTx16Cu	71.1	106	0.06	0.06
DERIVACION IND.	39405.6	5	4x16+TTx16Cu	71.1	80	0.17	0.23
CP - CMC1	17820	65	4x10+TTx10Cu	32.15	44	1.49	1.72
CP-CMC2	6750	10	4x2.5+TTx2.5Cu	12.18	18.5	0.34	0.58
CP-CMC3	7074	60	4x4+TTx4Cu	12.76	24	1.33	1.56
CP - CMC 4	7761.6	110	4x4+TTx4Cu	14	24	2.69	2.92

SUBCUADRO CP - CMC1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
AL- I	2700	40	2x4+TTx4Cu	11.74	27	2.02	3.74
AL-II	2700	35	2x4+TTx4Cu	11.74	27	1.77	3.49
AL-III	2700	25	2x2.5+TTx2.5Cu	11.74	21	2.05	3.77
AL-IV	2700	45	2x4+TTx4Cu	11.74	27	2.28	4
AL-V	2700	37.5	2x4+TTx4Cu	11.74	27	1.9	3.62
AL-VI	2700	30	2x2.5+TTx2.5Cu	11.74	21	2.46	4.18
LIN. EXT - I	1620	85	2x4+TTx4Cu	7.04	27	2.55	4.27

SUBCUADRO CP-CMC2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
AL- I	900	50	2x1.5+TTx1.5Cu	3.91	15	2.22	2.79
AL-II	900	42.5	2x1.5+TTx1.5Cu	3.91	15	1.89	2.46
AL-III	900	35	2x1.5+TTx1.5Cu	3.91	15	1.55	2.13
AL-IV	900	30	2x1.5+TTx1.5Cu	3.91	15	1.33	1.91
AL-V	900	22.5	2x1.5+TTx1.5Cu	3.91	15	1	1.57
AL-VI	900	15	2x1.5+TTx1.5Cu	3.91	15	0.67	1.24
LIN.EXT-II	1350	60	2x2.5+TTx2.5Cu	5.87	21	2.4	2.97

SUBCUADRO CP-CMC3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
AL- I	1252.8	65	2x2.5+TTx2.5Cu	5.45	21	2.41	3.97
AL-II	1252.8	60	2x2.5+TTx2.5Cu	5.45	21	2.22	3.78
AL-III	1252.8	65	2x2.5+TTx2.5Cu	5.45	21	2.41	3.97
AL-IV	1252.8	70	2x2.5+TTx2.5Cu	5.45	21	2.59	4.15
AL-V	1252.8	70	2x2.5+TTx2.5Cu	5.45	21	2.59	4.15
LIN.EXT-III	810	40	2x1.5+TTx1.5Cu	3.52	15	1.59	3.15

SUBCUADRO CP - CMC 4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
AL- I	835.2	50	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	21	1.23	4.15
AL-II	835.2	45	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	21	1.11	4.03
AL-III	835.2	40	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	21	0.98	3.9
AL-IV	835.2	35	2x1.5+TTx1.5Cu	3.63	15	1.44	4.36
AL-V	835.2	30	2x1.5+TTx1.5Cu	3.63	15	1.23	4.15
AL-VI	835.2	35	2x1.5+TTx1.5Cu	3.63	15	1.44	4.36
AL-VII	835.2	40	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	21	0.98	3.9
AL-VIII	835.2	45	2x2.5+TTx2.5Cu	3.63	21	1.11	4.03
LIN.EXT-IV	1080	40	2x2.5+TTx2.5Cu	4.7	21	1.28	4.19

Cálculo de la puesta a tierra

- La resistividad del terreno es 300 ohmios x m.

- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo 35 mm² 30 m.

M. conductor de Acero galvanizado 95 mm²

Picas verticales de Cobre 14 mm

de Acero recubierto Cu 14 mm 1 picas de 2m.

de Acero galvanizado 25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17.65 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

9.2. Tuberías

Para el cálculo de los diámetros de tubería de la instalación empleamos tablas de pérdidas de carga (ver anexos: Documentación catálogos. Tuberías. **FIGURA1**)

Para dicho cálculo necesitamos los caudales que circulan por las tuberías.

En nuestro proceso tenemos distintos caudales (ver plano).

Unidad caudal: litros/hora

- $250 \leq \text{caudal} \leq 3000$: diámetro interior = **25 mm**
- Caudal = 4500 l/h = 4,5 m³/h ; Velocidad líquido = 1m /s; Se obtiene diámetro interior =**40 mm**
- Caudal =6000 l/h =6 m³/h; Velocidad líquido = 1m /s; Se obtiene diámetro interior =**40 mm**

Por lo tanto, únicamente se emplearán dos diámetros de tubería:

CAUDAL(litros/hora)	DIÁMETRO INTERIOR(mm)
250-3000	25
3000-6000	40

10. Obra civil

10.1. Situación

La parcela sobre la que se construirá la edificación se encuentra ubicada en el Polígono Industrial Gandul, en el Camino de Gandul de Mairena del Alcor (Sevilla).

En el plano de situación se fija su localización dentro del polígono.

10.2. Superficies

La parcela ocupa una superficie aproximada de 9.000 m², con fachada principal de 110,00 m, orientada al Noreste, (lindando con calle Agricultores), y fachada posterior de 111,80 m, orientada al Suroeste, y lindando con Ronda Sur. La profundidad de la parcela es de 100 m por el lateral que linda con la calzada auxiliar industrial Blas Infante y de 80,00 m por el que lo hace con la calle Pintores.

La construcción que se pretende realizar se distribuirá en 3 cuerpos o módulos anexos iguales de 25,00 m x 65,00 m (incluyendo el muelle de carga), lo que hace una superficie total construida de 4.875,00 m².

El edificio se retranquea 10,00 m del lindero con calle Agricultores, y otros 10,00 m en el lindero con calzada auxiliar industrial Blas Infante.

10.3. Descripción de las obras

Justificación de las soluciones arquitectónicas adoptadas

Los condicionantes a cumplir en la construcción de la nave son las siguientes:

- Se utilizará toda la superficie que sea requerida para cumplimentar las demandas del proceso productivo con normalidad y holgura, sin que sea necesario agotar la edificabilidad, ni la ocupación de parcela.
- Se deberá facilitar el aparcamiento, tanto de los empleados como en la zona de carga y descarga.
- Se dará especial importancia de la concepción del lugar de trabajo, que habrá de ser diáfano, amplio, con buenos niveles de iluminación, ventilación y climatización.

Atendiendo a éstas necesidades, la solución propuesta corresponde a un edificio de planta rectangular de 75,00 x 60,00 m² de superficie total construida. Este edificio a su vez ésta formado por 3 naves anexas y comunicadas.

Cimentaciones y estructura

La cimentación de la edificación proyectada, se resuelve mediante zapatas aisladas, que apoyarán sobre relleno compactado de material de préstamo (zahorra natural), con una profundidad 1,60 m. El arriostramiento de dichas zapatas se confía a vigas riostras en ambas direcciones.

Para la correcta ejecución de las cimentaciones, se procederá en primer lugar al vaciado de la caja que ocupa la totalidad de las naves. Posteriormente habrá de rellenarse con albero compactado con los medios mecánicos adecuados.

Una vez realizado el compactado se procederá al replanteo de los pozos y riostras, marcándose exactamente los ejes necesarios para la excavación.

Realizada la excavación de los pozos y de las zanjas para riostras y comprobadas las dimensiones correctas de los mismos, se colocará una primera capa de 10 cm. de espesor de hormigón de limpieza H-20, que servirá además para la nivelación del fondo del pozo. En los fondos de las riostras la capa de hormigón será de 5 cms.

Sobre ésta base nivelada se procederá a un nuevo replanteo de los distintos ejes para la correcta colocación de las armaduras.

El llenado de las zapatas se realizará con hormigón HA-25/P/20/Ila. El vertido de dicho hormigón se realizará sin interrupciones.

Las vigas riostras se realizarán con el mismo tipo de hormigón que las zapatas, ejecutándose a la par que éstas.

En todas las armaduras de zapatas se empleará acero de calidad B-400 S, disponiéndose las distintas armaduras convenientemente atadas para evitar posibles desplazamientos durante el hormigonado. Así mismo habrá de prestarse especial atención al empleo de separadores adecuados en cuanto a material y distancia de colocación, tal que aseguren un correcto valor de recubrimiento en función del elemento y del nivel de exposición que soporta.

El hormigón durante su vertido se vibrará convenientemente para garantizar el perfecto recubrimiento y adherencia de las armaduras. Sobre la cara superior de las zapatas se dejarán las placas de anclaje colocadas y niveladas para recibir posteriormente los soportes metálicos

La estructura de la construcción será metálica, con pilares, vigas y viguetas de dicho material.

Las naves tendrán una altura desde solera a apoyo de pórticos de 7 m, mientras que el muelle dispondrá de una altura de 5m.

Dichas naves se resuelven mediante pórticos separados entre sí 6,66m, en la dirección de la anchura del solar. Los soportes se materializan mediante perfiles HEA, mientras que en los dinteles se emplearán perfiles IPE.

Las uniones de los pórticos metálicos serán soldadas o atornilladas, con la longitud y disposición indicada en los detalles gráficos.

El arriostramiento, tanto de cubierta como de fachada se resuelve mediante el empleo de redondos, de las dimensiones y situación indicadas en los detalles gráficos.

Cubiertas y cerramientos

Las cubiertas de las naves se proyectan a dos aguas, con paneles tipo sándwich metálicos y aislamiento de poliuretano de 4 cm de espesor. Dichos paneles descansan sobre correas tipo IPE 120,

con separación aproximada 2,2 m. Para la fachada se emplean correas tubulares con la misma separación.

Los cerramientos de las naves se realizarán con bloques vistos hidrofugados de hormigón prefabricados de 20 cm de espesor, recibidos con mortero de cemento hidrofugado y recubiertos por el interior por panel de poliuretano inyectado.

Pavimento

Estará formado por solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, con mallazo electrosoldado, con un tratamiento superficial formado por mortero a base de resinas de poliuretano impermeable y antideslizante.

Carpintería, herrajes y vidrios

En las cámaras frigoríficas se instalarán 5 puertas correderas con apertura mecanizada eléctricamente, de 5 m ancho x 3,5 m alto. Estas puertas servirán para comunicar las cámaras entre sí o con el exterior. Así mismo, se colocará una puerta de 2,5 m ancho x 3,5 m alto para comunicar la cámara 1 con la zona de producción.

Para el acceso a la zona de producción desde el exterior se proyectarán dos puertas idénticas a las primeras de 5x3,5.

En los 3 puntos de carga de vehículos, se situarán puertas de 5 x 3 m.

10.4. Cálculos

Zapatatas

Cálculo de las zapatas de la nave

- Para el predimensionado de las zapatas de la nave tendremos en cuenta el momento que origina la fuerza del viento.

$$M = H * E * D * P$$

- M: momento del viento
- H: altura nave (incluyendo pórtico) = 9,5 m.
- E: empuje viento: se suele tomar como valor 65 kg/m²
- D: separación entre zapatas = 20 m.
- P: punto aplicación fuerza = 9,5/2 = 4,75 m.

$$M = 9,5 * 65 * 20 * 4,75 = 58662 \text{ kg*m}$$

El momento resultante se repartirá entre las tres naves (4 zapatas)

$$M' = 58662/4 = 14666 \text{ kg/m}$$

- Cálculo carga pilar (consideramos pilar interior, ya que la zapata en ese caso soporta mayor carga)
 - N = Q = Carga * Área influencia
 - Carga = 100 kg/m². Es el valor máximo que puede soportar la cubierta.
 - Área influencia = 20*25
 - N = 100*20*25 = 50000 kg

Primero probamos con una zapata rectangular

Se emplean las fórmulas siguientes:

$$e = \frac{M'}{N} \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{N}{a*b} + \frac{6M'}{b*a^2} \quad (2)$$

- e: excentricidad
- σ : tensión admisible del terreno = **1,5 kg/cm²**(dato)
- a,b: dimensiones zapata

Se tiene que cumplir que $e \leq a/6$ para que todos los puntos estén comprimidos.

$$\frac{M'}{N} = \frac{a}{6}; (14666/50000) = a/6;$$

$$a = 1,8 \text{ m}$$

Sustituyendo este valor en la ecuación 2 obtendríamos $b = 3,6 \text{ m}$

Habría que variar las dimensiones de la zapata hasta que obtengamos un valor razonable.

Cogemos $a = 2,5$ m

Obtendríamos $b = 2,3$ m

Como son valores muy parecidos se decide poner:

- Zapata cuadrada de $2,5 \times 2,5$ m.
- Escuadría(l): en perfiles metálicos se coloca placa de anclaje metálico de 30×30 cm $\rightarrow l = 30$ cm

Canto (h): debe tener un valor mínimo de 50 cm.

Cálculo: $h = (a-l)/4 = (2,5-0,3)/4 = 0,55 \rightarrow h = 60$ cm

Dimensiones ZAPATA tipo 1: 2,5 x 2,5 x 0,6 m

Armadura zapata (As)

Partimos de la ecuación siguiente:

$$M_d = \gamma_f * \sigma * (a/2) * (a/4) \quad (10)$$

M_d : momento de cálculo por metro lineal

γ_f : coeficiente de seguridad

$$M_d = 1,6 * 1,5 * 6,25 / 8 * 10 = 18,75 \text{ mT/ml}$$

$$A_s = \frac{M_d}{0,8h * f_{yd}} * 1000$$

A_s : armadura por metro lineal

f_{yd} : coef. acero = $4000 / 1,15$ kg/cm² (B-400 S)

$$A_s = \frac{18,75}{0,8 * 0,6 * (4000 / 1,15)} * 1000 = 11,23 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

Colocaremos barras de $\Phi = 16$ mm $\rightarrow A = 2$ cm²

$A_s * a = 11,23 * 2,5 = 28$ cm² \rightarrow por cada lateral tiene que haber 28 cm² de barra

$$N^{\circ} \Phi_{16} = 28 / 2 = 14$$

Pondremos 12 barras por lado (para que la separación entre las mismas no sea demasiado pequeña)

$$\text{Separación} = (230 - (12 * 2)) / 11 = 18,72 \text{ cm}$$

$$\text{Separación} = 18 \text{ cm}$$

ARMADURAS $\Phi 16$ mm/18 cm

Zapata 2

Esta zapata se coloca para evitar la flecha de la viga riostra. Se colocará cada 6,66 m (distancia entre pórticos) y cada 6,25 m en la dirección perpendicular.

DIMENSIONES ZAPATA = 0,8 X 0,8 X 0,5

ARMADURA ZAPATA = $\Phi 6$ mm/15 cm

Viga riostra

Se dispondrá una viga de **30x40 cm.**, y se comprobará si cumple con las restricciones impuestas.

Las dimensiones de la viga deben ser tales que se cumpla que la capacidad del hormigón sea 3 veces mayor que la del acero:

$$A_c * f_{cd} \geq 3A_s * f_{yd}$$

f_{cd} : coef.hormigón .Para HA25→ $f_{cd} = 2500/1,5 \text{ kg/cm}^2$

$A_c = b * h$ (30x40)

$f_{yd} = 4000/1,15$

A_s : hay que calcularlo

Empleamos el axil de cálculo (Nd), que es una fracción del axil del pilar.

$N_d = 1,6 * 0,16 * N = 1,6 * 0,16 * 50000 = 12800 \text{ kg}$

$A_{s,total} = N_d / 2500 = 5,12 \text{ cm}^2$; $A_s / 2 = 2,56 \text{ cm}^2$

Con ese valor nos vamos a la tabla. Tomamos **Φ16** → **$A_s = 2 \text{ cm}^2$**

Con ese área se cumple la restricción impuesta.

Barras horizontales: Φ16 mm

Barras verticales: Φ6 mm/25 cm

▪ Situación:

- A lo largo de todo el perímetro
- Transversalmente, coincidiendo con la posición de las zapatas **TIPO 1** (ver plano).

Cimentación de equipos pesados

El enfriador de expedición de cisternas dispone de depósitos de almacenamiento de zumo de 25.000 litros de capacidad.

Se realizará el cálculo de la cimentación para uno de estos equipos.

Peso depósito (lleno): 30.000 kg

Colocamos 4 zapatas, por lo que cada una de ellas soportará $Q = 7500 \text{ kg} = 7,5 \text{ T}$

$A = a^2 = (Q/\sigma) * (1/10) = 7,500/15 = 0,5 \text{ m}^2$

4 zapatas de 0,75 x 0,75 x 0,5 m.

El cálculo de la cimentación para el resto de equipos pesados se haría de la misma forma.

Cimentación de la plataforma metálica

La plataforma debe soportar el peso de los extractores, el calibrador y la cinta de alimentación, además del suyo propio.

- Peso extractor = 800 kg. La plataforma está diseñada para soportar el peso de hasta 5 extractores.
- Peso total extractores = 4000 kg
- Peso calibrador = 1000 kg
- Cinta alimentación = 500 kg

Peso propio = Peso perfil por m^2 * Superficie plataforma = $50 \text{ kg}/m^2 * 200 m^2 = 10.000 \text{ kg}$

Peso total = $1,25(4000+1000+500+10000) = 19375 \text{ kg}$

Para estimar consideramos un peso de 20.000 kg

Se colocarán 8 elementos de soporte. Es decir, que cada zapata soportará una carga $Q = 20000/8 = 2500 \text{ kg}$

$A = 2500/1,5E^4 = 0,1667 \text{ m}^2$

8 zapatas de 0,40x 0,40x0,5 m

Predimensionado de la estructura

Nos basaremos para este cálculo en la siguiente publicación: GUÍA PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL EN ACERO DE NAVES INDUSTRIALES LIGERAS del Instituto Técnico de la Estructura en Acero (ITEA).

Características a definir:

- Nº naves adosadas: 3
- Ancho total: 75 m (25 por cada nave)
- Largo: 60 m
- Altura hasta pórtico: 7 m
- Altura pórtico: 2,5 m
- Separación entre pórticos: 6,66 m
- Empuje del viento: 65 kg/m²

Se obtiene la siguiente tipología de nave: REFERENCIA NAVE **N3-332** (tabla N3.2)

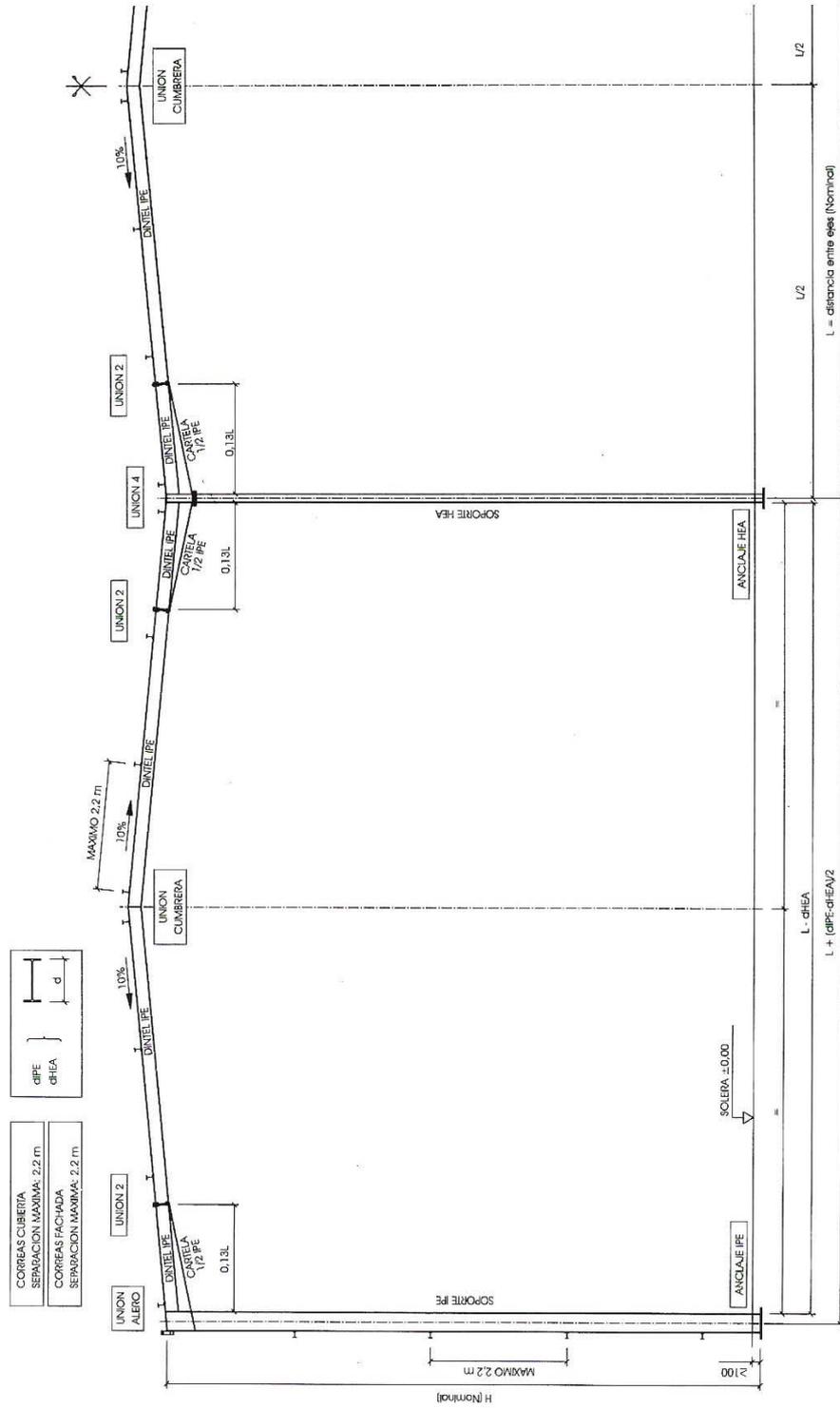
Tabla N3.2 (Continuación)

Referencia nave	Pórtico	Cierre frontal	Correa fachada	Correa cubierta	Arriostramiento cubierta	Arriostramiento fachada	Atado en alero
N3-318	P3-20B	CF3-21	cf100b	cc140a	arrcub20	arrfac45	atado100
N3-331	P3-10B	CF3-2	cf100b	cc120	arrcub16	arrfac20	atado100
N3-332	P3-11B	CF3-8	cf100b	cc120	arrcub16	arrfac25	atado100
N3-333	P3-9B	CF3-11	cf100b	cc120	arrcub16	arrfac30	atado100
N3-334	P3-16B	CF3-2	cf100b	cc140b	arrcub16	arrfac20	atado100
N3-335	P3-13B	CF3-8	cf100b	cc140b	arrcub16	arrfac25	atado100
N3-336	P3-18B	CF3-11	cf100b	cc140b	arrcub16	arrfac30	atado100
N3-337	P3-21B	CF3-3	cf100b	cc160	arrcub16	arrfac20	atado100
N3-338	P3-22B	CF3-9	cf100b	cc160	arrcub16	arrfac25	atado100
N3-339	P3-23B	CF3-15	cf100b	cc160	arrcub16	arrfac30	atado100
N3-340	P3-10B	CF3-8	cf120	cc120	arrcub20	arrfac30	atado120
N3-341	P3-11B	CF3-14	cf120	cc120	arrcub20	arrfac36	atado120
N3-342	P3-9B	CF3-20	cf120	cc120	arrcub20	arrfac45	atado120
N3-343	P3-16B	CF3-8	cf120	cc140b	arrcub20	arrfac30	atado120
N3-344	P3-13B	CF3-14	cf120	cc140b	arrcub20	arrfac36	atado120
N3-345	P3-18B	CF3-20	cf120	cc140b	arrcub20	arrfac45	atado120
N3-346	P3-21B	CF3-9	cf120	cc160	arrcub20	arrfac30	atado120
N3-347	P3-22B	CF3-15	cf120	cc160	arrcub20	arrfac36	atado120
N3-348	P3-23B	CF3-21	cf120	cc160	arrcub20	arrfac45	atado120

Esta referencia permite definir todos los elementos de la nave: pórtico, cierre frontal, correa fachada, correa cubierta, arriostramiento cubierta, arriostramiento fachada, atado en alero.

En el dibujo de referencia **A.5.2.4.1**, observamos la estructura general. Según qué referencia de la nave tengamos los perfiles a colocar serán distintos.

A5.2.4. Tres pórticos adosados
 A5.2.4.1. Tres pórticos adosados tipo A



3 PORTICOS ADOSADOS TIPO A
 (TABLA P3.A.1)

Soportes y dinteles de pórticos (tabla P3.B)

El pórtico empleado es el **P3-11B**, definido por los siguientes elementos:

- Soporte IPE: **IPE 500**
- Soporte HEA: **HEA 160**
- Dintel IPE: **IPE 360**
- Separación entre correas: **2,20 metros**

Tabla P3.B. Tres pórticos adosados tipo B

Nota:

- Los componentes incluidos en la tabla están definidos en los siguientes apartados:
 - Anclaje soporte IPE: anexo A5.10.1.
 - Anclaje soporte HEA: anexo A5.10.2.
 - Unión tipo 1: anexo A5.11.1.
 - Unión tipo 3: anexo A5.11.3.
 - Unión tipo 5: anexo A5.11.5.

Tabla P3.B

Referencia nave	Soporte IPE	Soporte HEA	Dintel IPE	Anclaje soporte IPE	Anclaje soporte HEA	Unión tipo 1	Unión tipo 3	Unión tipo 5
P3-1B	IPE-400	HEA-120	IPE-300	anci400	anch120	un1-300b	un3-300	un5-300
P3-2B	IPE-400	HEA-140	IPE-330	anci400	anch140	un1-330b	un3-330	un5-330a
P3-3B	IPE-450	HEA-120	IPE-330	anci450	anch120	un1-330b	un3-330	un5-330a
P3-4B	IPE-450	HEA-160	IPE-330	anci450	anch160	un1-330b	un3-330	un5-330a
P3-5B	IPE-450	HEA-180	IPE-330	anci450	anch180	un1-330b	un3-330	un5-330b
P3-6B	IPE-450	HEA-140	IPE-360	anci450	anch140	un1-360b	un3-360	un5-360a
P3-7B	IPE-450	HEA-160	IPE-360	anci450	anch160	un1-360b	un3-360	un5-360a
P3-8B	IPE-450	HEA-180	IPE-360	anci450	anch180	un1-360b	un3-360	un5-360b
P3-9B	IPE-450	HEA-180	IPE-400	anci450	anch180	un1-400a	un3-400	un5-400a
P3-10B	IPE-500	HEA-140	IPE-360	anci500	anch140	un1-360b	un3-360	un5-360a
P3-11B	IPE-500	HEA-160	IPE-360	anci500	anch160	un1-360b	un3-360	un5-360a
P3-12B	IPE-500	HEA-180	IPE-360	anci500	anch180	un1-360b	un3-360	un5-360b
P3-13B	IPE-500	HEA-160	IPE-400	anci500	anch160	un1-400b	un3-400	un5-400a
P3-14B	IPE-500	HEA-180	IPE-400	anci500	anch180	un1-400b	un3-400	un5-400a
P3-15B	IPE-500	HEA-200	IPE-400	anci500	anch200	un1-400b	un3-400	un5-400b
P3-16B	IPE-550	HEA-140	IPE-400	anci550	anch140	un1-400b	un3-400	un5-400a
P3-17B	IPE-550	HEA-180	IPE-400	anci550	anch180	un1-400b	un3-400	un5-400a
P3-18B	IPE-550	HEA-200	IPE-400	anci550	anch200	un1-400b	un3-400	un5-400b
P3-19B	IPE-550	HEA-160	IPE-450	anci550	anch160	un1-450	un3-450	un5-450a
P3-20B	IPE-550	HEA-200	IPE-450	anci550	anch200	un1-450	un3-450	un5-450b
P3-21B	IPE-600	HEA-160	IPE-450	anci600	anch160	un1-450	un3-450	un5-450a
P3-22B	IPE-600	HEA-180	IPE-450	anci600	anch180	un1-450	un3-450	un5-450a
P3-23B	IPE-600	HEA-220	IPE-450	anci600	anch220	un1-450	un3-450	un5-450b

Soportes y dinteles de fachada (tabla CF3)

El cierre frontal empleado es **CF3-8**:

- Soportes: son de un único tipo, **IPE 180**
- Dintel IPE: **IPE 120**
- Separación entre correas: **1,50 metros**

Tabla CF3. Cierre frontal tipo CF3 para nave de tres pórticos adosados sin puente grúa

Nota:

- Los componentes incluidos en la tabla están definidos en los siguientes apartados:
 - Anclaje soporte IPE: anexo A5.10.1.
 - Unión tipo 1p: anexo A5.11.7.1.
 - Unión tipo 2p: anexo A5.11.7.2.
 - Unión tipo 3p: anexo A5.10.7.3.
 - Unión tipo 4p: anexo A5.10.7.4.

Tabla CF3

Referencia cierre frontal	Soporte IPE	Dintel IPE	Anclaje soporte IPE	Unión tipo 1p	Unión tipo 2p	Unión tipo 3p	Unión tipo 4p
CF3-1	IPE-120	IPE-120	anci120	un1p-120	un2p-120	un3p-120	un4ap-120
CF3-2	IPE-140	IPE-120	anci140	un1p-120	un2p-120	un3p-120	un4ap-120
CF3-3	IPE-140	IPE-140	anci140	un1p-140	un2p-140	un3p-140	un4ap-140
CF3-4	IPE-140	IPE-160	anci140	un1p-160	un2p-160	un3p-160	un4ap-160
CF3-5	IPE-160	IPE-120	anci160	un1p-120	un2p-120	un3p-120	un4ap-120
CF3-6	IPE-160	IPE-140	anci160	un1p-140	un2p-140	un3p-140	un4ap-140
CF3-7	IPE-160	IPE-160	anci160	un1p-160	un2p-160	un3p-160	un4ap-160
CF3-8	IPE-180	IPE-120	anci180	un1p-120	un2p-120	un3p-120	un4ap-120
CF3-9	IPE-180	IPE-140	anci180	un1p-140	un2p-140	un3p-140	un4ap-140
CF3-10	IPE-180	IPE-160	anci180	un1p-160	un2p-160	un3p-160	un4ap-160
CF3-11	IPE-200	IPE-120	anci200	un1p-120	un2p-120	un3p-120	un4ap-120
CF3-12	IPE-200	IPE-140	anci200	un1p-140	un2p-140	un3p-140	un4ap-140
CF3-13	IPE-200	IPE-160	anci200	un1p-160	un2p-160	un3p-160	un4ap-160
CF3-14	IPE-220	IPE-120	anci220	un1p-120	un2p-120	un3p-120	un4ap-120
CF3-15	IPE-220	IPE-140	anci220	un1p-140	un2p-140	un3p-140	un4ap-140
CF3-16	IPE-220	IPE-160	anci220	un1p-160	un2p-160	un3p-160	un4ap-160
CF3-17	IPE-240	IPE-120	anci240	un1p-120	un2p-120	un3p-120	un4ap-120
CF3-18	IPE-240	IPE-140	anci240	un1p-140	un2p-140	un3p-140	un4ap-140
CF3-19	IPE-240	IPE-160	anci240	un1p-160	un2p-160	un3p-160	un4ap-160
CF3-20	IPE-270	IPE-120	anci270	un1p-120	un2p-120	un3p-120	un4ap-120
CF3-21	IPE-270	IPE-140	anci270	un1p-140	un2p-140	un3p-140	un4ap-140
CF3-22	IPE-270	IPE-160	anci270	un1p-160	un2p-160	un3p-160	un4ap-160
CF3-23	IPE-300	IPE-140	anci300	un1p-140	un2p-140	un3p-140	un4ap-140
CF3-24	IPE-300	IPE-160	anci300	un1p-160	un2p-160	un3p-160	un4ap-160

Correas (dibujos A5.4. y A5.5.)

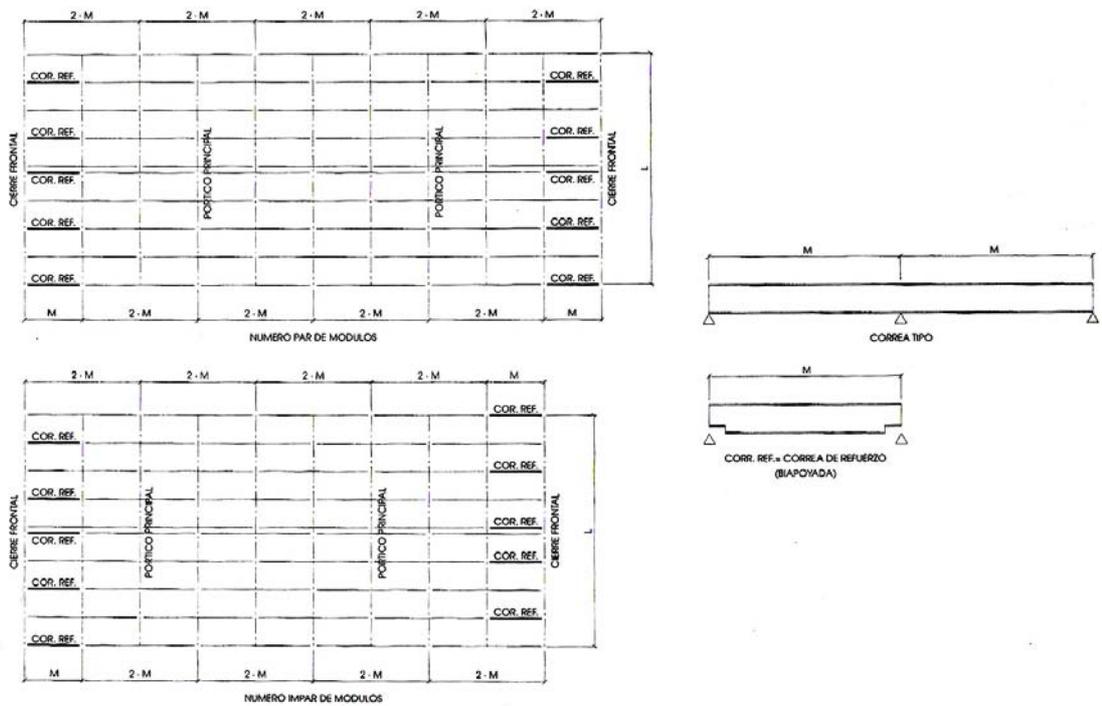
Se colocarán en cubierta y fachadas laterales. Para ver su distribución y separación, ver plano **ESTRUCTURA**.

Correas de cubierta: IPE 120. Triapoyadas

Aparte lleva correas de refuerzo IPE 140, biapoyadas.

A5.4. CORREAS DE CUBIERTA

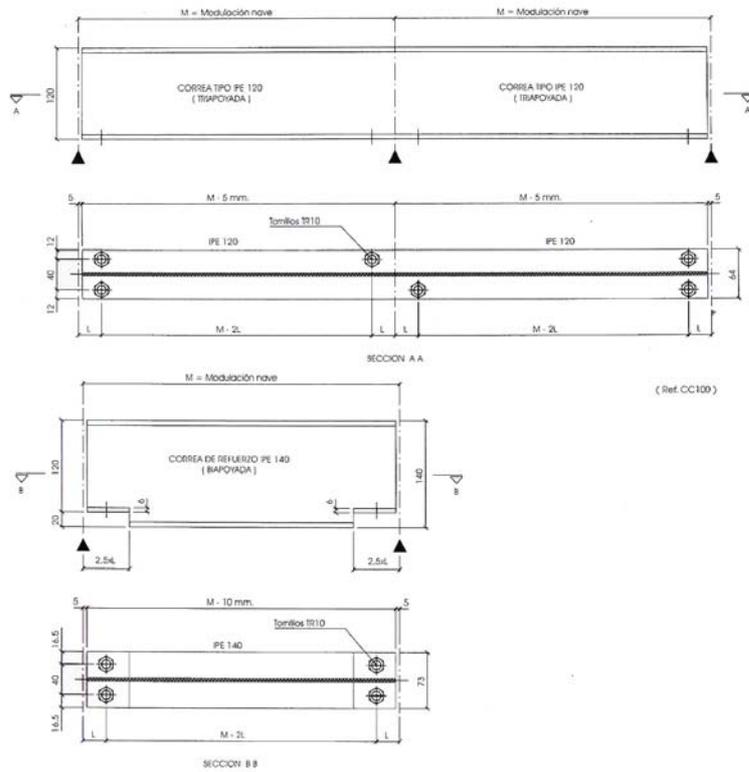
A5.4.1. Criterio de colocación



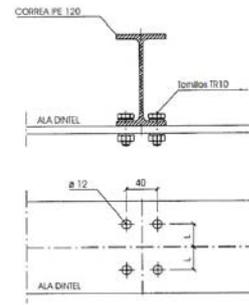
DISPOSICION DE CORREAS DE CUBIERTA EN PLANTA

(Ref. CORCUB2)

A5.4.3. Tipo cc120



(Ref. CC100)



DETALLE APOYO CORREA SOBRE DINTEL
EN TODOS LOS CASOS SE INCLUIRAN
4 AGUJEROS EN EL ALA DEL DINTEL.

DINTEL	L
IPE 240	30 mm.
IPE 270	30 mm.
IPE 300	35 mm.
IPE 330	35 mm.
IPE 360	35 mm.
IPE 400	40 mm.
IPE 450	40 mm.
IPE 500	45 mm.
IPE 550	45 mm.
IPE 600	45 mm.

DETALLE CORREA CC120

CORREA TIPO IPE 120
CORREA DE REFUERZO IPE 140
(Ref. CC120)

NOTA: EN EXTREMOS DE NAVE LA CORREA VOLARA SEGUN DETALLE DE FACIADA

VER VARIANTES DE UNION A DINTEL (Ref:CC101)

Correas de fachada

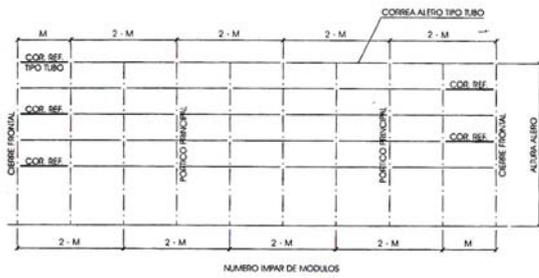
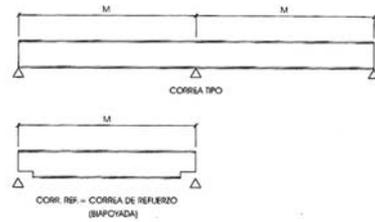
Se colocan a lo largo de todo el perímetro longitudinal de la planta. Tipo **IPE 100**, triapoyadas.

Correas de refuerzo: **IPE 120**, biapoyadas.

Correas de alero: tipo **TUBO 100.50.3**, triapoyadas. Las correas de alero también llevan correas de refuerzo, tipo **TUBO 100.50.4.**, biapoyadas.

A5.5. CORREAS DE FACHADA

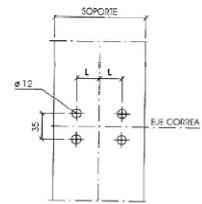
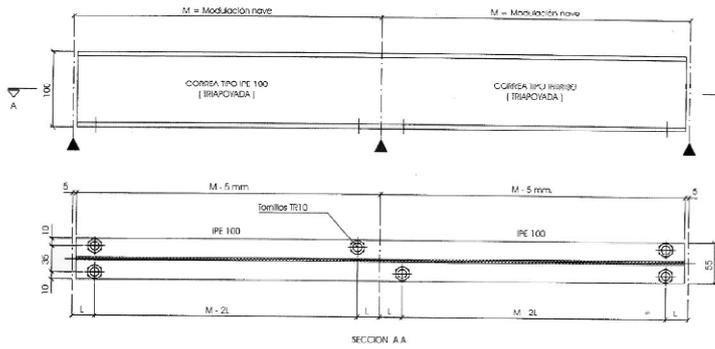
A5.5.1. Criterio de colocación



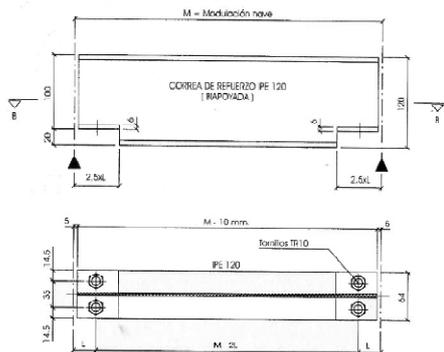
NOTA:
DONDE SEA POSIBLE SE EVITARA LA CORREA DE REFUERZO, DANDO CONTINUIDAD AL TRAMO AISLADO EN LA FACHADA CONTIGUA, SEGUN DETALLE EN APARTADO A5.5.6.

DISPOSICION DE CORREAS DE FACHADA
(Ref. CORFAC2)

A5.5.3. Tipo cf100b

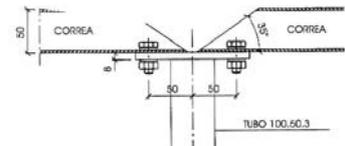
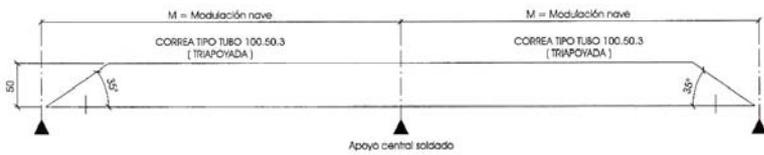
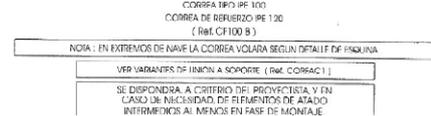


DETALLE APOYO CORREA SOBRE SOPORTE
EN TODOS LOS CASOS SE TALADRARAN
4 AGUJEROS EN EL ALA DEL SOPORTE.



SOPORTE	L
IPE 120	25 mm.
IPE 140	25 mm.
IPE 160	25 mm.
IPE 180	25 mm.
IPE 200	30 mm.
IPE 220	30 mm.
IPE 240	30 mm.
IPE 270	30 mm.
IPE 300	35 mm.
IPE 330	35 mm.
IPE 360	35 mm.
IPE 400	40 mm.
IPE 450	40 mm.
IPE 500	45 mm.
IPE 550	45 mm.
IPE 600	45 mm.

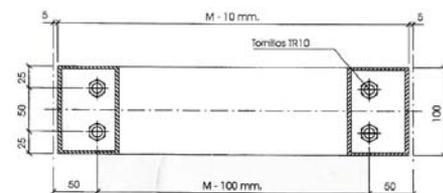
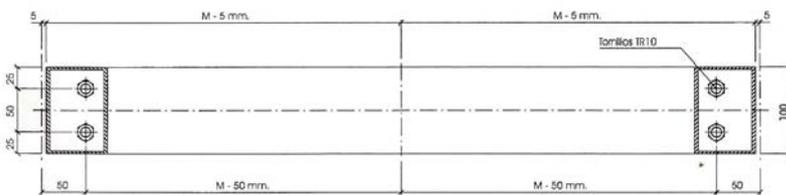
DETALLE CORREA CF100B (1)



DETALLE APOYO CORREA SOBRE SOPORTE

EN TODOS LOS CASOS SE TALADRARAN
4 AGUJEROS EN LA CHAPA DE APOYO.

EN EXTREMOS DE NAVE EL APOYO DE
LA CORREA SERA SOLDADO, Y VOLARA
SEGUN EL DETALLE DE ESQUINA.



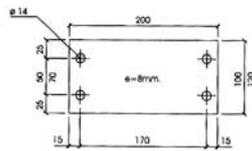
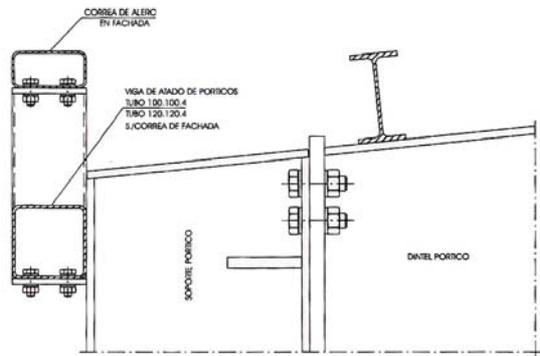
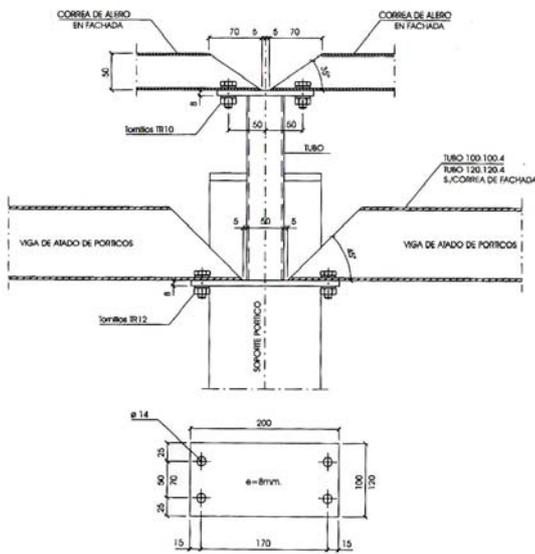
DETALLE CORREA CF100B (2)

CORREA TIPO TUBO 100.50.3
CORREA DE REFUERZO TUBO 100.50.4
(Ref. CF100 B)

Las uniones de las correas con los distintos elementos (soportes, chapas, etc.) serán soldadas o atornilladas.

A5.6. ATADO EN ALERO

Atado100, atado120



VIGA DE AJADO	
REFERENCIA	SECCION TUBO
AJADO 100	100.100.4
AJADO 120	120.120.4

NOTA:
VIGA DE AJADO DE PORRICO OPCIONAL
SEGUN CRITERIO DEL PROYECTISTA.

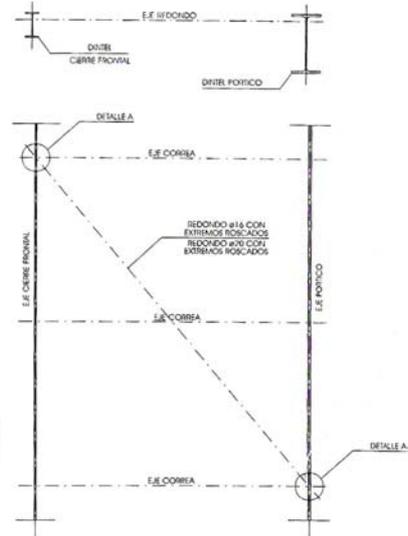
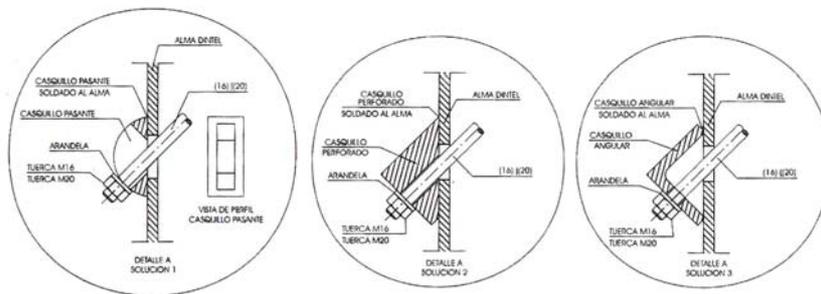
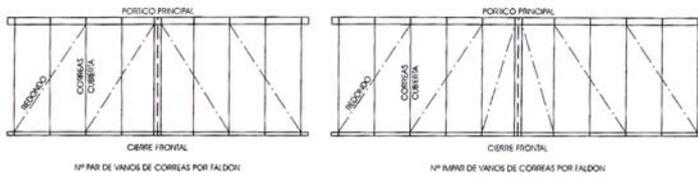
DETALLE ATADO EN ALERO
(Ref. Atado)

Arriostramientos (A5.8. y A.5.9.)

Se emplean redondos con extremos roscados, según la disposición que indica el plano de estructura.

A5.8. ARRIOSTRAMIENTO DE CUBIERTA

A5.8.1. Tipos arrcub16 y arrcub20

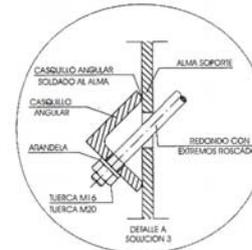
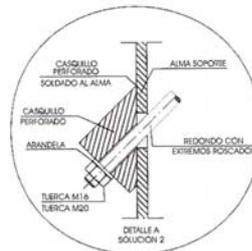
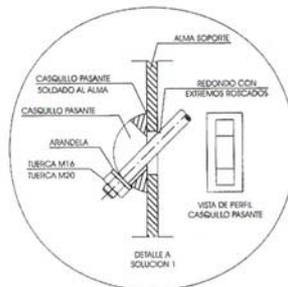
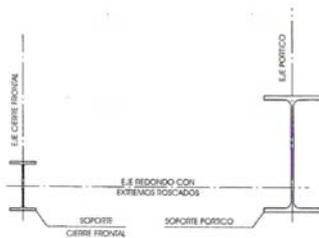
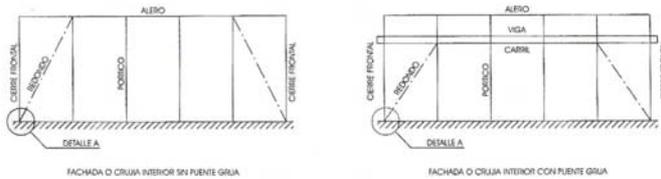


REFERENCIA	REDONDO
ARRCUB16	Ø 16
ARRCUB20	Ø 20

DETALLES ARRIOSTRAMIENTO DE CUBIERTA (Ref. Arrcub)

A5.9. ARRIOSTRAMIENTO DE FACHADA

A5.9.1. Tipos arrfac16, arrfac20, arrfac25, arrfac30, arrfac36, arrfac40, arrfac45, arrfac50



REFERENCIA	REDONDO
ARRFAC16	Ø 16
ARRFAC20	Ø 20
ARRFAC25	Ø 25
ARRFAC30	Ø 30
ARRFAC36	Ø 36
ARRFAC40	Ø 40
ARRFAC45	Ø 45
ARRFAC50	Ø 50

DETALLES ARRIOSTRAMIENTO DE FACHADA (Ref. Arrfac)

Presupuesto

Presupuesto

1. Maquinaria

CONCEPTO	PRECIO (€)	TOTAL(€)
Manipulación de fruta y extracción del zumo		
Puertas retenedoras de fruta	10.000	
Canal con parrilla	2.000	
Bomba de trasiego/recirculación	19.000	
Filtro de agua	15.000	
Mesa de rodillos	30.000	
Lavadora de cepillos	37.000	
Elevador de cangilones (2)	100.000	
Calibrador	10.000	
Cinta alimentación inclinada	50.000	
Plataforma metálica	70.000	
Cinta de retorno	10.000	
Extractores (3)	250.000	
Tubo colector	6.000	
		609.000
Sistema de recogida y lavado de zumo procedente de los extractores		
Depósito pulmón zumo	3.500	
Bomba de trasiego	3.000	
Sistema lavado zumo	10.000	
Filtro dinámico	50.000	
Bomba recogida pulpas	10.000	
		76.500
Pasterizador de zumo de naranja		
		150.000
Recuperación del aceite esencial		
Tamizador	6.000	
Depósito1	500	
Bomba de trasiego1	600	
Centrífuga primaria	50.000	
Depósito2	600	
Bomba de trasiego2	2.500	
Centrífuga secundaria	21.000	
Válvulas de contrapresión	6.000	

Depósito3	300	
Bomba	800	
		88.300
Recuperación de pulpa		
Depósito	1.200	
Bomba	600	
Hidrociclones	4.000	
Válvula	1.800	
Tamizadora	5.000	
		12.600
Recogida de desperdicios		
Transportador1	21.600	
Transportador2	17.000	
Tolva de recogida	5.000	
		43.600
Desaceitador de zumo de naranja		
		60.000
Llenadora aséptica de zumo		
		90.000
Pasterizador de pulpa de naranja		
		50.000
Llenadora aséptica para pulpas		
		70.000
Sistema de precongelación de zumo de naranja		
		85.000
Enfriador de expedición de cisternas		
		100.000
Crusher		
		115.000
Instalación CIP		
		45.000
TOTAL		1.595.000 €

2. Obra civil

La valoración para la construcción del edificio de producción y de almacenamiento de productos terminados se realiza de acuerdo con los precios normales de mercado para este tipo de construcción.

El coste por contrata medio estimado es de **260 €/m²** y en él están incluidos además las celdas de almacenamiento, muelles de carga, aceras, iluminación interior y exterior así como las conexiones de los servicios auxiliares.

Superficie aproximada: 5.000 m²

Por lo tanto, el valor de la obra civil prevista será: $5.000 \times 260 = 1.300.000$ €

SUPERFICIE

5.000 m²

PRECIO MEDIO

260 €/m²

TOTAL(€)

1.300.000 €

3. Instalaciones

3.1. Instalación frigorífica

- Central frigorífica para cámara de congelación, formada por: 3 compresores frigoríficos y 5 evaporadores. Se incluye red de tuberías y accesorios.

Precio: 30.000 €

- Central frigorífica para cámaras de mantenimiento, formada por 2 compresores y 4 evaporadores. Se incluye red de tuberías y accesorios.

Precio: 20.000 €

- Central frigorífica para el enfriamiento de agua glicolada, formada por: 3 compresores y 1 enfriador. Se incluye red de tuberías y accesorios.

Precio: 10.000 €

- Condensador evaporativo

Precio: 4.500 €

- TOTAL: 64.500 €

CONCEPTO	PRECIO (€)	TOTAL(€)
Central frigorífica para cámara de congelación	30.000 €	
Central frigorífica para cámaras de mantenimiento	20.000 €	
Central frigorífica para el enfriamiento de agua glicolada	10.000 €	
Condensador evaporativo	4.500 €	
		64.500 €

3.2. Instalación eléctrica baja tensión

- Coste instalación: 30.000 €
- Coste centro de transformación (incluye transformador):20.000 €
- TOTAL: 50.000 €

CONCEPTO	PRECIO (€)	TOTAL(€)
Instalación	30.000	
Centro de transformación	20.000	50.000

3.3. Instalación de agua

- TOTAL: 10.000 €

CONCEPTO	PRECIO (€)	TOTAL(€)
Instalación	10.000	10.000

3.4. Instalación de vapor

- Coste instalación: 12.000 €
- Caldera: 2.000 €
- TOTAL: 14.000 €

CONCEPTO	PRECIO (€)	TOTAL(€)
Instalación	12.000	
Caldera	2.000	
		14.000

3.5. Instalación de aire comprimido

- Coste instalación: 6.000 €
- Coste compresor: 2.000 €
- TOTAL: 8.000 €

CONCEPTO	PRECIO (€)	TOTAL(€)
Instalación	6.000	
Compresor	2.000	
		8.000

3.6. Resumen del presupuesto de instalaciones

CONCEPTO	PRECIO (€)	TOTAL(€)
Instalación frigorífica	64.500,00	
Instalación eléctrica baja tensión	50.000,00	
Instalación agua	10.000,00	
Instalación vapor	14.000,00	
Instalación aire comprimido	8.000,00	
		146.500,00

4. Resumen

CONCEPTO	PRECIO (€)	TOTAL(€)
Maquinaria	1.595.000,00	
Obra civil	1.300.000,00	
Instalaciones	146.500,00	
		3.041.500,00
Total presupuesto.....		3.041.500,00 €

Pliego de condiciones

Pliego de condiciones

1. Obra civil

Se ajustará a la normativa, tanto estatal como autonómica que rige en la actualidad.

Normativa de obligado cumplimiento. 2004

Nomenclatura:

Normativa Estatal..... Normal
Normativa de Andalucía..... En cursiva

Generales

- Ley de ordenación de la edificación
- Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas
- Instalación de industrias: Real Decreto 26-09-1980, num. 2135/1980

Aislamiento

Acústico

- Ley del Ruido
- Norma Básica NBE-CA-88,sobre condiciones acústicas en los edificios
- Reglamento de Calidad del Aire
- Reglamento de Protección Contra la Contaminación Acústica de Andalucía

Térmico

- Norma Básica NBE-CT-79,sobre condiciones térmicas en los edificios

Cubiertas

- Norma Básica NBE QB-90

Estructuras

Acciones en la edificación

- Norma NBE-AE-88. Acciones en la edificación
- Norma de construcción sismorresistente

Acero

- Norma NBE-EA-96 “Estructuras de acero en edificación”

Hormigón

- Fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas
- Instrucción del Hormigón Estructural, EHE

Fábricas

- Pliego general de condiciones para la recepción de ladrillos de cerámicos en las obras de construcción. (RL-88)
- Pliego de prescripciones técnicas generales para recepción de bloques de hormigón en obras de construcción. (RB-90)

Instalaciones

Abastecimiento de agua (Normativa Emasesa)

- Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua
- Normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua
- Contadores de agua fría

Instalaciones audiovisuales

- Ley de Ordenación de las telecomunicaciones
- Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación
- Ley General de Telecomunicaciones
- Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones.

Calefacción, climatización y agua caliente

- Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas
- Instrucciones complementarias MI IF del reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.
- Disposiciones de aplicación en la Directiva del Consejo de las CE 90/396/CEE sobre aparatos de gas.
- Requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).
- Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.
- Medidas para el control y la vigilancia higiénico-sanitarias de instalaciones de riesgo en la transmisión de la legionelosis.

Electricidad e iluminación

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones técnicas complementarias ITC BT.
- Condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación.
- Normas de ventilación y acceso a ciertos centros de transformación.
- Transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica

Saneamiento y vertido (Normativa de Emasesa)

- Pliego de Prescripciones técnicas generales para tuberías de saneamiento de poblaciones.
- Normas de emisión, objetivos de calidad y métodos de medición sobre vertidos de aguas residuales.
- Medidas de regulación y control de vertidos

Aparatos a presión

- Reglamento de Aparatos a Presión e Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-AP
- Disposiciones de aplicación de la directiva del consejo de las comunidades europeas 76/767/CEE sobre aparatos a presión.
- Disposiciones de aplicación de la Directiva 97/23/CE, relativas a los equipos de presión.

Combustibles

- Reglamento sobre Centros de almacenamiento y Distribución de G.L.P.
- Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos.
- Instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gases combustibles e Instrucción sobre Instaladores Autorizados de gas y Empresas instaladoras.

Materiales

Cementos y cales

- Normalización de conglomerantes hidráulicos
- Obligatoriedad de la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados
- Instrucción para la recepción de cales en obras de estabilización de suelos (RCA-92)
- Instrucción para la recepción de cementos RC-03

Yesos, escayolas, prefabricados y afines

- Pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción.

Aceros

- Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos, piezas y artículos diversos construidos o fabricados con acero u otros materiales féreos.
- Especificaciones técnicas de los tubos de acero inoxidable soldados longitudinalmente

Obras

Control de calidad

- Regulación del control de calidad de la construcción y obra pública
- Criterios para la realización del control de producción de hormigones fabricados en central.

Homologación, normalización y certificación

- Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial
- Especificaciones técnicas de los prefabricados y productos afines de yeso y escayolas y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.

Protección

Medio ambiente

- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas e Instrucciones Complementarias
- Evaluación de Impacto Ambiental
- Protección Ambiental: Ley 7/1994 de 18.05.94, de la Cª de Cultura y Medio Ambiente. BOJA 31.05.94
- Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Reglamento de Residuos de la Comunidad Autónoma de Andalucía
- Reglamento de Calificación Ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía
- Reglamento de Informe Ambiental
- Reglamento de la Calidad del Aire
- Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía
- Plan de gestión de residuos peligrosos de Andalucía

Protección contra incendios

- Norma Básica NBE-CPI 96. Condiciones de protección contra incendios en los edificios.
- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios
- Normas de procedimiento y desarrollo del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

Seguridad y salud

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo
- Prevención de Riesgos Laborales
- Reglamento de los servicios de prevención
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

2. Equipos

Objeto

- Este Pliego de Condiciones tiene por objeto definir las características mínimas que deben cumplir los equipos de proceso en cuanto a diseño, construcción, suministro, pruebas y montaje.
- Este Pliego de Condiciones se complementa para cada caso particular con la correspondiente Tabla de Características de Diseño y Funcionamiento.

Límites de suministro

- El vendedor suministrará los equipos o sistemas de proceso completos con todos los accesorios requeridos para el normal funcionamiento y servicio especificado en la Tabla de Características de Diseño y Funcionamiento.
- De aquellos componentes de los equipos que no estén comprendidos en el suministro será responsabilidad del suministrador indicar el correcto montaje de los mismos, para que sea posible el correcto funcionamiento del equipo de proceso.
- Cada uno de los equipos de proceso y componentes de los sistemas auxiliares estarán provistos de una placa de características, construida en material resistente a la corrosión, en la cual se indicará: **NÚMERO DE EQUIPO, CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES, TIPO, CAPACIDAD DE TRABAJO O POTENCIA NOMINAL Y NÚMERO DE SERIE.**
- Si es preciso se indicará sobre el equipo, en lugar claramente visible y accesible, las precauciones que hubiera que tomar en su manejo.
- Los equipos de proceso tendrán el sistema de limpieza automático preciso para garantizar un adecuado nivel de higiene de proceso.

El vendedor o suministrador del equipo de proceso dará las condiciones requeridas para la limpieza de los equipos más adecuada que garantice un adecuado nivel de higiene y un funcionamiento óptimo del equipo.

Otras consideraciones a indicar:

Conexiones del equipo con los sistemas auxiliares (vapor, energía eléctrica, etc.)

Conexiones del equipo con los sistemas de control (instrumentación que ha de llevar el equipo)

Requisitos técnicos

Requisitos técnicos generales

- En cuanto a condiciones de funcionamiento: describir el margen de variación de las condiciones de funcionamiento. Las capacidades de producción y de potencia serán las nominales de los equipos con tolerancia de +/- 5%.
- El vendedor garantizará las **CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO** en toda la zona de funcionamiento (familia de curvas de funcionamiento)
- Todos los equipos de proceso se seleccionarán de forma que el punto de funcionamiento esté sobre o en la zona correspondiente al punto de mejor rendimiento.

- Los materiales empleados en la construcción de los equipos de proceso serán acero inoxidable, como mínimo de las siguientes calidades:

- En contacto con alimentos: acero inoxidable AISI 316
- Elementos constructivos del exterior del equipo: acero inoxidable AISI 304.

Esto será así a menos que se indique lo contrario en la correspondiente Tabla de Características de Diseño y Funcionamiento.

Los equipos de proceso deberán disponer de bocas de acceso de hombre para su inspección.

- Otras consideraciones o requisitos técnicos de tipo general del equipo (como aislamientos, si fuesen necesarios, recubrimientos o acabados de superficies en contacto y no contacto con alimentos)

Características de los componentes de los equipos

- El material de construcción del componente del equipo será acero inoxidable AISI 316 si está en contacto con alimentos y AISI 304 si no lo está, si no se indica lo contrario en la correspondiente tabla de Características de Diseño y Funcionamiento.

- Tendrá un diseño tal que permita un fácil mantenimiento y montaje, sin necesidad (en su caso) de desmontaje del equipo de proceso completo (en su caso)

- . Habrá que indicar la forma de limpiar el componente y el tipo de acabado superficial.

- Indicar el sistema de lubricación. Si la lubricación es por aceite, deberá llevar un indicador visual del nivel de aceite.

- Se emplearán cojinetes de bolas o rodillos con una vida no inferior a 30.000 horas de trabajo. El alojamiento de los cojinetes estará sellado contra la entrada de agua y polvo. Además, el fabricante deberá indicar el tipo de refrigeración de éstos, si fuera necesario.

- El accionamiento se realizará con motores eléctricos. La potencia requerida se calculará en las condiciones más favorables.

- La transmisión por correas puede utilizarse para motores cuya potencia no exceda de 22kW. Se usarán como mínimo dos correas cuya temperatura máxima de operación sea 70°C. El material de las correas será tal que no produzca formación de electricidad estática. La velocidad de la correa no excederá de 25 m/s. El sistema completo de accionamiento por correas se protegerá con cubiertas desmontables.

- En el caso de no transmisión por correas se utilizarán reductores o acoplamientos directos. Los reductores irán montados en una bancada común con el motor para facilitar la alineación de ambos. Los reductores serán de dos o más escalones de reducción según las velocidades de entrada y salida. Los engranajes serán del tipo corona-sin fin o cónico-espiral según las potencias transmitidas. El factor de servicio será 1.5 como mínimo y cumplirá la norma AGMA 430.

- Todos los accionamientos y transmisiones deberán ser estancos a los agentes atmosféricos.

La bancada será suministrada, si así se indica, por el vendedor del equipo. Estará construida con perfiles y chapa laminada, y siempre que sea posible, será común al equipo y al motor de accionamiento. Si es necesario se suministrarán carriles tensores para ajustar la transmisión.

- En cuanto al nivel de ruido, el vendedor deberá cumplir las normas y/o requisitos nacionales y/o locales así como la especificación particular de cada caso si existe. El vendedor indicará y garantizará niveles de ruido de presión sonora en dB, así como el rango de frecuencia en el que se emite, así como la presión sonora total en dbA. Así mismo, indicará qué tipo de medidas se han empleado para obtener dichos niveles.

- En cuanto a recubrimientos, todas las superficies calientes a temperaturas superiores a 40°C deberán ir convenientemente aisladas. El aislamiento tendrá un recubrimiento estanco e impermeable que garantice la buena conservación del aislante aplicado sobre la superficie del equipo de proceso. En los demás casos, exteriormente, todas las partes metálicas que no sean de aceros inoxidables o mecanizados, serán pintadas con dos capas de pintura de imprimación de 35-40 micras de espesor por

capa y dos capas de pintura de acabado de 35 micras de espesor por capa. Previamente, las superficies se limpiarán por chorreado de arena.

- Todas las zonas interiores que no vayan a entrar en contacto con el alimento o agentes de limpieza y/o desinfección, y que no sean de acero inoxidable o mecanizados se pintarán con un producto anticorrosivo compatible con el servicio, y que permita el almacenaje exterior del equipo durante seis meses como mínimo.

Control de calidad

- El fabricante del equipo de proceso o sistema auxiliar deberá solicitar de sus proveedores, al efectuar los acopios de materiales, los certificados de fabricación de los mismos, pudiendo requerirse también, si la ingeniería que redacta este proyecto lo pide expresamente, ensayos especiales.

Pruebas y ensayos en taller

- Todos los equipos y materiales estarán sujetos a inspección en fábrica (taller de construcción de los equipos) por el comprador o su representante durante y al final de su fabricación.

- Durante las pruebas e inspecciones se comprobarán sus características de diseño y funcionamiento. Se obtendrán los datos suficientes que permitan confeccionar las curvas. Posteriormente estos datos se determinarán para las condiciones específicas de operación y sobre ellos se prepararán las curvas de funcionamiento certificadas, así como los defectos de funcionamiento tolerables observados.

Envío

- Todos los orificios, embridados o roscados, se cerrarán herméticamente antes del envío a obra del equipo. Las bridas serán así mismo tapadas con bridas ciegas de madera y aseguradas con pernos.

- Todas las superficies mecanizadas expuestas al exterior se pintarán con una gruesa capa de anticorrosivo y se cubrirán con un papel o tejido resistente a la intemperie.

- Los equipos deberán enviarse a obra en subconjuntos, en su caso, montados de forma que el trabajo de montaje se vea simplificado al máximo.

Montaje y puesta en marcha

- Si no se indica lo contrario en las Hojas de Datos correspondientes, el montaje se realizará con medios de la obra pero con la supervisión y total responsabilidad del vendedor que dará las instrucciones pertinentes para su buena ejecución.

- Una vez concluido el montaje con todos los elementos auxiliares incluso el conexionado a los sistemas auxiliares (incluyendo los de control general si lo hubiese), se realizarán pruebas de funcionamiento, verificándose las condiciones de trabajo garantizadas por el vendedor, y se realizarán las comprobaciones y medidas que el Ingeniero Director d Obra considere oportunas hasta obtener los resultados que se indican en las condiciones de servicio.

- Los aparatos de medida empleados que no constituyan parte del pedido y que no vayan a quedar definitivamente instalados, serán aportados por el vendedor.

Garantías

- El vendedor garantizará que todas las condiciones de servicio requeridas y especificadas en la documentación de compra se cumplen así como el correcto funcionamiento de la totalidad del equipo. Podrán ser rechazados equipos que no se ajusten a las características especificadas.
- Garantizará también los materiales contra defecto o inadecuación a las condiciones de servicio requeridas, comprobados por rotura prematura o desgaste exagerado de cualquier componente durante el período de garantía especificado en el documento de compra correspondiente.
- La garantía amparará así mismo a las nuevas piezas o elementos que tuvieran que ser sustituidos durante el período que aquella abarcase.
- La aprobación parcial o total de los materiales o trabajos por el inspector del comprador o su representante y/o su autorización de envío de los equipos, no relevará al fabricante del cumplimiento de sus responsabilidades de acuerdo con el pedido y sus adjuntos, ni de su garantía.
- La reparación de las deficiencias observadas deberán ser hechas por el vendedor sin coste adicional alguno. Para dichas reparaciones, la Propiedad facilitará un tiempo determinado, pasado el cual, si el equipo no cumpliera las especificaciones sería rechazado definitivamente.

Documentación

- En la presentación de la oferta, el suministrador del equipo deberá entregar la siguiente documentación:
 - Hojas de Datos debidamente cumplimentadas
 - Relación detallada de excepciones y cambios propuestos con justificación de los mismos.
 - Planos de conjunto preliminares
 - Colección de curvas características para las condiciones especificadas en las Hojas de Datos.
 - Máximo par de arranque y momento de inercia de la unidad.
 - Necesidades de servicios o sistemas auxiliares
 - Lista de repuestos recomendados
- Para la adjudicación del pedido, el suministrador aportará la siguiente documentación:
 - Planos de conjunto para aprobación final.
 - Plano seccional del equipo con lista de materiales.
 - Plano con cargas para la bancada del equipo y accionamiento
 - Planning de fabricación
 - Lista valorada de repuestos recomendados para un tiempo de funcionamiento.
 - Manuales de mantenimiento y operación.
- En la recepción provisional se presentará la documentación siguiente:
 - Certificados de pruebas
 - Certificados de materiales

Anexos

Anexos

1. Ordenanzas

Plan parcial del polígono industrial Gandul, en camino de Gandul de Mairena del Alcor. (Sevilla).

Título 1: normas generales y terminología

Artículo 1. Ámbito de aplicación.

El ámbito de aplicación de las presentes ordenanzas es el del Plan Parcial del que forman parte. Corresponde a los terrenos calificados por las Normas Subsidiarias Municipales, al suroeste del casco, como suelo industrial, sector 10.

Artículo 2. Vigencia, revisión y modificaciones.

El presente Plan Parcial entrará en vigor el día de la publicación de su aprobación definitiva, y tendrá vigencia indefinida, salvo su revisión con las modificaciones que le puedan ser introducidas.

Con carácter complementario a estas ordenanzas, se aplicarán las de las Normas Subsidiarias Municipales.

Título 2: Régimen del suelo

Artículo 3. Calificación del suelo.

La totalidad del suelo del Plan se divide en dos grandes categorías:

- Manzanas o unidades básicas con edificabilidad asignada.
- Suelo sin edificabilidad (espacios libres y viarios).

Son manzanas o unidades básicas edificables, aquellas que se destinan al desarrollo de unidades industriales, comerciales, o a otros usos específicos que el Plan Parcial determina, con exclusión del sistema de espacios libres de uso público y del sistema viario público.

Son suelos no edificables, los destinados a viario- rodado o peatonal- y los espacios libres de uso público.

Artículo 4. Calificación de las manzanas o unidades básicas con edificabilidad.

Se dividen estas manzanas o unidades básicas en tres grupos:

- A1- Para uso industrial.
- A2- Para uso comercial.
- A3- Para uso público, distinto del comercial. (deportivo y social).

Artículo 5. Calificación del suelo no edificable.

Se divide el suelo no edificable en:

- B1- Espacios libres de dominio y uso público.
- B2- Viario rodado y peatonal.

Artículo 6. Edificación de solares.

El presente Plan Parcial pretende, mediante la redacción de los oportunos instrumentos urbanísticos, convertir el Suelo Urbanizable en Suelo Urbano, no pudiéndose construir las parcelas resultantes hasta que no se cumplan las siguientes condiciones:

- Tener la consideración de solar apto para la edificación, para lo cual contarán con acceso rodado, abastecimiento de agua, evacuación de aguas residuales, suministro de energía eléctrica, acceso rodado y encintado de aceras en la vía que de frente.
- Estar comprendidas dentro de las superficies aptas para la edificación. Por tanto no formar parte de viales, espacios verdes o zonas no susceptibles de edificación.

Cualquier suelo que no cumpla las condiciones anteriores no será susceptible de edificación privada.

Artículo 7. Estudios de detalle.

Será necesaria la presentación de un Estudio de Detalle, que estará condicionada a la aprobación municipal.

Su objeto será el de ordenar la disposición de la edificabilidad resultante, definir las alineaciones y rasantes, establecer la separación entre edificios y definir las condiciones de circulación y aparcamiento interior.

Su ámbito mínimo será el de la manzana o unidad básica.

Artículo 8.Parcelaciones.

En caso de ser necesario un Proyecto de Parcelación de alguna parcela en cualquier manzana, éste contará con las siguientes especificaciones:

- División en parcelas edificables, especificándose tanto su número como su configuración y extensión.
- Se indicarán las características de la parcela mínima.
- Se determinará para cada parcela su superficie, edificabilidad, altura de la edificación, ocupación, distancia a linderos y la regulación del uso.

El proyecto de parcelación no podrá:

- Modificar las alineaciones exteriores de la manzana que deslindan el suelo público del privado.
- Aumentar la edificabilidad total de la manzana o de la zona que se fija en el presente P.P.
- Disminuir el suelo libre de edificación ni el número de aparcamientos en la finca resultante de la parcelación.

Se permite la agrupación de parcelas siempre que esto no implique un aumento en la edificabilidad ni en la ocupación autorizada.

Artículo 9. Proyectos de urbanización.

Se redactará un proyecto de urbanización para la totalidad del ámbito del presente Plan Parcial.

En caso de producirse una segregación dentro de una manzana del Suelo Industrial, el proyecto deberá reflejar la compatibilidad y capacidad de la infraestructura general de la urbanización con la proyectada.

Artículo 10. Condiciones generales de los proyectos de urbanización.

El proyecto de urbanización tendrá como finalidad la realización material de las determinaciones de este P.P. en cuanto se refiere a la ejecución de las obras de urbanización. El proyecto de urbanización no podrá modificar las previsiones contenidas en este P.P. sin perjuicio de que puedan efectuar las adaptaciones de detalle exigidas por las características del suelo y subsuelo en la ejecución material de las obras.

Los Proyectos de Urbanización estarán constituidos por los documentos señalados en el artículo 69 del Reglamento de Planeamiento Urbanístico, con el detalle y complementos que requiere la completa definición ejecutiva de las obras comprendidas. En todo caso, incluirán, además, los documentos siguientes:

- a) Memoria descriptiva de las características de la obra
- b) Planos en los que se fijen claramente los límites del Plan que se proyecta ejecutar, la situación de las obras, los límites de los viales, los parques, los espacios abiertos, las construcciones, plantaciones o instalaciones que, por ser incompatibles con el Plan, hayan de derribarse, talarse o trasladarse, las parcelas para dotaciones y servicios públicos y las previstas para edificación privada.
- c) Plan de obras detallado, en el que se fije tanto el plazo final como los parciales de las distintas fases, si las hubiere.
- d) Pliego de condiciones técnicas.
- e) Presupuestos.

Las obras de Urbanización a incluir en el Proyecto de Urbanización, que deberán ser desarrolladas en los documentos relacionados anteriormente, serán las siguientes:

- Pavimentación de la red viaria de circulación rodada y peatonal.
- Redes de distribución de agua potable, de riego y de hidrantes contra incendio.

- Red de alcantarillado.
- Red de distribución eléctrica en MT y BT.
- Red de alumbrado público.
- Red de telefonía.
- Cerramiento general de la manzana, normalizado.

Artículo 11. Condiciones generales de las infraestructuras de la urbanización.

Se estudia mejor la distribución y diseño de los distintos elementos que componen la infraestructura del presente Plan Parcial quedando de la siguiente manera:

Artículo 12. Red viaria.

Para el trazado de la red viaria se ha tenido en cuenta la mejor disposición de los viales para satisfacer una buena comunicación de las manzanas y un buen aprovechamiento de la finca. Los aparcamientos se disponen a lo largo de la calle central en forma de batería, que atraviesa de Norte a Sur el polígono, con lo que se equilibra la ubicación de los mismos.

Artículo 13. Condiciones del sistema viario.

Las características técnicas del perfil del vial se adaptarán a la intensidad y tipo de tráfico. A este efecto se prevén tres tipos de viales:

- Viario principal para tráfico pesado y medio.
- Viario secundario para tráfico medio.
- Viario secundario para tráfico compartido (peatonal y vehicular)

- Tipo A: Viario principal: Firme flexible con base granular compuesto por:

Explanada mejorada 95% P.N.

Sub-base albero compactado 95% P:N. de 25 cm.

Base de zahorra artificial 95% P.N. de 20 cm espesor.

Capa intermedia de asfalto de 7 cm de espesor.

Capa de rodadura de asfalto de 5 cm de espesor.

- Tipo B: Viario secundario: firme flexible con base granular compuesto por las mismas capas que el firme anterior pero desapareciendo la capa intermedia y ampliando la capa de rodadura a un espesor de 8 cm., quedando como sigue:

Explanada mejorada 95% P.N.

Sub-base albero compactado 95% P:N. de 25 cm.

Base de zahorra artificial 95% P.N. de 20 cm espesor.

Capa de rodadura de asfalto de 8 cm de espesor.

- Tipo C: Viario terciario: firme flexible con base granular compuesto por las mismas capas que el firme de los viarios relacionados anteriormente, pero desapareciendo la capa intermedia y la capa de rodadura, quedando como sigue:

Explanada mejorada 95% P.N.

Sub-base albero compactado 95% P:N. de 25 cm.

Base de zahorra artificial 95% P.N. de 20 cm espesor.

Los aparcamientos exteriores serán de firme rígido de hormigón H-100 de 0,18m. de espesor con juntas de retracción cada 5 m. y terminación fratasada con helicóptero, sobre sub-base de albero de 0,15 m. de espesor. En su encuentro con el asfalto se colocará una regola compuesta por losa hidráulica con terminación lisa de 25x25 cm.

Las aceras se realizarán con bordillo prefabricado de hormigón de dimensiones de 17x28 cm.

La zona de solería se dispondrá sobre una solera de hormigón de 10 cm. de espesor sobre explanada mejorada compactada al 95% P.N.

Artículo 14. Red de agua.

El agua que abastecerá al Polígono Industrial se tomará del agua que abastece al pueblo.

El dimensionado de la red se ejecutará teniendo en cuenta lo siguiente:

Artículo 15. Condiciones de suministro de agua.

El abastecimiento de agua se ajustará a las siguientes dotaciones mínimas:

En la zona industrial se prevé un consumo mínimo de 1 l/seg/ha, como valor indicativo, ya que dependerá de las necesidades específicas de la industria que se trate.

Se observarán las siguientes características:

La red será de tipo mallado.

Los ramales cubrirán todo el frente de fachada de la parcela a que sirven.

Las tuberías serán de fibrocemento, timbradas a 20 atm, se realizarán con uniones Gibault de acero estirado en frío o fundición, enterradas en zanjas.

La altura de relleno sobre los tubos será de 1,50 m en zonas con circulación rodada y 80 cm en el resto.

Se colocarán bocas de riego al final de cada tramo.

En las zonas bajas de la red se dispondrán desagües.

Se independizarán los tramos con válvulas dispuestas en pozos.

Los hidrantes irán sobre tubería de diámetro mínimo.

Se consideran como velocidades admisibles las comprendidas entre 0,5 y 1,5 m / s.

La presión mínima autorizable en el punto más desfavorable de la red será de 1 atm.

Artículo 16. Condiciones de la protección contra incendios.

La distancia entre hidrantes medida por espacios públicos no podrá superar los 200 metros.

El diseño y alimentación de la red que contenga los hidrantes serán adecuados para que bajo hipótesis de puesta en servicio de los dos hidrantes más próximos a cualquier posible incendio, el caudal en cada uno de ellos sea como mínimo de 1000 l /m para hidrantes de tipo 100 mm. durante dos horas y con una presión mínima de 10 m. c.d.a.

Artículo 17. Red de alcantarillado.

Las redes de alcantarillado se establecerán por el sistema unitario para evacuación de aguas fecales y pluviales.

La red discurrirá siguiendo los trazados de viales.

La red de alcantarillado será evacuada a la depuradora de aguas residuales, que está prevista para que se ejecute mediante un Plan especial de Infraestructuras de depuración y saneamiento.

El dimensionado de la red se ejecutará teniendo en cuenta lo siguiente:

Artículo 18. Condiciones de la red de alcantarillado.

Para el cálculo de los caudales de las aguas residuales se adoptará el caudal máximo resultante en el abastecimiento de agua y será afectado por un coeficiente de seguridad de 1,10.

Para el cálculo de los caudales de aguas pluviales se partirá de una intensidad de lluvia mínima de 110 l/seg/ha. Estas condiciones de cálculo serán afectadas por un coeficiente de seguridad de 1,5.

Se fija como coeficiente mínimo de escorrentía para la zona industrial 0,5 y para zona de parques y jardines de 0,15.

Las secciones mínimas de red general de alcantarillado serán de 30 cm. de diámetro y las velocidades máximas de 3 m/s a sección llena. Cuando los conductos sean de hormigón centrifugado o vibrado, podrán aumentarse a valores mayores adoptando tuberías de gres o equivalentes por la dureza de su revestimiento.

La velocidad mínima será superior o igual a 0,6 m/s.

Las conducciones serán subterráneas y seguirán el trazado de la red viaria y espacios libres.

Se situarán pozos de registro en los cambios de dirección y rasante, con distancias no superiores a los 50 m y preferentemente 35 m.

La profundidad mínima desde la rasante a la generatriz superior del conducto será como mínimo 1 m.

Dentro de las parcelas la acometida tiene que quedar como mínimo a 1 m. de profundidad de su rasante medida en la parte superior del tubo.

Artículo 19. Condiciones de las redes de energía eléctrica.

Las redes de distribución de energía eléctrica deberán cumplimentar los Reglamentos vigentes así como las siguientes condiciones:

- La tensión de distribución en Baja tensión será de 380/220 V con líneas enterradas.
- Las redes de Baja Tensión se alimentarán por estaciones transformadoras convenientemente distribuidas y alimentada por la red de M.T. de 15/20 KV, que se enganchará al transformador más próximo.

Para el cálculo de la potencia a instalar se partirá de un consumo de 125 w /m² construido, como cifra indicativa, ya que dependerá de las necesidades específicas de la industria que se trate.

Las características de las redes serán las recogidas en la Normativa de la Compañía Sevillana de Electricidad, concesionaria del servicio.

Artículo 20. Condiciones del alumbrado público.

El cálculo de alumbrado público se ajustará a los siguientes niveles de iluminación:

Viales principales: 20 a 25 lux iniciales

Viales secundarios: 20 lux iniciales

Se procurará la uniformidad de distribución de la luz, mediante una adecuada distribución racional de los aparatos, su altura en relación con el pavimento y la elección de los tipos cuyos sólidos fotométricos resulten más adecuados en cada caso. En cualquier caso, el factor de uniformidad medio estará comprendido entre 0,3 y 0,6.

La red de alumbrado público será subterránea e independiente de la red de distribución de energía eléctrica.

La caída de tensión no superará el 3%.

Los tubos protectores que forman la canalización tendrán una sección como mínimo igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

La acometida se realizará desde cuadros de alumbrado público adosados a las casetas de transformación.

Artículo 21. Condiciones del cerramiento general de la manzana.

Para conseguir una unidad de tratamiento estético en todo el cerramiento de las parcelas este será normalizado y de obligada construcción.

Como regla general se utilizará como cerramiento un muro de bloque de hormigón de 40x20x20 de 0,80 m. de altura, tomado como mortero. Sobre los muros se colocará una malla de acero galvanizado simple torsión con poste de acero galvanizado cada tres metros.

El cerramiento tendrá una altura total de 2 m.

Título 3: Normas de edificación de las manzanas con edificabilidad

Capítulo 1: Ámbito y normativa

Artículo 22. Ámbito de aplicación.

El ámbito de aplicación de la normativa de este título 3 es el de las manzanas de uso industrial, comercial y de equipamiento público con edificabilidad (deportivo y social).

Artículo 23. Normativa.

La normativa a aplicar en éstas manzanas será: la correspondiente de estas ordenanzas; el Reglamento de Actividades Molestas, insalubres, Nocivas o Peligrosas; la ley de Protección del Medio Ambiente Atmosférico; con carácter complementario, las ordenanzas de las Normas Subsidiarias Municipales; y, todas aquellas disposiciones, específicas o de carácter general, que correspondan al uso industrial, comercial, deportivo y social.

Capítulo 2: Condiciones generales de la edificación

Artículo 24. Parcela mínima.

La parcela mínima tendrá una fachada de al menos 10 m, y un fondo mínimo de 20 m. No se permite la segregación de ninguna parcela de superficie inferior a 350 m².

Artículo 25. Segregaciones y agrupaciones.

Se podrán segregar y agregar parcelas, sin más limitaciones que las especificadas en el artículo anterior.

Artículo 26. Altura, número de plantas y ocupación en planta.

En edificación exenta, la altura máxima de las construcciones e instalaciones será de 10 m.

Serán permitidas las construcciones por encima de la altura máxima si fueran necesarias para el adecuado funcionamiento de las industrias, tales como depósitos elevados, torres de refrigeración, castilletes de escaleras y ascensor, chimeneas, etc.

Su emplazamiento, forma y volumen serán libres siempre que estén debidamente justificados y sean coherentes con el diseño general de la construcción.

La altura se medirá a partir de la cota media de los vértices de la parcela, en fachada.

En edificación adosada, la altura máxima será de ocho metros, que se medirá a partir de la cota del punto más alto del lindero de parcela a viario. En ningún punto de este lindero se sobrepasará la altura máxima permitida en más de 1,00 m., para las parcelas con una sola fachada, o de 2,00, para las de esquina.

En las parcelas con dos fachadas opuestas, la limitación de altura, relativa a cada fachada, se aplicará, en el sentido del fondo, hasta la línea central.

Estas alturas máximas se refieren a paramentos de fachadas. La cubierta inclinada podrá sobrepasar la altura permitida siempre que su pendiente sea inferior a 45°.

En caso de cubierta a dos aguas cuyo hastial esté en el paramento de fachada sólo se permitirá que dicho hastial supere la altura máxima de los 8 metros en el 50% de la longitud de la fachada.

Artículo 27. Número de plantas.

En el suelo industrial y comercial; y en edificación adosada o ajustada a alineaciones, el número máximo de plantas será de dos.

En suelo de uso social y deportivo, la altura de edificación será, en caso de edificación adosada a colindantes, igual a las de uso comercial y en caso de edificación aislada se permitirá libertad compositiva sin más limitación que la de la edificabilidad asignada de 0,65 m²/m².

Artículo 28. Ocupación en planta.

En cada parcela se deberá dejar libre de edificación, al menos un 20 % de la superficie de la parcela; por tanto, la máxima ocupación en planta será del 80%.

En este espacio libre o patio, si es trasero, se podrá situar edificación complementaria de aseos o servicios vinculados a la actividad de la nave, adosada a un lindero lateral, con una ocupación máxima de un 25%, de dicho patio.

Artículo 29. Alineaciones, salientes y vuelos.

- Alineaciones

Las construcciones se ajustarán a los linderos de fachada.

Respecto al lindero posterior (opuesto a fachada) todas las parcelas, excepto las de esquina, deberán retranquear 3 m. la edificación.

En cuanto a los linderos laterales, podrán adosar la edificación o separarse del lindero; en este caso, no menos de 3 m. Estos retranqueos se refieren a los paramentos de la edificación, no a aleros y cornisas.

- Salientes y vuelos

Se permite un vuelo de 1 m., respecto a la línea de límite de edificación, en fachada, con una cota libre bajo el mismo, de 4,50 a calzada; y 50 cm. sobre las alineaciones de retranqueo, respecto a los linderos medianeros.

Artículo 30. Cerramientos de parcela en línea de fachada.

El cerramiento de fachada podrá ser de fábrica hasta una altura de 1m.; y hasta un total de 2,50, de malla, verja o cualquier elemento transparente.

Entre colindantes, donde la edificación no esté en el límite de parcela, el cerramiento podrá ser de fábrica u opaco, de hasta 3 m, de altura.

Artículo 31. Separación entre las construcciones

En caso de crear calles interiores estas deberán tener un mínimo de 4 m.

No podrán construirse edificaciones de más de 4000 metros de ocupación sin que exista un espacio de separación que permita el paso a los vehículos de extinción de incendios.

Artículo 32. Construcción de cerramientos medianeros.

Cuando una parcela necesite ser vallada, la ejecutará el primer propietario que se establezca, debiendo abonar el segundo los gastos proporcionales de la obra antes de que proceda a la construcción de edificio alguno.

Se podrá eliminar el cerramiento medianero entre dos parcelas en caso de que se pacte entre las industrias vecinas.

Capítulo 3: Condiciones de uso

Artículo 33. Usos permitidos

En las manzanas con edificabilidad asignada se permiten los usos siguientes:

A1: (industrial): incluye los usos: producción industrial, almacenaje y comercio mayorista, reparación y tratamiento de productos, producción artesanal y oficios artísticos y otros, siempre que se cumpla la normativa ya citada.

A2: (comercial): incluye los usos: hospedaje, espectáculos, salas de reunión, comercio, oficinas, aparcamiento y garaje.

En ambos casos la densidad de potencia máxima será de 0,1 Kw/ m²; el nivel sonoro al ruido de fondo de la vivienda más afectada no superará los 3 dB(A); y el nivel sonoro máximo será de 60 dB(A).

A3: (deportivo y social): los específicamente asignados a cada manzana.

Artículo 34. Usos prohibidos.

Se prohíbe el establecimiento de vaquerías, establos, cuadras y corrales de ganado y aves.

Se prohíbe el uso residencial. Solamente se permitirán viviendas de guardas, en aquellos casos que su necesidad sea justificada.

Artículo 35. Uso de espacios libres de parcela.

En los espacios libres de parcela, se permiten los usos de: exposición de productos, aparcamiento de vehículos, almacenamiento con carácter provisional y elementos móviles, en general. En la zona posterior de la parcela se permiten, además, instalaciones fijas de la industria, como depósitos, torres, etc.

Artículo 36. Aparcamientos.

En el interior de cada parcela será obligatorio prever una plaza de aparcamiento por cada 200 m² de edificación proyectada, y por cada fracción superior a 100 m².

Título 4: Normas para el suelo sin edificabilidad asignada

Capítulo 1: Espacios libres

Artículo 37. Usos.

El uso obligado de este suelo será el de jardines públicos, o simplemente, el de espacios libres.

Se permitirán construcciones de carácter temporal o definitivo, en régimen de concesión administrativa, tales como quioscos, pequeños locales para esparcimiento colectivo, etc.

La edificabilidad de estas instalaciones será inferior a 1 m² por cada 100 m² de suelo.

Capítulo 2: Viario

Artículo 38. Usos.

Se permitirán, bajo licencia municipal, instalaciones provisionales de puestos cubiertos para venta de prensa, bebidas, etc., siempre que el suelo cubierto no supere, por unidad de instalación, los 4 m², sea de carácter aislado y permita un paso libre peatonal de 2 m. de ancho mínimo.

Título 5: normas para el tratamiento de contaminantes

Capítulo 1: Condiciones generales de tratamientos de residuos sólidos

Artículo 39. Adquisición y utilización de contenedores.

Se entiende por contenedor de basuras aquel recipiente colectivo, hermético, de gran capacidad que permita un vaciado de su contenido de forma automática y sin ninguna manipulación manual en los camiones recoge-contenedores.

La adquisición y utilización de contenedores serán obligatorias en aquellos centros de gran producción de basuras, con un volumen superior a 600 l diarios, tales como mercadillos, clínicas, sanitarios, hospitales, industrias y establecimientos análogos, así como en los lugares donde lo crea el Ayuntamiento.

Los contenedores deberán limpiarse diariamente después del vaciado de los mismos, para lo cual dispondrán de un orificio de vaciado a fin de eliminar toda causa de insalubridad y falta de higiene.

Los contenedores deberán estar en todo momento cerrados y únicamente deberá llenarse de bolsas de basura en el momento final de la jornada comercial o de trabajo.

Artículo 40. Locales para el almacenamiento de basuras.

En el caso de centros de gran producción de basuras, los contenedores estarán ubicados en locales adecuados, dotados de bocas de riego y sumideros, siendo los suelos impermeables y las paredes lavables, y teniendo prevista una ventilación independiente. La superficie de los mismos estará en consonancia con la cantidad de basuras producidas.

Dichos locales estarán situados al nivel de la calle o, en otro caso, dispondrán de algún sistema elevador, y siempre en lugares de fácil acceso y cómoda maniobrabilidad para los camiones recoge-contenedores del Servicio de Limpieza.

Artículo 41. Evacuación de residuos convencionales.

Los residuos industriales no incluidos en especiales se califican como convencionales. Para su evacuación se requerirá el conocimiento del Ayuntamiento, que determinará el lugar para su eliminación o aprovechamiento.

Para la evacuación de residuos industriales especiales será necesaria la correspondiente autorización municipal, indicándose, a la vista de la naturaleza y características de los mismos, el lugar para su eliminación o tratamiento.

Artículo 42. Depósitos en el interior de recintos industriales.

En los casos de depósitos de residuos situados en el interior de recintos industriales, deberán tenerlos en las debidas condiciones de salubridad, seguridad, estética, etc.

El Ayuntamiento establecerá, en su caso, las medidas necesarias para cumplimentar dichas condiciones, incluso ordenar la retirada de los mismos, teniendo en cuenta al respecto la legislación vigente.

Artículo 43. Residuos industriales especiales.

Se consideran residuos industriales especiales, a efectos de estas Ordenanzas, aquellos que por su naturaleza, volumen o procedencia no son asimilables a los residuos domiciliarios o a las industrias convencionales, y que por sus características pueden resultar perjudiciales para la vida de los seres humanos, animales o plantas, y, en general, todos aquellos que supongan un peligro potencial de degradación del medio ambiente.

Este tipo de residuos requerirá una recogida, transporte y tratamiento específico.

Artículo 44. Almacenamiento y transporte de residuos industriales.

Cuando los residuos industriales puedan resultar de tal condición por el transcurso del tiempo, sólo podrán ser depositados en instalaciones específicas que aseguren su destrucción o inocuidad.

El transporte de los desechos o residuos sólidos industriales especiales podrá efectuarse por los propios productores o poseedores, o por terceras personas que cuenten con la oportuna y específica licencia, y mediante vehículos especialmente acondicionados para evitar todo riesgo.

Una vez efectuado el vertido se acreditará documentalmente esta circunstancia ante el Ayuntamiento.

Artículo 45. Tratamiento, vertido y eliminación de residuos industriales especiales.

El tratamiento, vertido y eliminación de residuos industriales especiales tendrán la consideración de actividades peligrosas, insalubres, y nocivas y, por tanto, a tal efecto será preceptivo:

- Realizar el inventario de los residuos industriales especiales, con indicación de productos, cantidades, tipos y características, que se originen en el término municipal.
- Efectuar estudio del impacto ambiental del tratamiento, vertido y eliminación de dichos residuos, determinando las condiciones de manipulación, transportes, seguridad, etc. Que proceda.

En todo caso, el Ayuntamiento adoptará y exigirá la adopción de cuantos medios precautorios y de cautela sean necesarios al objeto de cumplimentar los fines de tutela y protección de los ciudadanos y de sus bienes.

Artículo 46. Trituradores de basuras y residuos.

Se prohíben los trituradores de basuras y residuos con vertido a la red de alcantarillado. No obstante, en casos muy especiales y justificados, el Ayuntamiento podrá autorizar la instalación y uso de aparatos de este tipo.

Capítulo 2: Condiciones generales de los vertidos de aguas residuales.

Artículo 47. Objeto de la presente Ordenanza.

La presente Ordenanza tiene por objeto regular el vertido de aguas residuales procedentes de las actividades del Polígono industrial que nos ocupa, ubicadas en el término municipal a fin de proteger la calidad ambiental y sanitaria de las aguas, superficiales y subterráneas, así como las instalaciones municipales, red de alcantarillado y estaciones depuradoras de daños en su construcción o perturbación en su funcionamiento.

Artículo 48. Ordenanzas de aplicación.

Sin perjuicio de lo establecido en esta Ordenanza, los dispositivos de evacuación de vertidos, las acometidas a la red de saneamiento y, en general, las instalaciones para esa finalidad, se ajustarán a lo dispuesto en el PGMO y Ordenanzas que la desarrollen, así como a las específicas que regulen las condiciones sanitarias de los mismos.

Artículo 49. Situaciones de emergencia.

Se produce una situación de emergencia cuando, a causa de un vertido accidental, se originen, directa o indirectamente, situaciones anómalas que puedan perjudicar gravemente la integridad y el correcto funcionamiento de las instalaciones de saneamiento, que pongan en peligro a personas o bienes en general, o se superen los niveles de inmisión.

Los titulares de actividades que por su naturaleza puedan ocasionar este tipo de vertidos tendrán que adoptar las medidas correctoras necesarias, incluida la construcción de las instalaciones protectoras idóneas, cuyo proyecto sea aprobado por el Ayuntamiento.

Dicha aprobación no eximirá al titular de las responsabilidades consiguientes a la situación de emergencia.

Artículo 50. Vertido a las redes de alcantarillado municipal.

De forma general queda totalmente prohibido verter, directa o indirectamente a las redes de alcantarillado municipal sustancias que por su naturaleza puedan causar efectos perniciosos en la fábrica de la alcantarilla e instalaciones de depuración, dificultar las operaciones de mantenimiento e inspección del alcantarillado por creación de atmósferas peligrosas o nocivas para el personal encargado y que puedan originar molestias públicas.

Artículo 51. Condiciones y limitaciones para el vertido de sustancias.

Cuando las actividades viertan al alcantarillado sustancias que puedan alterar los procesos de tratamiento o sean potencialmente contaminadoras, o cuando la complejidad o volumen de la actividad lo requieran, el Ayuntamiento podrá establecer condiciones y limitaciones especificadas con carácter excepcional. En cualquier caso, deberán cumplir los niveles de emisión referidos a sus volúmenes de producción que se fijen con carácter general por las disposiciones vigentes sin perjuicio de las limitaciones exigidas por el cauce receptor.

Artículo 52. Arqueta de toma de muestras y aforo de caudales.

Las actividades cuyos vertidos lo requieran, instalarán en los terrenos de la actividad una arqueta o pozo de toma de muestras y aforo de caudales.

Las demás actividades que carezcan de componentes tóxicos pueden suprimir la instalación de la arqueta de toma de muestras aunque, en todo caso, deberán disponer de un registro final, fácilmente accesible, que recoja la totalidad de las aguas residuales y permita extraer sin dificultad muestras de agua para su análisis.

Artículo 53. Características de la arqueta.

La arqueta será fácilmente accesible y recogerá todas las arquetas residuales de la actividad antes de la incorporación del vertido a la red de alcantarillado, para su evacuación conjunta a través del sistema medidor del caudal con precisión y sea aprobado por el Ayuntamiento previo informe de los Servicios Técnicos Municipales.

La existencia de instalaciones de tratamiento no exime del cumplimiento de las obligaciones anteriores. En tales casos, el Ayuntamiento podrá exigir la construcción de otra arqueta antes de la entrada del agua al proceso de tratamiento depurador.

Artículo 54. Instalación de aparatos medidores.

El Ayuntamiento podrá requerir de las actividades significativas por la calidad o cantidad de sus vertidos, la instalación de aparatos medidores de caudal y otros parámetros.

En cualquier caso, el mantenimiento de la arqueta y el registro de toma de muestras en condiciones de funcionamiento y acceso adecuados, será responsabilidad de la entidad productora del vertido.

Capítulo 3: Condiciones generales de los niveles sonoros y la contaminación atmosférica

Artículo 55. Aplicación de las ordenanzas para la protección del medio ambiente.

Las presentes Ordenanzas regulan la actuación municipal para la protección del medio ambiente contra las perturbaciones por ruidos y contaminación atmosférica.

Quedan sometidas a sus prescripciones, de obligatoria observancia todas las instalaciones, aparatos, construcciones, obras, vehículos, medios de transporte y en general todos los elementos, actividades y comportamientos que produzcan ruidos que ocasionen molestias o peligrosidad al vecindario y sean susceptibles de ocasionar molestias.

Artículo 56. Valoración de los niveles de ruido.

La valoración de los niveles de ruido se medirá donde las molestias sean más acusadas.

Las medidas en el exterior se llevarán a cabo entre 1,2 y 1,5 m sobre el suelo y si es posible a al menos a 3,5 m de las paredes o superficie reflectante.

Se tendrá en cuenta si la actividad se realiza con las ventanas abiertas o cerradas para hacer la medición.

Artículo 57

En el medio ambiente exterior, con excepción de los ruidos de tráfico, no se podrá producir ningún ruido cuyo nivel sonoro continuo equivalente, sobrepase los niveles que a continuación se expresan en función de la zonificación y horario.

Zonas industriales

Entre las 08 a 22 horas 60 dBA

Entre las 22 a 08 horas 55 dBA

Zonas comerciales

Entre las 08 a 22 horas 60 dBA

Entre las 22 a 08 horas 55 dBA

Artículo 58. Instalación sobre elementos estructurales de máquinas u órganos en movimiento.

No podrá instalarse ninguna máquina ni órgano en movimiento, de cualquier instalación, en/o sobre paredes medianeras, techos, forjados u otros elementos estructurales de las edificaciones, si no se llevan a cabo los sistemas de control necesarios a fin de evitar molestias en el vecindario, debiéndose justificar plenamente estos sistemas.

Artículo 59. Instalación en tierra de máquinas u órganos en movimiento.

La instalación en tierra de los elementos citados en el artículo anterior se efectuará con interposición de elementos antivibratorios adecuados, cuya idoneidad deberá justificarse plenamente en los correspondientes proyectos.

Artículo 60. Conductos para fluidos en régimen forzado.

Los conductos por donde circulen fluidos en régimen forzado, dispondrán de dispositivos antivibratorios.

La conexión de equipos para el desplazamiento de fluidos, como es el caso de instalaciones de ventilación, climatización y aire comprimido, a conductos y tuberías, se realizará mediante toma o dispositivos elásticos. Los primeros tramos tubulares y conductos, y si es necesario la totalidad de la red, se soportarán mediante elementos elásticos para evitar la transmisión de ruidos y vibraciones a través de la estructura del edificio.

Si atraviesan paredes, las conducciones tubulares y conductos lo harán sin fijarse a la pared y con un montaje elástico de probada eficacia.

Artículo 61. Equipos de aire acondicionado, ventilación o refrigeración.

Los equipos de las instalaciones de aire acondicionado, ventilación o refrigeración, como pueden ser, ventiladores, extractores, unidades condensadoras y evaporadoras, compresores, bombas, torres de refrigeración y otras similares no originarán en los edificios contiguos o próximos ni a los usuarios de estos edificios, niveles superiores a los fijados en el artículo 55.

Artículo 62. Residuos gaseosos.

La cantidad máxima de polvo contenida en los gases o humos emanados por las industrias no excederá 1,50 gramos / m³.

El peso total de polvo emanado por una misma unidad industrial deberá ser inferior a 50 kg/h.

Quedan totalmente prohibidas las emanaciones de polvos o gases nocivos.

Artículo 63. Intervenciones de los distintos Organismos.

El régimen que establece la presente Ordenanza se entiende sin perjuicio de las intervenciones que correspondan a los departamentos ministeriales, consejerías, y demás Organismos de la esfera de sus respectivas competencias.

2. Estudio de seguridad y salud

No es objeto de estudio en este proyecto.

3. Documentación de catálogos

Condensador evaporativo

R 717 (Amoniaco)											
Presión Condensador (KPa)	Temp. Cond. (°C)	Temperatura de Bulbo Húmedo (°C)									
		16	18	20	21	22	24	26	27	29	32
1069	30	1.25	1.38	1.61	1.75	1.94	2.42	-	-	-	-
1138	32	1.06	1.19	1.35	1.44	1.56	1.84	2.31	-	-	-
1225	34	0.94	1.02	1.12	1.18	1.27	1.45	1.71	1.88	-	-
1245	35	0.88	0.94	1.04	1.09	1.15	1.30	1.51	1.64	2.08	-
1294	36	0.80	0.88	0.96	1.00	1.06	1.18	1.34	1.46	1.76	-
1362	38	0.74	0.78	0.83	0.86	0.90	0.98	1.09	1.19	1.40	2.10
1451	40	0.65	0.69	0.73	0.75	0.78	0.84	0.94	1.00	1.11	1.49
1558	42	0.59	0.61	0.64	0.66	0.68	0.72	0.78	0.83	0.90	1.15
1656	44	-	0.54	0.56	0.58	0.60	0.64	0.69	0.73	0.77	0.95

Tabla 1

Factor corrección para el cálculo de la disipación de calor

Condensador Evaporativo	Disipación Standard Kw
EWK-E 144/2	102
EWK-E 144/3	140
EWK-E 144/4	166
EWK-E 225/3	228
EWK-E 225/4	292
EWK-E 225/5	390
EWK-E 324/4	423
EWK-E 324/5	503
EWK-E 441/4	558
EWK-E 441/5	681
EWK-E 441/6	826
EWK-E 576/5	857
EWK-E 576/6	1024
EWK-E 900/5	1305
EWK-E 900/6	1565
EWK-E 1260/5	2013
EWK-E 1260/6	2498
EWK-E 1800/5	2720
EWK-E 1800/6	3330

TABLA 2

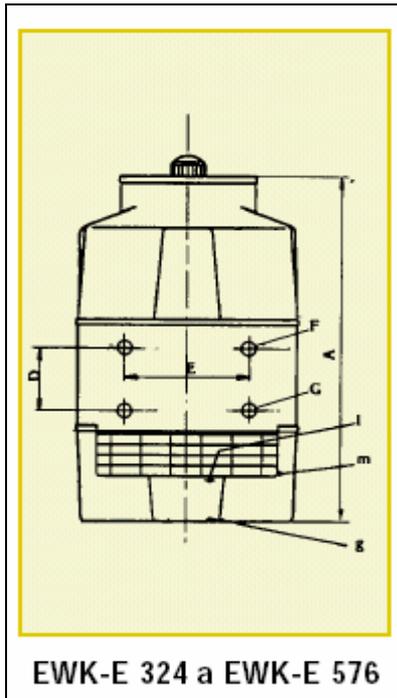


TABLA 3

Peso en Vacío (Kg)	Dimensiones (mm)						
	A	B	C	D	E	F	G
650	2.320	1.220	1.220	380		2"	1 1/4"
750	2.620	1.220	1.220	570		2"	1 1/4"
900	2.620	1.220	1.220	760		2"	1 1/2"
1180	2.660	1.534	1.534	570		2 1/2"	2"
1345	2.660	1.534	1.534	760		2 1/2"	2"
1575	2.960	1.534	1.534	950		2 1/2"	2"
1756	2.890	1.825	1.825	760	800	2 x 2"	2 x 1 1/2"
2075	3.190	1.825	1.825	950	800	2 x 2"	2 x 1 1/2"
2085	2.940	2.140	2.140	760	807	2 x 2 1/2"	2 x 2"
2440	3.240	2.140	2.140	950	807	2 x 2 1/2"	2 x 2"
2850	3.540	2.140	2.140	1.160	807	2 x 2 1/2"	2 x 2"
2960	3.520	2.440	2.440	950	1.156	2 x 3"	2 x 2"
3430	3.820	2.440	2.440	1.160	1.156	2 x 3"	2 x 2 1/2"
4385	3.980	4.125	2.025	950	660	3 x 3"	3 x 2 1/2"
4995	4.280	4.125	2.025	1.160	660	3 x 3"	3 x 2 1/2"
7265	4.360	4.260	3.040	950	950	4 x 3"	4 x 2 1/2"
8300	4.660	4.260	3.040	1.160	950	4 x 3"	4 x 2 1/2"
8810	4.290	4.100	4.100	950	660	6 x 3"	6 x 2 1/2"
10200	4.590	4.100	4.100	1.160	660	6 x 3"	6 x 2 1/2"

TABLA 4. El que corresponde a EWK-E 441/6 es el que pesa en vacío 2850 kg.

Torre tipo	Caudal de Aire (m ³ /s)	Ventilador Potencia Motor Kw	Caudal de Agua (l/s)	Bomba Potencia Motor Kw	Peso en Servicio (Kg)
EWK-E 144/2	5	1,5	4	0,75	1190
EWK-E 144/3	5	1,5	4	0,75	1290
EWK-E 144/4	5	1,5	5	0,75	1440
EWK-E 225/3	8	2,2	5	0,75	2140
EWK-E 225/4	8	2,2	7	0,75	2305
EWK-E 225/5	10	3	9	1,1	2535
EWK-E 324/4	10	3	9	1,1	3030
EWK-E 324/5	13	4	13	1,5	3340
EWK-E 441/4	13	4	13	1,5	4245
EWK-E 441/5	16	5,5	13	2,2	4600
EWK-E 441/6	20	7,5	18	2,2	5010
EWK-E 576/5	20	7,5	18	2,2	5460
EWK-E 576/6	23	7,5	22	2,2	5930
EWK-E 900/5	30	9	30	3	9185
EWK-E 900/6	35	11	35	3	9795
EWK-E 1260/5	40	15	39	2 x 2,2	13865
EWK-E 1260/6	45	15	50	2 x 3	14900
EWK-E 1800/5	58	22	60	2 x 3	20570
EWK-E 1800/6	65	22	70	2 x 3	23820

TABLA 5

Compresor

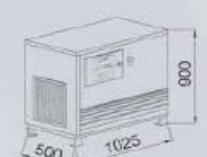
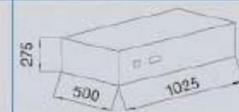
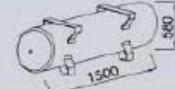
PS 100-400										
Codigo	Puesta en marcha	Modelo	Presión		Dire. efectiv. producido		Potencia	Nivel de ruido	Peso	Dimensiones
			BAR MAX	PSIG MAX	L/MIN	CFM				
02300600	Abier. arran. ΔY	PS 204 - 8	8	115	600	21	4 - 5,5	74	105	Conexión 3/4" 
02300700	Abier. arran. ΔY	PS 204 - 10	10	145	510	18	4 - 5,5	74	105	
02300800	Abier. arran. ΔY	PS 205 - 8	8	115	810	28	5,5 - 7,5	75	110	
02300900	Abier. arran. ΔY	PS 205 - 10	10	145	720	25	5,5 - 7,5	75	110	
02301000	Abier. arran. ΔY	PS 205 - 13	13	190	600	21	5,5 - 7,5	75	110	
02301100	Abier. arran. ΔY	PS 207 - 8	8	115	1130	40	7,5 - 10	74	125	
02301200	Abier. arran. ΔY	PS 207 - 10	10	145	980	35	7,5 - 10	74	125	
02301300	Abier. arran. ΔY	PS 207 - 13	13	190	830	29	7,5 - 10	74	125	
02301400	Abier. arran. ΔY	PS 211 - 8	8	115	1650	59	11 - 15	75	135	
02301500	Abier. arran. ΔY	PS 211 - 10	10	145	1530	54	11 - 15	75	135	
02301600	Abier. arran. ΔY	PS 211 - 13	13	190	1250	44	11 - 15	75	135	Conexión 3/4" 
02302200	Silenc. arran. ΔY	PS 404 - 8	8	115	600	21	4 - 5,5	69	115	
02302300	Silenc. arran. ΔY	PS 404 - 10	10	145	510	18	4 - 5,5	69	115	
02302400	Silenc. arran. ΔY	PS 405 - 8	8	115	810	28	5,5 - 7,5	70	120	
02302500	Silenc. arran. ΔY	PS 405 - 10	10	145	720	25	5,5 - 7,5	70	120	
02302600	Silenc. arran. ΔY	PS 405 - 13	13	190	600	21	5,5 - 7,5	70	120	
02302700	Silenc. arran. ΔY	PS 407 - 8	8	115	1130	40	7,5 - 10	69	135	
02302800	Silenc. arran. ΔY	PS 407 - 10	10	145	980	35	7,5 - 10	69	135	
02302900	Silenc. arran. ΔY	PS 407 - 13	13	190	830	29	7,5 - 10	69	135	
02303000	Silenc. arran. ΔY	PS 411 - 8	8	115	1650	59	11 - 15	70	145	
02303100	Silenc. arran. ΔY	PS 411 - 10	10	145	1530	54	11 - 15	70	145	
02303200	Silenc. arran. ΔY	PS 411 - 13	13	190	1250	44	11 - 15	70	145	
02303300	Silenc. ΔY start.	PS 415 - 8	8	115	2010	70	15 - 20	71	155	
02303400	Silenc. ΔY start.	PS 415 - 10	10	145	1890	66	15 - 20	71	155	
02303500	Silenc. ΔY start.	PS 415 - 13	13	190	1670	58	15 - 20	70	155	
Secador de aire PSO 075-PSO 150										
Filtro		Opcional: sólo para modelos PS 400								
Descarga de condensación capacitiva										
Deposito aire lt. 270 - 500		Opcional: para todos los modelos								

FIGURA 1



FIGURA 2



FIGURA 3

Caldera



FIGURA 1

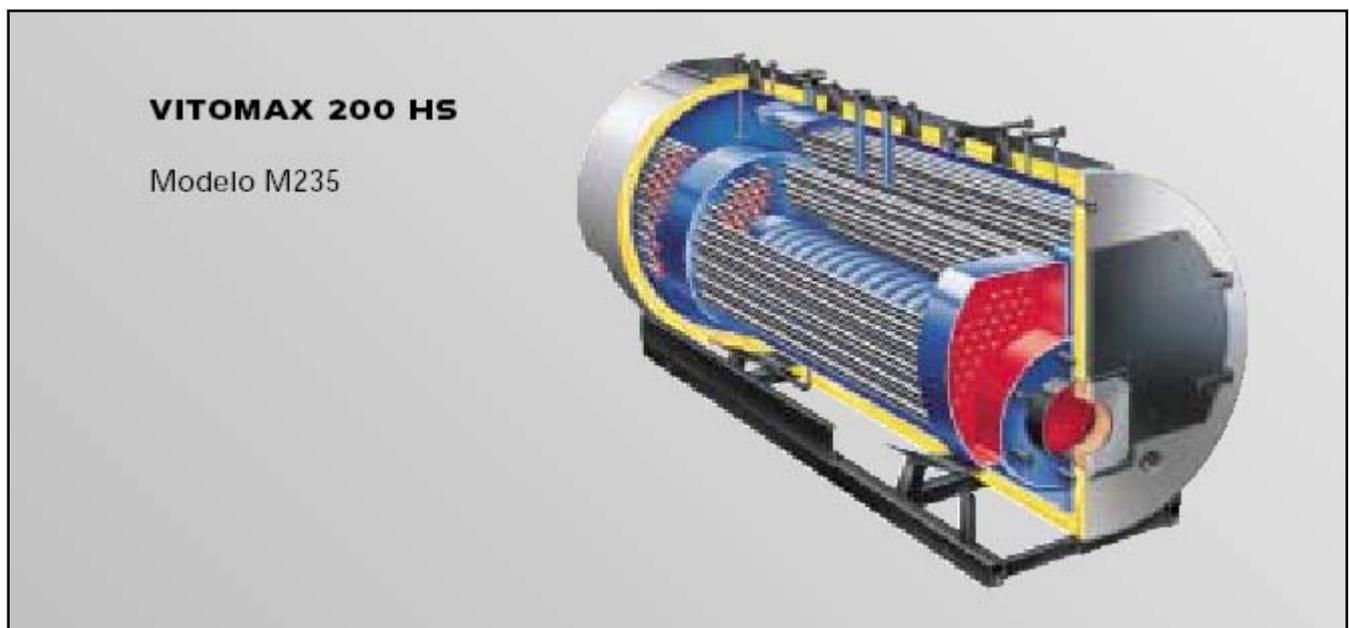


FIGURA 2

Cálculo de luminarias

Tabla 4ª

UTILANCIAS
Valores relativos al plano útil



FACTORES DE REFLEXION	Techo Paredes Pl. útil	Razón de suspensión J = 0										Razón de suspensión J = 1/3																				
		80 30	80 10	70 30	70 10	70 30	70 10	70 30	70 10	50 30	50 10	50 30	50 10	30 30	30 10	30 30	30 10	80 30	80 10	70 30	70 10	70 30	70 10	70 30	70 10	50 30	50 10	50 30	50 10	30 30	30 10	30 30
LUMINARIA DE CLASE A Para una instalación de índice de malla Km. = 0,50 Índice de proximidad Kp. = 0,25	Índice del local	0,60	0,82	0,75	0,80	0,74	0,70	0,67	0,62	0,58	0,66	0,61	0,58	0,61	0,58	0,61	0,58	0,78	0,73	0,77	0,72	0,68	0,65	0,61	0,58	0,65	0,61	0,58	0,61	0,58	0,61	0,58
	0,80	0,92	0,83	0,90	0,82	0,80	0,76	0,71	0,68	0,75	0,71	0,67	0,70	0,67	0,70	0,67	0,70	0,67	0,88	0,81	0,87	0,81	0,77	0,74	0,70	0,67	0,74	0,70	0,67	0,74	0,70	0,67
	1,00	0,98	0,88	0,96	0,87	0,87	0,81	0,77	0,74	0,80	0,76	0,73	0,76	0,73	0,76	0,73	0,76	0,73	0,94	0,86	0,93	0,85	0,84	0,80	0,76	0,73	0,79	0,75	0,73	0,75	0,72	0,72
	1,25	1,04	0,92	1,01	0,91	0,93	0,86	0,82	0,79	0,84	0,81	0,78	0,80	0,78	0,80	0,78	0,80	0,78	1,00	0,90	0,98	0,89	0,89	0,84	0,81	0,78	0,84	0,80	0,78	0,80	0,77	0,77
	1,50	1,08	0,95	1,05	0,94	0,97	0,89	0,85	0,82	0,87	0,84	0,81	0,82	0,83	0,81	0,81	0,81	1,04	0,93	1,02	0,92	0,94	0,88	0,84	0,81	0,87	0,84	0,81	0,83	0,81	0,81	0,81
	2,00	1,13	0,98	1,10	0,99	1,03	0,93	0,90	0,88	0,92	0,89	0,87	0,88	0,86	0,86	0,86	1,09	0,97	1,07	0,96	1,00	0,92	0,89	0,87	0,91	0,88	0,86	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86
	2,50	1,16	1,00	1,13	0,99	1,07	0,96	0,93	0,91	0,94	0,92	0,90	0,91	0,89	0,89	1,13	0,99	1,10	0,98	1,04	0,95	0,92	0,90	0,94	0,91	0,89	0,90	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
	3,00	1,19	1,02	1,15	1,01	1,10	0,98	0,96	0,94	0,96	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	1,16	1,01	1,13	1,00	1,07	0,97	0,95	0,93	0,96	0,94	0,92	0,92	0,92	0,91	0,91	0,91	0,91
	4,00	1,22	1,04	1,18	1,03	1,14	1,01	0,99	0,97	0,99	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	1,20	1,03	1,16	1,02	1,12	1,00	0,98	0,97	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94
	5,00	1,24	1,05	1,20	1,04	1,17	1,02	1,01	1,00	1,00	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	1,22	1,04	1,18	1,03	1,15	1,02	1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,95	0,94	0,94
LUMINARIA DE CLASE B Para una instalación de índice de malla Km. = 1 Índice de proximidad Kp. = 0,50	Índice del local	0,60	0,81	0,75	0,80	0,74	0,69	0,66	0,61	0,58	0,65	0,61	0,58	0,60	0,57	0,60	0,57	0,77	0,72	0,77	0,72	0,67	0,65	0,60	0,57	0,65	0,60	0,57	0,60	0,57	0,60	0,57
	0,80	0,91	0,82	0,89	0,81	0,79	0,75	0,70	0,66	0,73	0,69	0,66	0,69	0,66	0,66	0,66	0,66	0,86	0,80	0,85	0,80	0,76	0,73	0,69	0,66	0,73	0,69	0,66	0,68	0,68	0,66	
	1,00	0,97	0,87	0,95	0,86	0,85	0,80	0,75	0,72	0,79	0,74	0,72	0,74	0,71	0,71	0,71	0,71	0,93	0,85	0,91	0,84	0,82	0,78	0,74	0,71	0,78	0,74	0,71	0,73	0,71	0,71	
	1,25	1,03	0,92	1,00	0,90	0,92	0,85	0,81	0,78	0,84	0,80	0,77	0,79	0,77	0,77	0,77	0,77	0,99	0,90	0,97	0,89	0,88	0,83	0,80	0,77	0,83	0,79	0,77	0,79	0,77	0,76	0,76
	1,50	1,07	0,94	1,04	0,93	0,96	0,88	0,84	0,81	0,86	0,83	0,80	0,82	0,80	0,80	1,03	0,92	1,01	0,91	0,92	0,86	0,83	0,80	0,85	0,82	0,79	0,82	0,79	0,82	0,79	0,79	
	2,00	1,12	0,97	1,09	0,98	1,02	0,92	0,89	0,86	0,91	0,88	0,86	0,87	0,85	0,85	1,09	0,96	1,06	0,95	0,99	0,91	0,88	0,85	0,90	0,87	0,85	0,86	0,84	0,86	0,84	0,84	
	2,50	1,16	1,00	1,12	0,99	1,06	0,95	0,92	0,90	0,94	0,91	0,89	0,90	0,88	0,88	1,13	0,99	1,10	0,98	1,03	0,94	0,91	0,89	0,93	0,90	0,88	0,89	0,88	0,88	0,88	0,88	
	3,00	1,18	1,01	1,15	1,00	1,09	0,97	0,95	0,93	0,95	0,94	0,92	0,92	0,91	0,91	1,15	1,00	1,12	0,99	1,06	0,96	0,94	0,92	0,95	0,93	0,91	0,91	0,92	0,90	0,92	0,90	
	4,00	1,22	1,03	1,17	1,02	1,14	1,00	0,98	0,96	0,98	0,97	0,95	0,95	0,94	0,94	1,19	1,03	1,16	1,02	1,11	0,99	0,97	0,96	0,96	0,96	0,94	0,95	0,94	0,95	0,93	0,95	0,93
	5,00	1,24	1,04	1,19	1,03	1,16	1,02	1,00	0,99	1,00	0,99	0,97	0,97	0,96	0,96	1,22	1,04	1,18	1,03	1,14	1,01	0,99	0,98	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
LUMINARIA DE CLASE C Para una instalación de índice de malla Km. = 1 Índice de proximidad Kp. = 0,50	Índice del local	0,60	0,72	0,66	0,70	0,65	0,58	0,56	0,50	0,45	0,55	0,49	0,45	0,49	0,45	0,45	0,45	0,68	0,63	0,67	0,63	0,56	0,54	0,49	0,45	0,54	0,49	0,45	0,49	0,45	0,45	
	0,80	0,83	0,76	0,81	0,74	0,70	0,66	0,60	0,55	0,64	0,59	0,55	0,59	0,55	0,55	0,55	0,55	0,79	0,73	0,77	0,72	0,67	0,64	0,59	0,55	0,63	0,58	0,55	0,58	0,55	0,55	
	1,00	0,91	0,81	0,88	0,80	0,77	0,72	0,66	0,62	0,71	0,66	0,62	0,65	0,61	0,61	0,61	0,61	0,86	0,79	0,85	0,78	0,74	0,70	0,65	0,61	0,70	0,65	0,61	0,64	0,61	0,61	
	1,25	0,93	0,87	0,95	0,85	0,85	0,79	0,73	0,69	0,77	0,73	0,69	0,72	0,68	0,68	0,68	0,68	0,93	0,85	0,91	0,84	0,81	0,77	0,72	0,68	0,76	0,72	0,68	0,71	0,68	0,68	
	1,50	1,02	0,90	0,99	0,88	0,90	0,82	0,77	0,73	0,81	0,76	0,73	0,75	0,72	0,72	0,72	0,72	0,98	0,88	0,96	0,87	0,86	0,81	0,78	0,72	0,80	0,75	0,72	0,75	0,72	0,72	
	2,00	1,08	0,94	1,05	0,94	0,97	0,88	0,83	0,80	0,86	0,82	0,79	0,81	0,78	0,78	1,05	0,93	1,02	0,92	0,93	0,86	0,82	0,79	0,85	0,81	0,78	0,81	0,78	0,81	0,78	0,78	
	2,50	1,12	0,97	1,09	0,95	1,02	0,91	0,87	0,84	0,89	0,86	0,83	0,85	0,82	0,82	1,09	0,96	1,06	0,94	1,00	0,90	0,86	0,83	0,88	0,85	0,82	0,84	0,82	0,84	0,82	0,82	
	3,00	1,15	0,99	1,11	0,97	1,05	0,93	0,90	0,87	0,91	0,89	0,86	0,87	0,85	0,85	1,12	0,97	1,09	0,96	1,02	0,92	0,89	0,86	0,91	0,88	0,85	0,87	0,84	0,87	0,84	0,84	
	4,00	1,19	1,01	1,14	0,99	1,09	0,96	0,94	0,91	0,94	0,92	0,90	0,90	0,89	0,89	1,16	1,00	1,13	0,99	1,07	0,96	0,93	0,90	0,94	0,91	0,89	0,90	0,89	0,89	0,89	0,89	
	5,00	1,21	1,02	1,16	1,01	1,12	0,98	0,96	0,94	0,96	0,94	0,92	0,92	0,91	0,91	1,19	1,01	1,15	1,00	1,10	0,97	0,95	0,93	0,96	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
LUMINARIA DE CLASE D Para una instalación de índice de malla Km. = 1 Índice de proximidad Kp. = 0,75	Índice del local	0,60	0,66	0,61	0,65	0,60	0,52	0,49	0,43	0,38	0,48	0,42	0,38	0,42	0,37	0,42	0,37	0,62	0,58	0,61	0,57	0,49	0,48	0,42	0,37	0,47	0,41	0,37	0,41	0,37	0,37	
	0,80	0,77	0,70	0,75	0,69	0,63	0,59	0,52	0,47	0,58	0,52	0,47	0,51	0,47	0,47	0,47	0,47	0,73	0,67	0,72	0,67	0,60	0,57	0,51	0,47	0,57	0,51	0,47	0,51	0,47	0,47	
	1,00	0,89	0,80	0,87	0,79	0,76	0,71	0,65	0,61	0,69	0,64	0,60	0,64	0,60	0,60	0,60	0,60	0,85	0,78	0,83	0,77	0,73	0,69	0,64	0,60	0,68	0,63	0,60	0,63	0,59	0,59	
	1,25	0,95	0,85	0,92	0,83	0,82	0,76	0,70	0,65	0,74	0,69	0,65	0,68	0,65	0,65	0,65	0,65	0,91	0,82	0,89	0,81	0,78	0,74	0,69	0,65	0,73	0,68	0,64	0,68	0,64	0,64	
	1,50	1,01	0,89	0,98	0,87	0,88	0,81	0,76	0,72	0,79	0,75	0,71	0,74	0,70	0,70	0,70	0,70	0,97	0,87	0,94	0,86	0,85	0,79	0,74	0,71	0,78	0,74	0,70	0,73	0,70	0,70	
	2,00	1,07	0,93	1,04	0,93	0,95	0,86	0,82	0,78	0,84	0,81	0,77	0,79	0,76	0,76	1,04	0,92	1,01	0,91	0,92	0,85	0,81	0,77	0,84	0,80	0,77	0,79	0,76	0,76	0,76	0,76	
	2,50	1,11	0,96	1,08	0,95	1,00	0,90	0,86	0,83	0,88	0,84	0,81	0,83	0,81	0,81	1,08	0,95	1,05	0,93	0,97	0,89	0,85	0,81	0,87	0,84	0,81	0,83	0,80	0,83	0,80	0,80	
	3,00	1,14	0,98	1,11	0,97	1,04	0,93	0,89	0,86	0,91	0,88	0,85	0,86	0,84	0,84	1,11	0,97	1,08	0,96	1,01	0,92	0,88	0,85	0,90	0,87	0,84	0,86	0,84	0,84	0,84	0,84	
	4,00	1,18	1,01	1,14	0,99	1,09	0,96	0,93	0,91	0,94	0,91	0,89	0,90	0,88	0,88	1,16	1,00	1,12	0,99	1,06	0,95	0,92	0,90	0,93	0,91	0,89	0,90	0,88	0,88	0,88	0,88	
	5,00	1,21	1,02	1,16	1,01	1,12	0,98	0,96	0,93	0,96	0,94	0,92	0,92	0,91	0,91																	

CALCULO DE ALUMBRADO PUBLICO

Este tipo de alumbrado trata de la iluminación de aquellos lugares abiertos al tránsito, a fin de favorecer la circulación nocturna y evitar el peligro que origina la oscuridad.

Para llevar a cabo una buena iluminación es esencial que la instalación esté bien proyectada, para lo cual es necesario conocer previamente al estudio, una serie de datos tales como:

- 1º Dimensiones del espacio a iluminar.
- 2º Naturaleza o categoría de la vía a iluminar. (De esta forma podemos fijar un nivel de iluminación adecuado).
- 3º Clase de fuente luminosa.
- 4º Tipo de luminaria (Abierta o cerrada).
- 5º Características ópticas de la luminaria y lámpara a utilizar. (Curvas Isolux, Curva de utilización, etc.).

PROCESO DE CALCULO POR EL METODO DE LOS LUMENES

Partiendo de los datos fijados y de los obtenidos en las tablas, se calcula el flujo luminoso para un tramo de la vía por la fórmula de la iluminación.

$$\Phi = \frac{Ems \times A \times D}{\eta \times fc}$$

en donde:

- Φ = Flujo luminoso necesario
- Ems = Iluminación media en servicio
- A = Anchura de calzada
- D = Distancia entre luminarias
- η = Factor de utilización (obtenido de la curva de utilización).
- fc = Factor de conservación (de luminaria y lámpara). Según M.O.P. en O.C. nº 9.1.I.C. de Marzo de 1964, sobre «Alumbrado de carreteras» se considera como valor mínimo el de 0,70.

Este flujo luminoso obtenido tiene que ser aproximadamente igual al dado por las lámparas que a priori se habían elegido, en cuyo caso puede considerarse como válida la elección inicial.

NIVEL MEDIO DE ILUMINACION EN SERVICIO SEGUN EL TIPO DE VIA

Tabla 1

TIPO	NIVEL
Carreteras principales Calles principales	20 ÷ 30 lux
Carreteras secundarias Calles secundarias	15 ÷ 20 lux
Calles en zona residencial Calles en zona industrial	10 ÷ 15 lux

FLUJO DE LAMPARAS

Tabla 2

TIPO	POTENCIA	FLUJO	
Vapor de Mercurio color corregido (M.C.C.)	80 W.	3.800 Lm.	
	125 W.	6.300 Lm.	
	250 W.	13.500 Lm.	
	400 W.	23.000 Lm.	
Vapor de Sodio alta presión (S.A.P.) Ampolla bulbo	70 W.	5.800 Lm.	
	100 W.	9.500 Lm.	
	150 W.	15.000 Lm.	
	250 W.	25.000 Lm.	
Ampolla bulbo	400 W.	47.000 Lm.	
	Vapor de Sodio alta presión (S.A.P.) Ampolla tubular	70 W.	6.000 Lm.
		100 W.	10.000 Lm.
		150 W.	15.500 Lm.
250 W.		27.000 Lm.	
400 W.	48.000 Lm.		

ALTURAS RECOMENDABLES SEGUN EL FLUJO LUMINOSO DEL PUNTO DE LUZ

Tabla 3

Potencia luminosa instalada Lm.	Altura del punto de luz m.
3.000 a 10.000	6 a 7
10.000 a 20.000	7 a 9
> 20.000	≥ 9

DISPOSICION DE LOS PUNTOS DE LUZ SEGUN LA ANCHURA DE CALZADA Y LA ALTURA DE LOS MISMOS

Tabla 4

Tipo de disposición	Altura punto luz Relación Anchura de calzada	
	Valor mínimo	Valor recomend.
	Unilateral	0,85
Bilateral al trespelillo	1/2	2/3
Bilateral pareada	1/3	1/2

FIGURA 2

Centro de transformación

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS											
Potencia en kVA		250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	
Tensión	Primaria	Tensión más Elevada para el Material 24 kV									
Asignada	Secundaria en Vacío*	420 V entre fases en vacío									
Regulación sin Tensión		± 2,5 ± 5% ó +2,5 + 5 + 7,5 + 10% (otras regulaciones bajo contrato)									
Grupo de Conexión*		Dyn 11									
Pérdidas en Vacío (W)*		650	930	1300	1550	1700	2130	2600	3100	3800	
Pérdidas en Carga (W)*		3250	4600	6500	8100	10500	13500	17000	20200	26500	
Impedancia de Cortocircuito % a 75° C *		4	4	4	6	6	6	6	6	6	
Intensidad de Vacío al 100% de Vn*		2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,9	
Nivel de Potencia Acústica*		62	65	67	68	68	70	71	73	76	
Caída de Tensión	cos φ = 1	1,4	1,2	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	
a Plena Carga %	cos φ = 0,8	3,3	3,2	3,1	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	
Rendimiento (%)	Carga										
	100%	cos φ = 1	98,5	98,6	98,8	98,8	98,8	98,8	98,8	98,9	98,8
		cos φ = 0,8	98,1	98,3	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,6	98,5
	Carga	cos φ = 1	98,7	98,8	99,0	99,0	99,0	99,0	99,0	99,1	99,0
	75%	cos φ = 0,8	98,4	98,6	98,7	98,7	98,8	98,7	98,8	98,8	98,8

* Otras posibilidades bajo contrato

FIGURA 1



FIGURA 2

Tuberías

Tabla de pérdidas de carga

Pérdidas de carga Pc en m manométricos por cada 100 m de tubería nueva de hierro fundido
Velocidad V del líquido en la conducción en metros/segundo

CAUDAL		DIAMETRO INTERIOR EN MM																																
		25	32	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1.000							
3	Pc %	17	6	1,6	0,54	0,25	0,13	0,06	0,03	0,02																								
	Vm/s	1,70	1,03	0,67	0,43	0,29	0,22	0,16	0,13	0,10																								
6	Pc %		24	6	2	0,9	0,43	0,21	0,13	0,08	0,026																							
	Vm/s		2,06	1,34	0,85	0,58	0,44	0,32	0,26	0,20	0,13																							
9	Pc %			12,5	4,3	1,8	0,9	0,46	0,25	0,15	0,06																							
	Vm/s			2,08	1,32	0,89	0,65	0,5	0,39	0,32	0,20																							
12	Pc %				20	7	3,2	1,5	0,75	0,44	0,25	0,09	0,03																					
	Vm/s				2,76	1,76	1,19	0,88	0,67	0,53	0,43	0,27	0,18																					
15	Pc %					12	5,2	2,4	1,25	0,7	0,42	0,15	0,06																					
	Vm/s					2,2	1,49	1,1	0,87	0,66	0,54	0,34	0,24																					
18	Pc %						7	3,5	1,7	1	0,6	0,2	0,08																					
	Vm/s						2,64	1,78	1,3	1	0,78	0,64	0,4	0,28																				
21	Pc %							22	8,8	4,2	2,2	1,3	0,75	0,28	0,1	0,05																		
	Vm/s							3,35	2,08	1,54	1,17	0,93	0,75	0,48	0,32	0,24																		
24	Pc %								12	5,7	3	1,7	1	0,38	0,14	0,07																		
	Vm/s								2,38	1,76	1,34	1,06	0,86	0,54	0,36	0,28																		
27	Pc %									14	7	3,5	2	1,25	0,42	0,17	0,08																	
	Vm/s									2,7	1,97	1,45	1,17	0,96	0,6	0,42	0,31																	
30	Pc %										17	8,2	4,2	2,5	1,5	0,5	0,2	0,09																
	Vm/s										2,98	2,2	1,74	1,32	1,08	0,68	0,48	0,34																
36	Pc %											25	12	6,3	3,5	2	0,75	0,3	0,14	0,07														
	Vm/s											3,58	2,63	2	1,56	1,28	0,82	0,57	0,42	0,32														
42	Pc %												16	8,6	4,5	2,7	0,85	0,33	0,18	0,08														
	Vm/s												3,07	2,34	1,85	1,5	0,96	0,66	0,48	0,37														
48	Pc %													21	10	6	3,6	1,2	0,45	0,22	0,12	0,06												
	Vm/s													3,51	2,68	2,12	1,72	1,08	0,72	0,56	0,43	0,34												
54	Pc %														25	13,5	7,6	4,5	1,5	0,55	0,28	0,14	0,08											
	Vm/s														3,94	3	2,34	1,92	1,2	0,94	0,63	0,48	0,38											
60	Pc %															16	9	5,5	1,8	0,7	0,33	0,17	0,1											
	Vm/s															3,32	2,64	2,16	1,36	0,96	0,68	0,53	0,42											
75	Pc %																24	14	8	4,0	0,24	0,14	0,08											
	Vm/s																4,17	3,31	2,68	1,72	1,18	0,87	0,67	0,53	0,43									
90	Pc %																	20	12,5	3,8	1,45	0,74	0,38	0,2	0,14	0,08								
	Vm/s																	3,97	3,24	2,04	1,44	1,02	0,8	0,63	0,51	0,42								
105	Pc %																		26	16,5	5,3	1,95	0,9	0,47	0,27	0,16	0,1							
	Vm/s																		4,6	3,74	2,41	1,66	1,22	0,93	0,74	0,59	0,49							
120	Pc %																			21,5	6,9	2,6	1,2	0,61	0,36	0,2	0,14	0,08						
	Vm/s																			4,31	2,72	1,93	1,35	1,06	0,84	0,68	0,56	0,47						
135	Pc %																				26	9	3,3	1,5	0,76	0,45	0,25	0,17	0,1					
	Vm/s																				4,81	1,07	2,13	1,56	1,19	0,95	0,76	0,63	0,53					
150	Pc %																					11	4	1,9	0,95	0,55	0,3	0,21	0,12	0,06				
	Vm/s																					3,44	2,36	1,74	1,34	1,05	0,86	0,70	0,59	0,43				
165	Pc %																						13	4,7	2,2	1,13	0,65	0,37	0,24	0,15	0,08			
	Vm/s																						3,75	2,61	1,91	1,46	1,15	0,94	0,77	0,65	0,48			
180	Pc %																							15,2	5,5	2,6	1,3	0,76	0,43	0,29	0,18	0,09		
	Vm/s																							4,09	2,83	2,06	1,55	1,26	1,02	0,84	0,71	0,52		

Las PERDIDAS DE CARGA producidas por los accesorios se calculan considerándolos como equivalentes a las siguientes longitudes de tubería:
 VALVULAS DE PIE. Como 15 m tubería
 VALVULAS DE RETENCION . . . Como 10 m tubería
 VALVULAS DE COMPUERTA. . . Como 5 m tubería
 CURVAS, CODOS (90°) Como 5 m tubería

FIGURA 1