UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO DE GRADO

Grado en Ingeniería Mecánica

DISEÑO DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL. MICROCERVECERÍA

Volumen I

Memoria

Autor: Didac Balaguer Serra
Director: Josep Pardina
Departamento EGE

Convocatoria: Octubre 2017

ÍNDICE

	Pag.
1. Resumen	5
2. Abstract	6
3. Introducción	7
4. Objeto del proyecto	8
5. Alcance	9
6. Características del terreno	10
6.1.Localización	10
6.2. Descripción del local	12
6.2.1. Distribución y superficies	15
6.2.2. Construcción	15
6.2.3. Accesibilidad	16
7. Descripción de la actividad	17
7.1. Clasificación de la actividad	17
7.2. Descripción del proceso productivo o industrial	17
7.2.1. Materias primas	18
7.2.1.1. Agua	22
7.2.1.2. Malta	22
7.2.1.3. Lúpulos	24
7.2.1.4. Levadura	25
8. Proceso de fabricación	26
8.1. Procesos previos	26
8.1.1. Molturación	26
8.1.2. Tratamiento de agua	26

8.2. Primera fase: maceración 26

8.3. Segunda fase: cocción 27

8.4. Tercera fase: fermentación y maduración 28

8.4.1. Fermentación primaria 28

8.4.2. Fermentación secundaria 28

8.4.3. Maduración 28

8.4.4. Carbonatación forzada y envasado 29

9. Maquinaria y equipos contenidos 30

10. Instalación eléctrica 35

10.1. Objeto de la instalación 35

10.2. Ámbito de aplicación de la instalación 35

10.3. Normativa aplicable 35

10.4. Descripción de la instalación 36

10.4.1. Suministro de energía 36

10.4.2. Acometida 37

10.4.3. Derivación individual 37

10.4.4. Caja seccionadora y caja general de protección 37

10.4.5. Cuadros de mando y protección 38

10.4.6. Canalizaciones eléctricas 41

10.4.7. Conductores 43

10.4.8. Cajas de empalme 46

10.4.9. Mecanismos y tomas de corriente 46

10.4.10. Características generales de la instalación de alumbrado 47

10.4.11. Instalación de puesta a tierra 50

10.5. Cálculos de la instalación eléctrica 51

10.5.1. Alumbrado interior 51

10.5.2. Alumbrado de emergencia 64

10.5.3. Alumbrado exterior 65

10.5.4. Necesidades de suministro 65

10.5.5. Fórmulas utilizadas 67

10.5.6. Acometida 70

10.5.7. Cálculo de la puesta a tierra 71

10.6. Resumen de los cálculos 72

11. Instalación de protección contra incendios 73

11.1. Objeto de la instalación 73

11.2. Normativa aplicable 73

11.3. Caracterización del establecimiento industrial 74

11.3.1. Por configuración y ubicación con relación a su entorno 74

11.3.2. Por su nivel de riesgo intrínseco 74

11.3.3. Sectorización del establecimiento industrial 75

11.3.4. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco 75

11.4. Requisitos constructivos del establecimiento industrial 77

11.4.1. Sectorización del establecimiento industrial 77

11.4.2. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes 77

11.4.3. Evacuación del establecimiento industrial 78

11.4.4. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión 80

11.4.5. Almacenamientos 81

11.4.6. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios 82

12. Conclusiones 98

1. Resumen

El presente proyecto consiste en el diseño de una planta industrial, ubicada en la ciudad de Mataró, la capital de la comarca del Maresme. En esta planta se elaborará cerveza artesana de forma moderna, es decir, aplicando la tecnología para poder brindar con una cerveza de alta calidad.

Esta fábrica se ubica, en un recinto industrial en el barrio de Pla d'en Boet, una zona idónea para desarrollar una actividad industrial y muy bien conectada para su posterior distribución.

Además, en esta ciudad existen varios locales con una cultura cervecera excelente y con gran interés de probar cervezas como las que se van a desarrollar en la compañía cervecera DUMA S.L.

En efecto, el recinto industrial se tuvo que habilitar para poder elaborar cerveza abasteciéndolo de maquinaria, de una red eléctrica, de iluminación y contar con sus debidas protecciones contra incendios.

En el grueso de este trabajo, se dan las herramientas para llevar a cabo estos objetivos y despertar en ustedes esa cultura cervecera que llevamos dentro.

2. **Abstract**

This project is about a design of an industrial floor. It is located in Mataró which is the main city in Maresme area. In this place a handmade beer will be produced in a modern way, it is said, using a technology in order to let us to drink a high-quality beer.

This factory is ubicated in an industrial commercial area which belongs to Pla d'en Boet neighbourhood, it is a suitable place because it is a well-served zone which will help us for its later distribution.

Moreover, in this city there are different places (pubs) where we can find an expert with an excellent beer's culture and surely looking forward to tasting fitted out this kind of beer that will be made in this brewery Company, DUMA S.L.

In fact, this industrial floor had to be fitted out where the handmade beer will be able to be produced, also to set up machinery, an electrical net, lighting and take the suitable protections against fire.

In conclusion in this project the necessary tools are given in order to get the goals and surely you could feel the beer's culture is growing in your inside.

3. **Introducción**

La elaboración de cerveza es uno de los primeros procesos bioquímicos descubiertos por la humanidad. Ya hace diez mil años que se elabora, desde los egipcios y sumerios, pero las técnicas han cambiado y han evolucionado hasta la actualidad.

Actualmente existen cervezas rubias, tostadas, afrutadas, negras, marrones; todas ellas con sus propias técnicas y procesos que dan cobijo a una innumerable lista de fábricas de cerveza en todo el mundo.

El presente proyecto trata sobre el diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal. En este ámbito, según el Registro General Sanitario, en 2014, España se vio salpicada por la numerosa proliferación de microcervecerías pensadas para satisfacer la creciente demanda de consumidores en busca de productos *Premium* en el sector de bebidas alcohólicas. En ese año, existían 290 productores de cervezas artesanales frente a las 50 que había en el 2010.

Asimismo, el año 2012 representó para España un cambio para un sector de la población que se sentía acosada por una crisis económica y una consecuente parada de demanda de bebidas ociosas en tascas y tabernas. Tal fue así, que este año es llamado comúnmente como el "año cero" de la cerveza artesanal en España, ya que a causa de la crisis y la falta de empleo, la población empezó a experimentar, a modo de iniciación y en sus propios garajes, con algunas herramientas que les permitiera buscar la fórmula que les sacara de la pobreza, y al mismo tiempo, que les permitiera continuar con su pasión por la cerveza en una nueva oportunidad de negocio, convirtiéndose así en la figura de los *home brewers*. Así, y según la información recabada por la Asociación de Cerveceros de España, en 2014, se produjo la apertura de 314 microcervecerías en España y 238 en Catalunya. En la actualidad, esta cifra ha aumentado en un total de 748 en el sector, cuyo objetivo es estar presente en el mercado.

Hoy día, España se ha convertido en el cuarto mayor productor de cerveza artesana de la Unión Europea.

4. **Objeto del proyecto**

El presente proyecto tiene como objetivo adecuar una planta industrial con las herramientas necesarias para elaborar cerveza artesana, así como la reunión de todos los requisitos para poder comercializar con ella en el ámbito español.

Asimismo, se tendrá que elaborar las instalaciones de electricidad, iluminación y de riesgo contra incendios para que pueda llevarse a cabo la actividad definida en la fábrica.

Otro objetivo será definir el proceso de elaboración e instalar los diferentes elementos que componen la maquinaria para dicha microcervecería.

5. **Alcance**

Este proyecto nos permite desarrollar la actividad descrita anteriormente con toda seguridad para los trabajadores y con una producción de 20000 litros de cerveza al mes. El recinto se dimensiona con la posibilidad de ampliar esta producción a una mayor sin necesidad de ampliar las instalaciones diseñadas.

6. Características del terreno

6.1. Localización

La ubicación del local es lo más importante para la venta de cerveza, la micrcervecería se ubica en Mataró, carrer Puig i Pidemunt número 54, esquina con carrer Francesc Layret, en el polígono industrial de Pla d'en Boet, muy cerca de la población de Mataró.

Se encuentra a 30 km. de la capital de Barcelona, y tiene fácil acceso a las autopistas y autovías de la comunidad como la N-II, la C-32, la C-60, la AP-7 y la A-2. Esto hace que la comunicación entre las poblaciones sea bastante fluida y rápida.

Imagen 1.- Emplazamiento de la microcervecería.

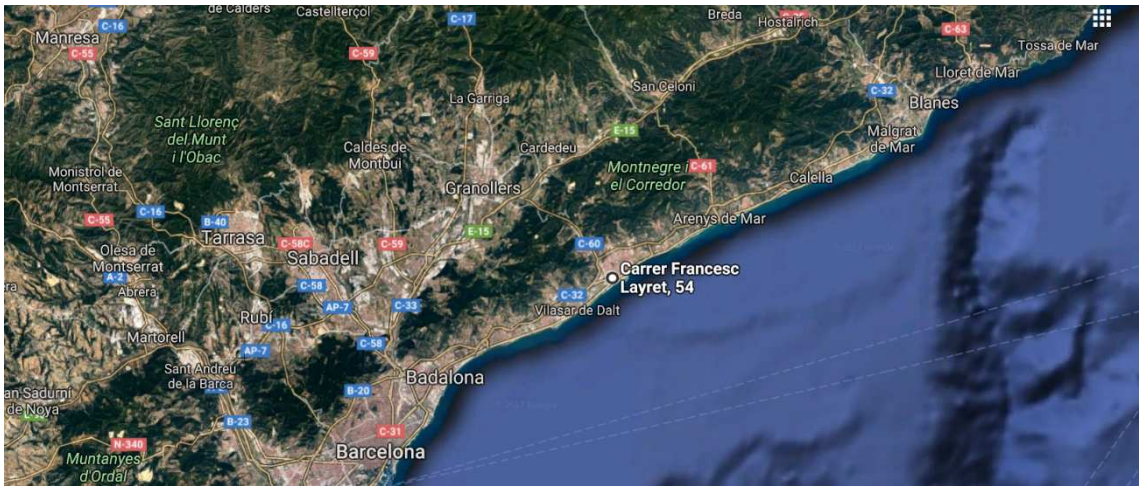


Imagen 2.- Emplazamiento de la microcervecería.

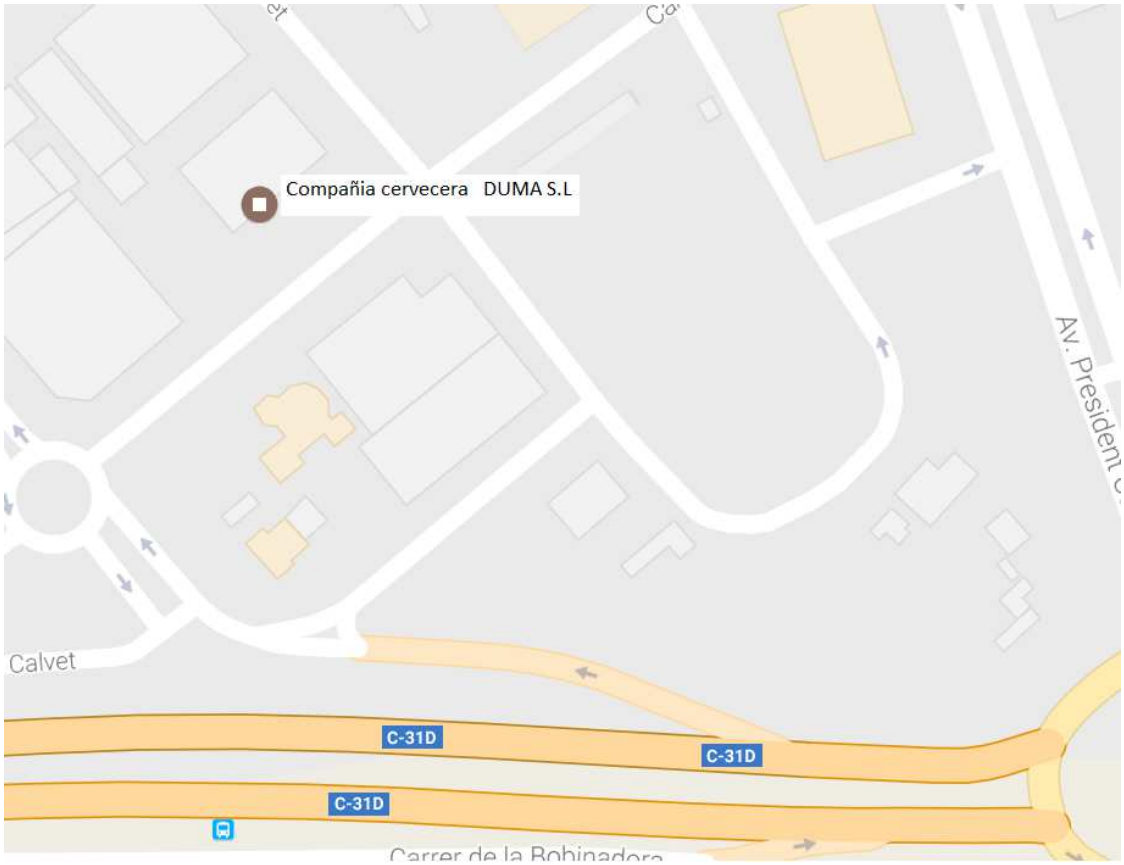


Imagen 3. -Emplazamiento de la microcervecería.

6.2. **Descripción del local**

El local dispone de una superficie de 2378 $m^{2,}$ de los cuales 1007,56 m^2 son edificados. La nave se encuentra a los cuatro vientos con dos de sus fachadas orientadas a la vía. La nave tiene una altura de siete metros homogénea en toda su superficie.

La nave donde se encuentra la microcervecería es de planta rectangular y cuenta con diferentes salas. A continuación, estas se describen como:

- **Sala de malteado:**

  En esta sala se trata la cebada para transformarla en malta. Esta operación consiste en molturar los diferentes tipos de cebada que van a utilizarse y empaquetarlos como lotes para cada partida de producto.

- **Sala de tratamiento de agua:**

  En esta sala se almacena agua en diferentes depósitos para poder tratarla y obtener el *liquor.* Se dispone también de un pequeño almacén donde se guardan los productos específicos para el tratamiento y un laboratorio de medición, donde se analiza la composición del *liquor* y su pH.

- **Sala de maceración y cocción:**

  En esta habitación se obtiene el mosto. Para ello, se usa el *liquor* procedente de la caldera y se mezcla con el lote de malta en la cuba de maceración, donde se extraen los azúcares. Una vez finalizada la maceración, el mosto se recircula con el objetivo de conseguir una óptima extracción de azúcares. Antes de pasar a la olla de cocción, se debe separar el mosto de la mezcla de la malta con el uso de la técnica *whirpool*. De la misma manera, se usa una olla de cocción donde el mosto pasa a hervir junto a los lúpulos. Finalmente, se enfría el mosto con la ayuda de un intercambiador de calor para su posterior fermentación.

- **Sala de fermentación:**

  En esta estancia se encuentran los tanques de fermentación refrigerados donde se añade el mosto ya enfriado con la levadura el tiempo necesario para las correspondientes transformaciones. La cantidad de tanques que haya definen en sí mismos la producción total de cerveza.

- **Sala de maduración:**

  En esta sala se encuentran los tanques de maduración de la cerveza, donde la cerveza se separa de todos los sedimentos creados en el tanque de fermentación. Con todo, se consigue el sabor final de la cerveza y se carbonata el producto final.

- **Sala de embotellado y embarrilado:**

  En esta habitación se pasa la cerveza del madurador directo a las botellas y barriles para su comercio.

- **Almacenes:**

  En estas estancias se llevan a cabo labores de almacenaje de las materias propias del proceso, como la malta, la cebada, los lúpulos, los barriles, las botellas, etc. los cuales están distribuidos por toda la nave y se pueden acceder a ellos en las mismas salas que requieran de dichas materias, así como los productos que deban guardarse refrigerados. Por lo tanto, se dispone también de las neveras necesarias en cada uno de los almacenes.

- **Servicios y vestuarios:**

  Todo el personal de la microcerveceria dispone de un vestuario donde poder cambiarse de ropa y asearse para poder garantizar la higiene y seguridad necesarias para cada uno de los trabajos exigidos.

- **Zona oficinas:**

  La nave dispone de una zona donde se da lugar a las tareas administrativas, logísticas y de comercio dotada de ordenadores, sala de reuniones y recepción de clientes y proveedores.

- **Zona de descarga de materias primas:**

  Es la zona ubicada en el exterior de la nave, cerca de los almacenes, donde se descargan las materias primas que suministran nuestros proveedores.

- **Zona de carga:**

  Es la zona ubicada en el exterior de la nave, cerca de los almacenes, donde se carga el producto ya preparado para llevar a cabo su comercialización.

- **Parking:**

  En el exterior de la nave se habilita una zona de parking para trabajadores y clientes de la empresa.

6.2.1. **Distribución y superficies**

La nave como microcervecería tiene una superficie construida de 1007,56 m^2 y una superficie útil de 927,01 m^2. Esta última está dividida en las estancias siguientes:

Estancias	**Superficie útil (m^2)**
Sala de malteado	81,51
Tratamiento de aguas	21,00
Sala de maceración y cocción	113,59
Sala de fermentación	83,30
Sala de maduración, clarificación y pasteurización	95,53
Sala de embotellado, embarrilado, etiquetaje y envasado	101,65
Almacén de venta	88,98
Vestíbulos	177,95
Almacenes de materias primas	42,67
W.C (señoras)	19,84
W.C (caballeros)	19,84
Vestuarios	21,35
Oficinas	59,80
TOTAL	**927,01**

Tabla 1. Distribución de superficies de las estancias de la nave industrial.

6.2.2. **Construcción**

El sistema constructivo de la nave consta de una estructura metálica con paredes prefabricadas de hormigón armado. La altura libre de la nave es de siete metros, uniforme en toda su superficie.

6.2.3. **Accesibilidad**

La nave tendrá dos accesos diferenciados: El primer acceso a ella se sitúa en la calle Puig i Pidemunt para la descarga de materias. El segundo acceso se efectúa por la calle Francesc Layret. En este caso, se accede al parking de clientes y trabajadores o directamente a la zona de carga de producto, ya listo para la posterior distribución y comercio del producto.

7. Descripción de la actividad

7.1. Clasificación de la actividad

Según el CNAE (Clasificación Nacional de Actividades Económicas), esta industria corresponde a la fabricación de cerveza con código 1596.

7.2. Descripción del proceso productivo o industrial

En el presente apartado se define, por un lado, las cantidades y tipos de materias primas necesarias para el proceso productivo y llevar a cabo el alcance ya definido anteriormente (20.000L/mes de cerveza estilo Pale Ale y IPA). Por otro lado, se define la elaboración de los distintos estilos en cerveza artesana. Una vez acotado el proceso, se puede dimensionar la maquinaria necesaria para el buen funcionamiento de la microcervecería.

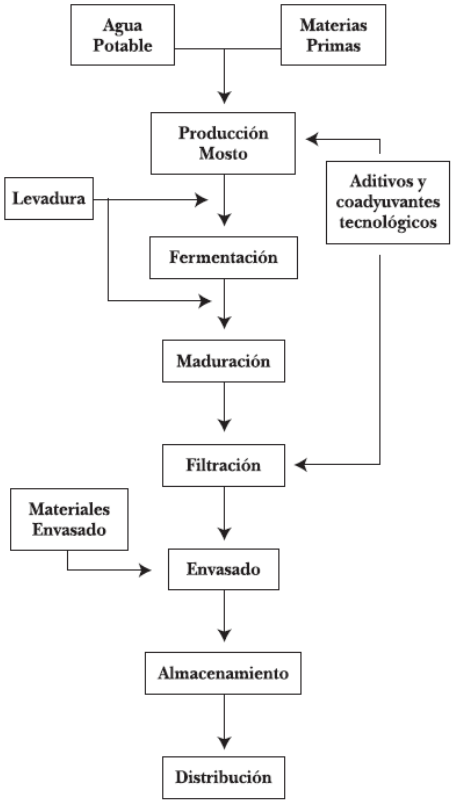


Imagen 4. Diagrama de flujo del proceso productivo de la microcervecería.

7.2.1. **Materias primas**

Las materias primas son las que definen las recetas de los dos estilos de cerveza que se van a elaborar en la microcervecería, con una producción de 1.000 L/día.

Cerveza A

Nombre: 'Pandemia'

Estilo: American Pale Ale

Cantidad por lote: 1000 L

Densidad Inicial de fermentación (OG): 1046

Densidad al Final de la fermentación (FG): 1013

Graduación: 4,4 %

IBU: 30

Índice de color SRM: 16

Maltas:

Cantidad (Kg)	Tipo	SRM	Características
200	Pale Malt	3	Es una malta base. Da la esencia en el estilo Pale Ale.
25	Caramel Malt	120	Esta Malta da cuerpo a la cerveza con un toque de dulzor. Al elegir la gama de color 120, se intensifican los matices en el producto final. También ayuda a formar y retener la espuma.

5	Carapils Malt	2	Esta malta aporta cuerpo y suaviza ligeramente los sabores adquiridos. Homogeneiza la mezcla.
Maceración por infusión simple: 90 minutos			

Lúpulos:

Cantidad (kg)	Tipo	Alfa- Acido (%)	Tiempo de cocción (min)	Características
1,5	Fuggle	5,17	60	Suave, agradable, con aroma de frutas y hierbas
0,75	Fuggle	5,17	15	
1,5	Cascade	6	5	Da el toque cítrico (pomelo)
Tiempo total de cocción: 60 minutos				

Otras adiciones en la cocción:

100 gr de Irish Moss los últimos 15 minutos. Facilita la precipitación de las proteínas.

Levadura:

Burton Ale (WLP023) Cepa clásica de Burton-on-Trent.

Cerveza B

Nombre: 'Ipanema'

Estilo: Indian Pale Ale

Cantidad por lote: 1000 L

Densidad Inicial de fermentación (OG): 1063

Densidad al Final de la fermentación (FG): 1012

Graduación: 6,9 %

IBU: 42

Índice de color SRM: 5

Maltas:

Cantidad (Kg)	Tipo	SRM	Características
230	Pale Malt	3	Es una malta base. Da la esencia en el estilo Pale Ale.
30	Munich Malt Dark	19	En pequeña cantidad intensifica el sabor a malta.
20	Carapils Malt	2	Esta malta aporta cuerpo y suaviza ligeramente los sabores adquiridos. Homogeneiza la mezcla.
2,2	Wheat Malt	2	Suaviza sabores, forma y retiene la espuma.
Maceración por infusión simple: 95 minutos			

Lúpulos:

Adiciones de lúpulos en la cocción.

Cantidad (kg)	Tipo	Alfa- Acido (%)	Tiempo de cocción (min)	Características
1,6	Southern Cross	11,2	40	Cítrico, especiado.
0,4	Cascade	6,2	10	Da el toque cítrico (pomelo). Muy acertado para el Dry Hopping.
0,4	Centennial	8,8	10	Muy parecido al Cascade.
Tiempo total de cocción: 90 minutos				

Otras adiciones en la cocción:

3 kg de Dextrosa en los últimos 10 minutos de la cocción.

Adiciones de lúpulo en *Dry Hopping*:

Cantidad (kg)	Tipo	Tiempo de aplicación (días)	Temperatura de fermentación (ºC)
1,5	Centennial	4	20
1,5	Cascade	4	20
1,5	Centennial	10	10
1,5	Cascade	10	10

Levadura:

American Ale II Wyeast 1272. Una levadura suave, limpia y con un toque a nueces.

7.2.1.1. Agua

El agua supone hasta el 95% de la cerveza. Por ello, los minerales disueltos en ella tienen mucha importancia en las reacciones necesarias durante la maceración. El agua, una vez analizada y tratada, en el ámbito cervecero, se llama *liquor*.

Para elaborar la receta A, llamada "Pandemia" y la receta B, llamada "Ipanema", el *liquor* debe tener las siguientes características:

	Ca^{+2}	Mg^{+2}	CO_3^{-2}	SO_4^{-2}	Cl^{-1}	Na^{+1}
Pandemia	> 150	10	< 50	< 150	< 50	< 50
Ipanema	> 150	< 15	< 50	< 700	$SO_4^{-2}/_2$	< 50*

*Todas las cifras están en ppm.

El *liquor* será analizado y tratado de igual forma con la variación de cantidad de sulfatos y cloruro para cada estilo en cada partida de 1000 litros.

7.2.1.2 **Malta**

- **PALE MALT**

Color: 3 SRM

Es la esencia de las cervezas de estilo Ale y se usa como base tanto en la cerveza "Pandemia" como en la cerveza "Ipanema". El consumo al mes es de 4300 Kg.

- **CARAMEL MALT**

Color: 120 SRM

Se usa para dar el toque oscuro a la cerveza “Pandemia” y supone el 11% de la carga total. Confiere cuerpo y un toque dulzón con sabores como el caramelo y las nueces. El consumo al mes es de 250 Kg.

- **CARAPILS MALT**

Color: 2 SRM

Esta malta se usa en las dos recetas pero no de la misma manera. Por un lado, en “Pandemia”, se aplica un 2% de la carga total, con intención de homogeneizar la mezcla y fundir todos los matices en un sabor único.

Por otro lado, en “Ipanema”, se aplica un 7% de la carga total, con el fin de caramelizar la cerveza y ayudar a la formación y retención de la espuma. El consumo al mes es de 250 Kg.

- **MUNICH MALT DARK**

Color: 19 SRM

Se usa para intensificar el sabor y el aroma a malta, y a la vez, oscurecer la cerveza. Se aplica en un 11% de la carga total en la receta “Ipanema”. El consumo al mes es de 300 Kg.

- **WHEAT MALT**

Color: 2 SRM

Es una malta de trigo que supone la esencia de todas las cervezas de trigo, se usa en la receta “Ipanema” en un 1% de la carga total del mismo modo que se usa Carapils Malt en “Pandemia”, darle el toque maestro. El consumo al mes es de 22 Kg.

7.2.1.3. **Lúpulos**

- **FUGGLES**

Alfa-ácidos: 5,17%

Este lúpulo se añade en la receta "Pandemia" durante los primeros minutos de ebullición, lo cual da inicialmente un ligero toque de amargor y resulta finalmente muy agradable al paladar. A continuación, se produce una adición tardía para aportar sabor con matices frutales y florales. El consumo mensual es de 22,5 Kg.

- **CASACDE**

Alfa-ácido: 6,2%

Este lúpulo se emplea en las dos recetas pero se usa de diferente manera, tal y como se describe a continuación:

- En "Pandemia", este lúpulo se destina para aportar un aroma a pomelo inclasificable.
- En "Ipanema" este lúpulo se emplea para aportar aroma a pomelo y el *dry hopping* (lupulado en seco), el cual aporta un amargor fresco imprescindible en una receta de estilo Indian Pale Ale. El consumo mensual es de 49 Kg.

- **SOUTHERN CROSS**

Alfa-ácido: 11,2%

En la receta "Ipanema", este juega el papel de dar amargor a la cerveza, ya que es añadido al principio de la ebullición. Se considera un lúpulo especifico de amargor por su alto contenido de alfa-ácido y así es empleado en la receta. El consumo mensual es de 16Kg.

- **CENTENNIAN**

Alfa-ácido: 8,8%

Lúpulo de la familia del cascade, a veces también es denominado como super-cascade, es usado en la receta “Ipanema” solo para reforzar los matices que puede aportar el lúpulo cascade. El consumo mensual es de 34 Kg.

7.2.1.4. Levadura

- **BURTON ALE (WLP023)**

Cepa clásica de Burton-on-Trent. Es ideal para el estilo American Pale Ale ya que se desarolla perfectamente como perfil de *liquor* de la receta “Pandemia”.

Toques de fruta: manzana, pera y miel.

Atenuación: 69-75%.

Floculación: media.

Temperatura óptima de fermentación: 20-22ºC.

- **AMERICAN ALE II WYEAST 1272**

Suave, limpia y con un toque a nueces. Acabado ligeramente ácido. Esta es usada en la receta “Ipanema” por su alto rango de temperaturas, tanto en fermentación como en su floculación alta.

Atenuación: 72-76%.

Floculación: alta.

Temperatura óptima de fermentación: 16-22ºC.

8. Proceso de fabricación

8.1. Procesos previos

8.1.1. MOLTURACIÓN

En un primer lugar, se ha de molturar la malta. Para ello se dispone de una zona totalmente habilitada y equipada con un molino industrial como herramienta principal, así como básculas que puedan pesar todos los granos y formar la mezcla de cada remesa.

8.1.2. TRATAMIENTO DE AGUA

Por una parte, se prepara la mezcla de maltas, y por otra parte, no menos importante, se trata el agua para conseguir el *liquor* deseado en cada elaboración. Para ello, se dispone de unos tanques de gran capacidad, un pequeño laboratorio donde se puede tratar y analizar el agua de los tanques y así conseguir el *liquor* con las características deseadas.

8.2. Primera fase: Maceración

En esta fase, el *liquor* se traslada a una caldera para calentarlo a una temperatura de 71ºC. Una vez alcanzada la temperatura, se añade la mezcla de maltas. Ahora es el momento de transformar el almidón en un mosto de azúcares fermentescibles con ayuda de las enzimas y una temperatura adecuada del mosto- que oscila entre los 62 y los 68ºC -. Para ambas recetas se llevará a cabo un régimen de maceración por infusión simple durante el tiempo requerido en cada una.

Una vez pasado el tiempo del macerado, se procede a la recirculación del mosto, con la intención de optimizar la extracción de los azúcares y separar la mezcla del mosto. Una vez separada, se obtiene un mosto ya listo para la siguiente fase del proceso.

8.3. **Segunda fase: Cocción**

Una vez obtenido el mosto se pasa a la temperatura de ebullición. Este proceso es necesario por las siguientes cuestiones:

- Parar la acción de las enzimas.
- Esterilizar el mosto, es decir, matar bacterias, levaduras y hongos.
- Eliminar compuestos volátiles indeseados, como aceites de lúpulo ásperos, compuestos de azufre, cetonas y esteres.
- Coagular proteínas y polifenoles no deseados.
- Extraer, isomerizar y disolver las resinas blandas – alfa-ácidos y beta-ácidos – para provocar el amargor y otros beneficios de los lúpulos.
- Evaporar agua para condensar el mosto al volumen y la densidad deseados.
- Promover la formación de melanoidinas y pirazinas, y caramelizar algunos de los azúcares presentes, que añaden un sinfín de aromas e intensifican el color.
- Ajustar el pH a un nivel favorable para la fermentación.

Este proceso debe durar como mínimo una hora (en cada receta ya se especifica su duración).

Para llevar a ebullición el mosto, se usará una caldera con la capacidad de elaborar 1000 litros cada vez que se cocine. Una vez finalizada la cocción, el mosto se deberá filtrar para separarlo del lúpulo añadido en la caldera (cada receta tiene estipuladas una cantidades, tipos de lúpulo y tiempos de ebullición del lúpulo).

En este momento llega la necesidad de enfriar el mosto a la temperatura de fermentación. Para ello, se usarán unos intercambiadores industriales de calor ya que es importante que el proceso sea lo más rápido posible. Esto es fundamental por los siguientes motivos:

- Si el mosto descansa mucho tiempo entre 30 y 50ºC, habrá muchas posibilidades de invasión por organismos no invitados tales como bacterias o levaduras salvajes.
- También puede producirse oxidación, algo que no interesa hasta que el mosto esté a menos de 24ºC y se haya sembrado la levadura.

8.4. **Tercera Fase: Fermentación y Maduración**

Con la cerveza ya a la temperatura deseada, llega el momento de añadir la levadura en el fermentador, oxigenar la cerveza y dejar que el tiempo haga su trabajo, lo cual supone algo más de 15 días, aunque siempre dependerá del tipo de cerveza.

8.4.1. **FERMENTACIÓN PRIMARIA**

La fermentación primaria empieza cuando se vierte la levadura en el fermentador y se puede dar por finalizada; cuando ya no se observa actividad en el fermentador. Esto sucede en los primeros cinco días, según los estilos de las recetas que se van a elaborar.

8.4.2. **FERMENTACIÓN SECUNDARIA**

Una vez cese la actividad anteriormente mencionada y se compruebe que ya han sedimentado todos los subproductos de la levadura, se traspasa la cerveza a un segundo fermentador, de la misma capacidad y con el fin de clarificar la cerveza.

En el caso de la receta “Ipanema”, se llevará a cabo el *dry Hopping* – técnica de lupulado en seco – que consiste en introducir en el fermentador flores de lúpulo fresco. Así se consigue dar amargor con todo el sabor y aroma del lúpulo fresco.

8.4.3. **MADURACIÓN**

La maduración es la última etapa antes de envasar y carbonatar la cerveza, por lo que dentro de estos tanques se acabará de perfilar el sabor final de la cerveza con la actividad, ya reducida, de la levadura. Para ello, se dispone de tanques de gran capacidad (5000 litros) donde se irá depositando la cerveza final, dando unas dos semanas de maduración antes de carbonatar la cerveza y envasar.

8.4.4. **CARBONATACIÓN FORZADA Y ENVASADO**

Una vez terminada la maduración, la cerveza está lista para ser carbonatada y envasada. Para ello, se usa una llenadora isobárica con la que se rellenarán las botellas de cerveza y al mismo tiempo se proporciona la cantidad de CO_2 deseado en cada estilo.

9. Maquinaria y equipos contenidos

En este apartado se describen todos los equipos y maquinaria necesaria para elaborar cerveza y satisfacer la producción antes definida en el alcance del proyecto.

- MOLINO DE MALTA MALTMAN® 400 (700 KG/H)

Marca: Egon Sommer Maschinenbau GmbH & Co. KG

Sitio web: http://www.sommer-maschinenbau.de/maltmanr/

Descripción: Molino de malta eléctrico con un rendimiento de 600 a 800 kg/h. Expresamente diseñado para moler malta y otros cereales.

Potencia: 4 kW (230/400V).

Peso: 144 kg.

Dimensiones molino: 650 x 585 x 530mm

Dimensiones tolva adicional: 300 mm altura x 1.025 mm ancho x 700 mm largo.

Capacidad tolva adicional: +125 kg.

- **BFA236-E1500 BÁSCULA 1500KG**

Marca: METTLER TOLEDO

Sitio Web: http://www.mt.com

Descripción: Báscula de suelo para cargas pesadas hasta unos 1500kg. Se usa para poder pesar las cantidades de malta ya molturada y elaborar la mezcla de una forma fácil y eficiente.

Capacidad máxima: 1.500 kg
Legibilidad: 0,5 kg
Material: Acero inoxidable AISI 304
Clasificación de protección: Terminal IP66/67; Plataforma IP68
Interfaz de balanza: Analógica
Tamaño de plataforma (LxAxA): 1.500 mm x 1.250 mm x 90 mm

- **ICS425D-6SM/F BALANZA**

Marca: METTLER TOLEDO

Sitio Web: http://www.mt.com

Descripción: Balanza compacta de mesa para cargas de hasta 6 kg. Se usa para confeccionar las cargas de lúpulo necesarias para la elaboración de cerveza.

Capacidad máxima: 6 kg

Legibilidad: 0,1 g

Repetibilidad (sd): 0,04 g

Tamaño de plataforma (LxA): 200 mm x 240 mm

Material: Aluminio fundido a presión

Clasificación de protección: IP54

- **BALANCE XS1203S**

Marca: METTLER TOLEDO

Sitio Web: www.mt.com/xs-precision

Descripción: Balanza de gran precisión. Se usa para medir la cantidad de levadura, tanto para preparar un *starter*, como la que se añade a los fermentadores.

Capacidad máxima: 1.210 g

Legibilidad: 1 mg

Repetibilidad (típica): 0,4 mg

Peso mínimo (USP), típico: 0,82 g

Dimensiones del puente de pesaje (PxAxA): 110mm x 278mm x 240mm

Dimensiones del plato de pesaje: 127 mm

- **B-TECH III 1000 L**

Marca: Brouwland

Sitio web: https://www.brouwland.com/en

Descripción: Se trata de una maquina automática programable prevista de todo lo necesario para llevar a cabo una producción de 1000 litros por remesa.

Dimensiones: 220 x 320 x 132 cm Ref: 057.400.1000

Potencia: 400V, 60 kW

- **B-TECH FERMENTATION TANKS**

Marca: Brouwland

Sitio web: https://www.brouwland.com/en

Descripción: Se trata de unos depósitos refrigerados expresamente para fermentar cerveza en sus condiciones más óptimas.

Dimensiones: 240 x 250 x 90 cm Ref: 057.420.1000

Potencia: 400V, 1,2 kW

- **B-TECH MADURATION TANKS**

Marca: Brouwland

Sitio web: https://www.brouwland.com/en

Descripción: Se trata de unos depósitos refrigerados expresamente para madurar la cerveza en sus condiciones más óptimas.

Dimensiones: 220 x 350 x 200cm Ref: 057.400.5000

Potencia: 400V, 6 kW

10. **Instalación eléctrica**

10.1. **Objeto de la instalación**

El objeto del presente Proyecto Técnico es que sirva como documento base para conseguir de parte de los distintos organismos de la administración autonómica y local competentes, las necesarias autorizaciones, con el fin de realizar las instalaciones necesarias en la fábrica de cerveza; así como establecer el dimensionamiento necesario para su ejecución.

10.2. **Ámbito de aplicación de la instalación**

La instalación eléctrica que se va a diseñar comprende la totalidad de la nave industrial, con todos los requisitos necesarios para poder realizar la actividad industrial con total seguridad para el proceso y sus trabajadores.

10.3. **Normativa aplicable**

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, que fue aprobado por el Consejo de Ministros, reflejado en el Real Decreto 842 / 2002 de 2 de agosto de 2002 y publicado en el BOE nº. 224 de fecha 18 de septiembre de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Electrotécnicopara Baja Tensión. (Instrucciones ITC BT). Orden del 2 de Agosto de 2002 del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, Instalaciones: IEB: Baja tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puesta a tierra.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Anexo IV: Reglamento deiluminación en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre. Reglamento de seguridadcontra incendios en establecimientos los industriales.

- NBE-CPI/96: Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios,aprobada por Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, y publicada en elBOE el día 29 de octubre de 1996.
- Vademécum de Endesa, compañía de suministro eléctrico FDNGL003 3ª Edición – Febrero 2014
- Ley 21 / 1992, de 16 de julio, de industria, que establece el nuevo marco jurídico en el que, obviamente, se desenvuelve la reglamentación sobres eguridad industrial.
- Real Decreto 1.495 / 1.986 de 26 de mayo, por el que se aprueba elReglamento de Seguridad en las Máquinas.
- Real Decreto 830 / 1.991 por el que se modifica el Reglamento de Seguridad en las Máquinas.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril (BOE nº 97/23-04-97), por el que seestablecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo

10.4. **Descripción de la instalación**

10.4.1**. Suministro de energía**

El suministro se realiza en baja tensión por parte de la compañía suministradora Endesa S.A, la cual debe satisfacer las necesidades de la instalación eléctrica objeto de este proyecto, cuyo consumo estará regido por receptores de alumbrado y fuerza.

La instalación de B.T de la presente nave industrial está compuesta por los elementos que se enumeran a continuación.

Cuadro General.

Cuadros secundarios.

Circuitos de alumbrado.

Circuitos T.C (Tomas de corriente).

Circuitos de fuerza (máquinas).

La naturaleza de la corriente eléctrica demandada deberá tener las siguientes características:

Sistema de corriente alterna trifásica (3fases).

Frecuencia 50 Hz.

Tensión entre fases 400 V.Tensión entre fase y neutro 230 V.

10.4.2. **Acometida**

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja general de protección CGP. Se regirá por lo que se estipula en la ITC-BT-07 y ICT-BT-11 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En este caso la acometida se encontrará directamente enterrada a una profundidad de 0,80 metros. La sección de los conductores será 3x95/50mm^2 de sección.

Los conductores, serán unipolares de cobre y su tensión nominal será 0,6/1KV con aislamiento de polietileno reticulado (XPLE).

10.4.3. **Derivación individual**

Al tratarse de un suministro para un único usuario, conforme el esquema 2.1 de la ITC-BT-12, se podrán simplificar las instalaciones de enlace al coincidir en el mismo lugar la caja general de protección y el equipo de medida y no existir, por tanto, la línea general de alimentación.

En este caso la sección de la derivación individual será 3x185/95mm^2.

10.4.4. **Caja seccionadora y caja general de protección**

Es aquella donde se alojan los elementos de protección de nuestra derivación individual. El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión incluye en la ITC-BT-13 este tipo de caja indicando que, para los suministros a un único usuario o dos usuarios alimentados desde el mismo lugar,

al no existir línea general de alimentación puede simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la CGP y el equipo de medida. A este elemento se denomina caja de protección y medida.

No se admiten para este tipo de caja el montaje superficial, y los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar instalados a una altura comprendida entre 0,7 y 1,8 m. Una vez instaladas, de entre los tipos autorizados por la Administración y por la empresa suministradora, deberán garantizar una IP-43, al menos, así como un IK 09.

Según la ITC-BT-13, al tratarse de una línea subterránea la CGPM, se instalará en un nicho en pared que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno. También estará protegida contra la corrosión disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo.

10.4.5. **Cuadros de mando y protección**

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En locales industriales en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimiento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo; también paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc.), paneles sinópticos, etc., se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique de las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

> Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
>
> El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

Los dispositivos generales de mando y protección según ITC-BT-17 serán, como mínimo:

Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.

Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.

Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupos de circuito, se podrá prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos.

- **CUADRO PRINCIPAL**

El cuadro general estará alimentado por un conductor de 3x185/95mm^2 de sección procedente de la CPM (Caja de Protección y Medida), debido a que se trata de un suministro individual. Otro conductor de protección será procedente de la instalación de puesta a tierra.

El cuadro principal alimentará a los diferentes sub cuadros de la instalación tal y como se muestran en los esquemas unifilares.

- **CUADROS SECUNDARIOS**

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas afecten solamente a ciertas partes de la instalación. Para ello, los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan, cumpliendo de este modo con la ITC-BT-19 del RBT.

Por otra parte, y para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que formen parte de la instalación, se procurará que aquella quede repartida

entre sus fases o conductores polares, con el objetivo de mantener el máximo equilibrio de cargas posible en la instalación.

10.4.6. **Canalizaciones eléctricas**

La instalación interior se realizará mediante canales y tubos. Se regirá por lo que estipula la ICT-BT-19, ICT-BT-20 e ICT-BT-21. En los planos unifilares se pueden apreciar cada circuito el tipo de canalización realizada, así como las dimensiones del tubo que se debe emplear.

La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizará escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE 20,460-5-52.

En el caso proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductores de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa. Por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas caloríficas.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o compartimientos.

- CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES

Los tubos protectores pueden ser:

Tubo y accesorios metálicos.

Tubo y accesorios no metálicos.

Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

UNE-EN 50.086-2-1: Sistemas de tubos rígidos.

UNE-EN 50.086-2-2: Sistemas de tubos curvables.

UNE-EN 50.086-2-3: Sistemas de tubos flexibles.

UNE-EN 50.086-2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie inferior de los tubos no deberá presentar un ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se perciben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

- CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo, salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV; se establecerán de acuerdo con lo señalado en las instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

- NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

10.4.7. **Conductores**

Los conductores serán de los siguientes tipos:

De 450/750V de tensión nominal.

Conductor: de cobre.

Formación: unipolares.

Aislamiento: poli cloruro de vinilo (PVC).

Tensión de prueba: 2500 V.

Instalación: bajo tubo.

Normativa de aplicación: UNE 21.031

De 0,6/1Kv de tensión nominal.

Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).

Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.

Aislamiento: poli cloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).

Tensión de prueba: 4000V.

Instalación: al aire o en bandeja.

Normativa de aplicación: UNE 21.123

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20ºC será del 98% al 100%. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba:

A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidroclorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20ºC. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo.

La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm^2 deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

Intensidad máxima admisible: Como intensidad se tomará la propia de la carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de aumento de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

Caída de tensión en servicio: La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación,

para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

Caída de tensión transitoria: La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificado en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que estos o bien de forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presentan sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro, se identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores, marrón negro o gris.

10.4.8. **Cajas de empalme**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de las cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80mm.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuercas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

10.4.9. **Mecanismos y tomas de corriente**

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65ºC en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán

marcada su intensidad y tensiones nominales y estarán probadas a una tensión de 500 a 1000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior solo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar habilitada para evitar falsos contactos.

10.4.10 **Características generales de la instalación de alumbrado**

La ITC-BT-44 establece las prescripciones a cumplir por las instalaciones de receptores para alumbrado, entendiendo como receptor para alumbrado, el equipo o dispositivo que utiliza la energía eléctrica para la iluminación de espacios internos o exteriores.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltímetros será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor tendrá la misma sección que los de la fase.

En el caso de receptores con lámparas será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9 y no se admitirá compensación en conjunto de un grupo de receptores en una instalación de régimen de carga variable, salvo que dispongan de un sistema de compensación automático con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga.

- ILUMINACIÓN INTERNA

Dependiendo del tipo de actividad que se va a llevar a cabo en cada local, se debe garantizar un nivel mínimo de alimentación. Los datos a tener en cuenta para definir la instalación serán:

Plano acotado de planta y secciones de locales.

Detalles constructivos del techo.

Uso al que se destina el local.

Colores y factores de reflexión de suelo, paredes y techo.

Condiciones de humedad, polvo y temperatura.

A la vista de todos estos datos y de la rentabilidad económica, se selecciona el tipo de alumbrado más conveniente.

Los factores que se han tenido en cuenta para calcular el alumbrado interior son los siguientes:

Altura del plano de trabajo 0.85m.

Los coeficientes de reflexión utilizados son los siguientes:

Elementos analizados	**Factor de reflexión**
Techo	50%
Pared	30%
Suelo	10%

Factor de utilización: Este valor dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de limpieza del local.

Ambiente	**Factor de conservación**
Limpio	0,8
Sucio	0,6

-

En nuestro caso, se coge como valor de referencia un ambiente limpio, es decir un factor de conservación de 0,8.

- **ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA**

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos y salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen.

La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se distingue dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

En este caso, el alumbrado elegido será el alumbrado de seguridad. El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión baje a menos del 70% de su valor nominal. La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Solo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía está constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

Las instalaciones de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirán las siguientes condiciones según la NBE-CPI 96.

> Proporcionar una iluminancia de 1 lux, como mínimo en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje en pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurran por espacios distintos de los citados.
>
> La iluminación será, como mínimo, de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.
>
> La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
>
> Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

Para realizar el alumbrado de emergencia de la nave industrial se ha utilizado el programa DAISALUX, descrito anteriormente.

La disposición de las luminarias puede observarse en los planos correspondientes en el actual proyecto.

- ILUMINACIÓN EXTERNA

Al igual que el alumbrado de interiores, han de cumplir desde el punto de vista luminotécnico, con el nivel de iluminación recomendado.

El objeto de la iluminación exterior es iluminar las zonas de tránsito y servicios.

Con los focos se consigue un haz luminoso ancho con fuentes luminosas grandes, mientras que con los proyectores se consigue una concentración de la luz en bandas mediante reflectores paraboloides cilíndricos.

Irán colocados mediante los soportes adecuados en el muro del edificio.

La disposición de las luminarias puede observarse en los planos correspondientes detallados en el actual proyecto.

10.4.11. **INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

- **TOMA DE TIERRA**

La puesta a tierra tiene como objetivo limitar la diferencia de potencial que, con respecto a tierra, puedan representar en un momento dado las masas metálicas, posibilitar la detección de defectos a tierra y asegurar la actuación de las protecciones, eliminando o disminuyendo con ello el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados; evitar tensiones de frente escarpado procedentes de descargas atmosférica provoquen cebados inversos y limitar las sobretensiones internas que puedan aparecer en ciertas condiciones de explotación.

Consta de un cable rígido y desnudo de 35 mm^2 de cobre. Al iniciarse las obras de cimentación se instalará en el fondo de las zanjas, dicho conductor, formado por un anillo cerrado exterior al perímetro de la nave. Al electrodo se conectará la estructura metálica de la nave o las armaduras metálicas que formen parte del hormigón armado, así como toda la masa metálica importante existente en la zona de la instalación.

- **CONDUCTORES DE TIERRA**

Es la parte que une el electrodo, conjunto de éstos, o anillo, con el punto de puesta a tierra.

Los conductores son de cobre, aislados o desnudos, de sección mínima 35 mm^2 según establece la ITC.BT-18 del RBT.

- **CONDUCTORES DE PROTECCIÓN**

Son los encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y los aparatos eléctricos a ciertos elementos, para así asegurar la protección contra posibles contactos indirectos. La sección de los conductores de protección será la indicada en la ITC-BT-18.

10.5. **Cálculos de la instalación eléctrica**

10.5.1. **Alumbrado interior**

- **PRINCIPALES ASPECTOS PARA TENER EN CUENTA:**

La determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación no es un trabajo sencillo. Hay que tener en cuenta que los valores recomendados para cada tarea y entorno son fruto de estudios sobre valoraciones subjetivas de los usuarios (comodidad visual, rendimiento visual…). El usuario estándar no existe y por tanto, una misma instalación puede producir diferentes impresiones a distintas personas. En estas sensaciones influirán muchos factores como los estéticos, los psicológicos, el nivel de iluminación, etc.

Por tanto, se deben de realizar una serie de hipótesis sobre los principales aspectos que entran en juego dentro de la iluminación interior. Los elementos a tener en cuenta se citan a continuación:

Dimensiones del local y altura del plano de trabajo: Normalmente la altura del plano de trabajo es 0,85. En lugares de paso como pueden ser pasillo la altura del plano de trabajo es 0.

Nivel de iluminancia media (Em): Depende de la actividad que se va a realizar en cada zona o local de la instalación, y se encuentran tabulados en las normas UNE 72-163-84, UNE 72-112-85, en las NTE y en el RD486/1997 del 14 abril (iluminación en los lugares de trabajo).

Tipo de lámpara: las lámparas empleadas en iluminación de interiores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado (incandescentes, halógenas, fluorescentes, etc.) Las lámparas escogidas, por lo tanto, serán aquellas cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc.) mejor se adapte a las necesidades y características de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de instalación…).

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizado
Doméstico	Incandescente Fluorescente Halógenas de baja potencia
Oficinas	Alumbrado general: fluorescentes Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión
Comercial	Incandescentes, halógenas, fluorescentes Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos
Industrial	Todos los tipos Luminarias situadas a baja altura <6 m: fluorescentes Luminarias situada a gran altura <6 m: lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores. Alumbrado localizado: incandescentes
Deportivo	Luminarias situadas a baja altura: fluorescente Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión.

Tabla 2: Tipos de lámparas según su ámbito de uso

La elección de las luminarias está condicionada por la lámpara utilizada y el entorno de trabajo de esta. Hay muchos tipos de luminarias y sería difícil hacer una clasificación exhaustiva. La forma y tipo de las luminarias oscilará entre las más funcionales, donde lo más importante es dirigir el haz de luz de forma eficiente como pasa en el alumbrado industrial.

Altura suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido: En locales de altura normal, como pueden ser, oficinas, baños, etc; la altura donde irán las luminarias será la máxima posible, y en espacios más amplios, esta altura vendrá definida por la fórmula siguiente:

$$h = \frac{4}{5} \cdot (h^1 - 0{,}85)$$

Siendo:

h= Altura de las luminarias en metros

h^1= Altura de la nave en metros

➢ Índice del local (K) que se calcula a partir de la geometría del local y a partir del método europeo:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Siendo:

K= Índice del local

h= Altura de las luminarias en metros

a= Ancho del local en metros

b= Largo del local en metros

Coeficiente de reflexión (ρ) de techo, paredes y suelo: Estos valores se encuentran tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabados en la norma UNE-48103. En nuestro caso el coeficiente de reflexión es el siguiente:

Elementos analizados	**Factor de reflexión ρ**

Techo	50%
Pared	30%
Suelo	10%

Tabla 3: Coeficientes de reflexión

Factor de utilización (η) a partir del índice del local (K) y los factores de reflexión (ρ). Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. Cada tipo de luminaria tiene su propia tabla con los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. En nuestro caso el valor escogido es 0,5.

Factor de mantenimiento o depreciación (f_m) de la instalación. Este coeficiente depende del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia con la que se limpia el local. El cuadro siguiente muestra los factores de mantenimiento según el ambiente.

Ambiente	**Factor de conservación**
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Tabla 4: Factores de conservación

- **CÁLCULOS NECESARIOS PARA REALIZAR LA ILUMINACIÓN INTERIOR**

Flujo luminoso total necesario, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\phi = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Siendo:

ϕ= Flujo luminoso total en lúmenes

E= Iluminancia en lux

S= Superficie del local en m^2

η= Coeficiente de utilización

f_m = Factor de mantenimiento o depreciación

Para encontrar el número total de luminarias necesarias, aplicaremos la siguiente fórmula.

$$N = \frac{\phi}{n \cdot \phi_1}$$

Siendo:

N= Número de luminarias necesarias

ϕ= Flujo total en lúmenes

n= Número de lámparas por luminarias

ϕ_1= Flujo de la lámpara en lúmenes

Para realizar la distribución de luminarias se procederá a realizar una distribución uniforme por toda la superficie, siguiendo una cuadrícula que englobe de manera equitativa todo el plano de proyección. Para ello, aplicaremos las siguientes formulas:

$$Na = \sqrt{\frac{Nt \cdot a}{b}} \qquad Nb = Na \cdot \frac{b}{a}$$

Siendo:

Na= Número de luminarias a lo ancho

Nb= Número de luminarias a lo largo

Nt= Número total de luminarias

a= Ancho del local en metros

b= Largo del local en metros

Para comprobar la validez de los resultados obtenidos, la iluminancia media tiene que ser igual o superior que la iluminancia necesaria. Para obtener la iluminancia necesaria aplicaremos la siguiente formula:

$$Em = \frac{n \cdot \phi_1 \cdot \eta \cdot f_m}{S}$$

Siendo:

n= número de lámparas por luminaria

ϕ_1= Flujo de la luminaria en lúmenes

η = Coeficiente de utilización

f_m= Factor de mantenimiento o depreciación

S= Superficie del local

- **CÁLCULO DE ALUMBRADO INTERIOR**

Para realizar la iluminación de las diferentes zonas hay que tener en cuenta que se trata de una actividad industrial y en cuya actividad se realizan trabajos con máquinas. La iluminación requerida para este tipo de trabajo la podemos englobar dentro de unos requerimientos visuales normales. Por tanto, podemos resumir en la siguiente tabla la iluminancia recomendada en industrias según los requerimientos visuales de esta:

Industria			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000

Tabla 5: Iluminancia recomendada en industrias

Industria alimenticia	**UGR_L**	**NIVELES DE ILUMINANCIA (Lx)**		
		Mínimo	Medio	Máximo

Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Procesos automáticos	--	150	200	300
Decoración manual, inspección	19	300	500	750

Tabla 6: Iluminancia recomendada en industria alimenticia

Como se puede observar en la tabla, se deberá obtener una iluminación media que deber estar comprendida, generalmente, entre 200-500 lux. Lo cual, a la hora de realizar los cálculos en el programa DIALux, este nos pedirá el valor deseado en lúmenes en la zona a iluminar.

Para las salas con menor iluminancia, esta será debido a los obstáculos que se encuentran en la sala (como depósitos), aunque en la zona de trabajo se cumplirán estos parámetros.

En el apartado anexos de cálculos luminotécnicos se detallan los estudios realizados con el programa.

- **RESUMEN DE LOS CÁLCULOS**

Sala de descarga de materia prima

Luminarias utilizadas: 1x AIRFAL LFH3 LUMI FORTE IP-65 HALOGENUROS METALICOS 250W. A.F.

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
293	188	161

Potencia necesaria: 260 W.

Almacén de materia prima

El almacén se constituye de tres salas calculadas en DIALux como salones independientes.

Luminarias utilizadas: 5x AIRFAL D0954 METALLIC T5 2x80W HF

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
119	111	101
120	106	89
302	266	213

Iluminancia media: 175 lux*****

Potencia necesaria: 812.5 W.

*****Esta medida se hace con la media ponderada de cada iluminancia teniendo en cuenta las diferentes superficies de cada una. $E_m = \sum_{i=1}^{i=n} E_{mi} A_i / \sum A_i$

Sala molturado malta

Luminarias utilizadas: 4x AIRFAL LFH3 LUMI FORTE IP-65 HALOGENUROS METALICOS 250W. A.F.

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
642	414	94

Potencia necesaria: 1040 W.

Cocina

Luminarias utilizadas: 6x AIRFAL LFH3 LUMI FORTE IP-65 HALOGENUROS METALICOS 150W. A.F.

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
451	279	11

Potencia necesaria: 960 W.

Sala fermentación

Luminarias utilizadas: 6x AIRFAL LFH3 LUMI FORTE IP-65 HALOGENUROS METALICOS 150W. A.F.

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
471	274	16

Potencia necesaria: 960 W.

Sala madurado

Luminarias utilizadas: 9x AIRFAL LFH3 LUMI FORTE IP-65 HALOGENUROS METALICOS 70W. A.F.

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
284	182	13

Potencia necesaria: 666 W.

Almacén producto acabado

Luminarias utilizadas: 4x AIRFAL LFH3 LUMI FORTE IP-65 HALOGENUROS METALICOS 150W. A.F.

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
356	261	60

Potencia necesaria: 640 W.

Sala de envasado y embarrilado

Luminarias utilizadas: 5x AIRFAL LFH3 LUMI FORTE IP-65 HALOGENUROS METALICOS 250W. A.F.

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
653	402	63

Potencia necesaria: 1300 W.

Zona hall /Carga

Luminarias utilizadas: 2x AIRFAL LFH3 LUMI FORTE IP-65 HALOGENUROS METALICOS 400W. A.F.
4x AIRFAL D0954 METALLIC T5 2x80W HF

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
487	258	50

Potencia necesaria: 1490 W.

Oficinas

Luminarias utilizadas: 16x AIRFAL K328T DOWNLIGHT 230mm 2x18W HF CRISTAL TRANSPARENTE
3x AIRFAL D0954 METALLIC T5 2x80W HF

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
752	428	143

Potencia necesaria: 1063.5 W.

Vestuarios

Esta Sala cuenta con seis vestuarios y una sala calculadas en DIALux como zonas independientes.

Luminarias utilizadas: 2x AIRFAL K328T DOWNLIGHT 230mm 2x26W HF CRISTAL TRANSPARENTE
2x AIRFAL D0954 METALLIC T5 2x80W HF
6x AIRFAL K332S DOWNLIGHT 230mm 2x26W HF CRISTAL SERIGRAFIADO

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
124	111	71
124	111	71
124	111	71
124	111	71
124	111	71
124	111	71
563	331	173

Iluminancia media: 192 lux*

Potencia necesaria: 741 W.

* Esta medida se hace con la media ponderada de cada iluminancia teniendo en cuenta las diferentes superficies de cada una. $E_m = \sum_{i=1}^{i=n} E_{mi} A_i / \sum A_i$

Servicios señoras

Esta Sala cuenta con tres W.Cs y una sala calculadas en DIALux como zonas independientes.

Luminarias utilizadas: 5x AIRFAL K328T DOWNLIGHT 230mm 2x26W HF CRISTAL TRANSPARENTE
3x AIRFAL K332S DOWNLIGHT 230mm 2x26W HF CRISTAL SERIGRAFIADO

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
97	86	72
97	86	72
97	86	72
377	258	47

Iluminancia media: 257 lux*

Potencia necesaria: 416 W.

*Esta medida se hace con la media ponderada de cada iluminancia teniendo en cuenta las diferentes superficies de cada una. $E_m = \sum_{i=1}^{i=n} E_{mi} A_i / \sum A_i$

Servicios caballeros

Esta Sala cuenta con tres W.Cs y una sala calculadas en DIALux como zonas independientes.

Luminarias utilizadas: 5x AIRFAL K328T DOWNLIGHT 230mm 2x26W HF CRISTAL TRANSPARENTE
3x AIRFAL K332S DOWNLIGHT 230mm 2x26W HF CRISTAL SERIGRAFIADO

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
97	86	72
97	86	72
97	86	72
377	258	47

Iluminancia media: 257 lux *

Potencia necesaria: 416 W.

*Esta medida se hace con la media ponderada de cada luminancia teniendo en cuenta las diferentes superficies de cada una. $E_m = \sum_{i=1}^{i=n} E_{mi} A_i / \sum A_i$

Laboratorio / Tratamiento de aguas

Luminarias utilizadas: 5x AIRFAL D0954 METALLIC T5 2x80W HF

Iluminancia máxima	Iluminancia media	Iluminación mínima
662	511	68

Potencia necesaria: 975 W.

- **TABLA RESUMEN**

Zona	**Iluminación requerida (lux)**	**Iluminación adquirida (lux)**	**Potencia (W)**
Zona de descarga	150	188	260
Almacén materia prima	150	175	812.5
Zona molturado	400	414	1040
Cocina	250	279	960
Sala fermentación	250	274	960
Sala madurado	150	182	666
Almacén producto acabado	250	261	640
Sala de envasado y embarrilado	400	402	1300
Zona Hall/carga	250	258	1490
Oficinas	400	428	1063.5
Vestuarios	150	192	741
Servicios señoras	200	257	416
Servicios caballeros	200	257	416
Laboratorio/tratamiento de agua	500	511	975

10.5.2. **ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

- **PRINCIPALES ASPECTOS A TENER EN CUENTA:**

La instalación de alumbrado de emergencia se hará en consecuencia de la condición que rige el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales y el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

El diseño de dicha instalación se ha efectuado mediante el programa de cálculo daisalux, cuyo estudio detallado se encuentra en el apartado del anexo correspondiente.

En lo que se refiere al nivel de iluminación, se ha tenido en cuenta que la instalación debe cumplir los siguientes requisitos:

- Proporcionar una iluminancia de un lux como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, y en todo punto cuando los recorridos discurran en espacios distintos a pasillos y escaleras.

- La iluminancia será como mínimo de 5 lux en los puntos donde estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual, y en los cuadros de distribución de alumbrado.

- La uniformidad de la iluminación en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente de la Iluminancia máxima y la mínima será menor que 40.

- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes, techos y suelos, y teniendo en cuenta un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas. El factor escogido ha sido 0.8 que es un valor estándar para este tipo de luminarias.

- **POTENCIAS DE LAS LÍNEAS DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA**

Nombre Líneas	**Total luminarias (8Wx Luminaria)**	**Potencia consumida (W)**
IE1_1	10	0,08
IE1_2	3	0,024
IE1_3	3	0,024
IE1_4	3	0,024
IE1_5	4	0,032
IE1_6	5	0,04
TOTAL	**28**	**0.224W**

10.5.3. **ALUMBRADO EXTERIOR**

El objeto de la iluminación exterior es iluminar las zonas de tránsito y servicios. Irán colocados mediante los soportes adecuados en el muro del edificio.

La disposición de las luminarias puede observarse en los planos correspondientes detallados en el actual proyecto.

Luminarias utilizadas: 6x AIRFAL LFH3 LUMI FORTE IP-65 HALOGENUROS METALICOS 400W. A.F

Potencia necesaria: 2.400W

10.5.4. **NECESIDADES DE SUMINISTRO**

- ALUMBRADO

Alumbrado	**Potencia consumida (kW)**
Interior	11,74
Emergencia	0,224
Exterior	2,4
POTENCIA TOTAL	**14,364**

- **MAQUINARIA**

Máquina	**Cantidad**	**Potencia consumida (kW)**
B-Tech III (1000 LTs)	1	60
Tanques fermentadores (1000Lts)	20	1.2x20=24
Molino de malteado	1	4
Cámaras frigoríficas	1	2,8
Envasador vacío	1	0,75
Maduradores (5000 Lts)	4	6x4=24
Máquina de embotellado	1	3.8
Máquina de embarrilado	1	7
Basculas y pesaje	1	4
POTENCIA TOTAL		**130.35**

- **TOMAS DE CORRIENTE**

Nombre Línea	**Tipo**	**Potencia consumida (kW)**
T.C1_1	Monofásica	3,68
T.C2_1	Monofásica	3,68
T.C1_2	Monofásica	3,68
T.C2_2	Monofásica	3,68
T.T.C1_2	Trifásica	8,87
T.C1_3	Monofásica	3,68
T.C2_3	Monofásica	3,68
T.C3_3	Monofásica	3,68
T.C4_3	Monofásica	3,68
T.T.C1_3	Trifásica	8,87
T.C1_4	Monofásica	3,68

T.C2_4	Monofásica	3,68
T.C3_4	Monofásica	3,68
T.C4_4	Monofásica	3,68
T.C1_5	Monofásica	3,68
T.C2_5	Monofásica	3,68
T.C1_6	Monofásica	3,68
T.C2_6	Monofásica	3,68
POTENCIA TOTAL		**76,62 kW**

- **PREVISION DE CARGA NECESARIA**

Teniendo en cuenta que la energía que se pueda demandar en un momento dado no puede ser toda la potencia calculada, se aplicará un coeficiente de simultaneidad correspondiente al uso estimativo y siempre al alza de la potencia total.

Instalación	**Potencia Calculada (kW)**	**Coeficiente**	**Potencia real (kW)**
Alumbrado	14,364	0.9	12,93
Tomas de corriente (T.C)	76,62	0.4	30,65
Maquinaria	130,35	0.8	104,28
Instalaciones ajenas al proyecto	10	1	10
POTENCIA TOTAL			**157,86 kW**

10.5.5. **FÓRMULAS UTILIZADAS**

- **CÁLCULO DE LA CORRIENTE EN CADA LÍNEA**

Para el cálculo de la corriente utilizamos las fórmulas:

En un sistema trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot Cos\ \rho}$$

Siendo:

P= Potencia máxima de transporte (W).

V= Tensión en voltios (V).

I= Intensidad admisible en (A).

Cos ρ = factor de potencia

En un sistema monofásico

$$I = \frac{P}{V}$$

Siendo:

P= Potencia máxima de transporte (W).

V= Tensión en voltios (V).

I= Intensidad admisible en (A).

- **CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN CADA LÍNEA**

Para el cálculo de la caída de tensión utilizaremos las fórmulas:

En un sistema trifásico:

$$e = \frac{P \cdot L}{K \cdot V \cdot S}$$

Siendo:

P= Potencia en vatios (W).

V=Tensión en voltios (V).

L=Longitud de la línea en metros (m).

e=Cálculo de la caída de tensión de la línea.

S= sección de la línea en mm^2.

K=conductividad del Cu(56) o del Al (35).

En un sistema monofásico:

$$e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{K \cdot V \cdot S}$$

Siendo:

P= Potencia en vatios (W).

V=Tensión en voltios (V).

L=Longitud de la línea en metros (m).

e=Cálculo de la caída de tensión de la línea.

S= sección de la línea en mm^2.

K=conductividad del Cu(56) o del Al (35).

- **CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN PORCENTUAL EN CADA LÍNEA**

Para el cálculo de la caída de tensión porcentual utilizaremos las fórmulas:

En un sistema trifásico:

$$e\% = \frac{e \cdot 100}{400}$$

Siendo:

e%= Caída de tensión porcentual.

e= Caída de tensión en voltios (V).

En un sistema monofásico: :

$$e\% = \frac{e \cdot 100}{400}$$

Siendo:

e%= Caída de tensión porcentual.

e= Caída de tensión en voltios (V).

- **CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

K= 1/r

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

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

Siendo:

K=Conductividad del conductor a la temperatura T.

r = Resistividad del conductor a la temperatura T.

r_{20}=Resistividad del conductor a 20ºC.

Cu = 0.018

Al= 0.029

a = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.00392

Al = 0.00403

T= Temperatura del conductor (Cº).

T_0= Temperatura ambiente (ºC).

Cable enterrado = 25ºC.

Cable aire = 40ºC

T_{max}= Temperatura máxima admisible del conductor (ºC):

XLPE, EPR = 90ºC

PVC =70ºC

I= Intensidad prevista por el conductor (A).

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

10.5.6. **Acometida**

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)

- Longitud: 5 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 157,86 kW.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44): 185.36kW

I=185364/1,732x400x0.8=334.45 A.

Se eligen conductores Unipolares 3x95/50mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C (Fc=1) 348 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 70ºC

e(parcial)=5x185360/45,49x400x95=0.536 V.=0.134 %

e(total)=0.134% ADMIS (2% MAX.)

10.5.7. **Cálculo de la puesta a tierra**

La resistividad del terreno es 300 ohmiosx m.

El electrodo en la puesta a tierra del edificio se puede constituir con los siguientes elementos:

11. M. conductor de Cu desnudo 35 mm² - 7 m.
12. Tres electrodos para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 20 ohmios.

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

10.6. **Resumen de los cálculos**

El resumen de los cálculos de todas líneas, se encuentran junto con los esquemas unifilares en el volumen III, donde también se incluyen todos los planos referentes al proyecto.

11. **Instalación de protección contra incendios**

11.1. **Objeto de la instalación**

La instalación contra incendios sirve para poder evitar el inicio de un incendio gracias a los sistemas físicos instalados, tal y como pueden ser los sensores térmicos.

En el caso de incendio, se tratará la seguridad de tal forma que facilite la actuación de los bomberos, la evacuación de los ocupantes del edificio y la instalación de elementos combatientes contra el incendio.

Todos los contenidos en este apartado están enfocados para evitar un incendio, y si hubiera el caso, una vez proclamado minimizar los daños que puedan ser causados.

11.2**. Normativa aplicable**

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales(RSCIEI).

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

- Norma básica de la edificación, aprobada por el Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, derogada desde el 29 de septiembre de 2006, por lo que se deberá aplicar, en sustitución de la misma, el Código Técnico de la Edificación (CTE) “Seguridad en caso de incendio” (SI).

- Ley 2/1985, de 21 de enero, de Protección Civil, por la que el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, de acuerdo con el Ministerio del Interior, determinan el catálogo de actividades industriales y de los centros, establecimientos y dependencias en que aquellas se realicen, deberán disponer de un sistema de autoprotección dotado de sus propios recursos y del correspondiente plan de emergencia para acciones de prevención de riesgos, alarma, evacuación y socorro.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y en sus normas reglamentarias en la medida que pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores (LPRL).

- Reglamento (CE) 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de junio de 2000 sobre sustancias que agotan la capa de ozono.

- Real Decreto 485/1997, que regula que el lugar de emplazamiento de las señales luminosas y luminiscentes para los sistemas de seguridad y contra incendios.

- UNE 21002 sobre normativa de instalaciones eléctricas de baja tensión en sistemas contra incendios.

- UNE 23110 Extintores portátiles de incendio.

11.3. **Caracterización del establecimiento Industrial en relación con la seguridad contra incendios**

11.3.1. **Por configuración y ubicación con relación a su entorno**

El establecimiento industrial de estudio ocupa totalmente un edificio, a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo. Por consecuencia, este establecimiento se caracteriza como tipo C, según el artículo 2.1 del anexo I del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (Real decreto 2267/2004 de 3 de diciembre).

11.3.2. **Por su nivel de riesgo intrínseco**

Se tiene en cuenta que el establecimiento industrial a estudio, según su configuración y ubicación con respecto al entorno, pertenece al grupo de establecimientos TIPO C, por lo que las zonas de nave se consideran como SECTORES DE INCENDIO, según el artículo 3.1 del Anexo I del RD 2267/04.

11.3.3. **Sectorización del establecimiento Industrial**

Para la sectorización de la Nave Industrial de la que se trata, la superficie se divide, según las distintas zonas de trabajo, de la siguiente manera:

Sector	Zonas	Superficie útil/construida en m^2
Q_1	Cervecería	899,58 / 956,1
Q_2	Almacenes Materia Prima	42,67 / 51,44

11.3.4. Cálculo del nivel de Riesgo Intrínseco

En el caso de este proyecto, se deben deducir los valores de q_{si} o q_{vi}, Ra, de los distintos sectores dedicados a la producción y almacenamiento. De las tablas 1.2, del Anexo I del RD 2267/04, y Ci de la Tabla 1.1 del Anexo I del RD 2267/04.

Sector 1: Cervecería

C_i	Q_{si}		R_a	S_i (m^2)	A (m^2)
	MJ/m^2	$MCal/m^2$			
1	80	19	1	899,58	956,1

$$Q_{S1} = \frac{\sum q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a = \frac{80 \cdot 899{,}58 \cdot 1 \cdot 1}{956{,}1} = 75{,}27\ {}^{MJ}/_{m^2}$$

$$Q_{S1} = \frac{\sum q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a = \frac{19 \cdot 899{,}58 \cdot 1 \cdot 1}{956{,}1} = 17{,}88\ {}^{MCal}/_{m^2}$$

Según la Tabla 1.3 del capítulo 3.6 del Anexo I del RD 2267/04 se tendrá para el sector 1 un nivel de riesgo intrínseco 1 (BAJO).

Sector 2: Almacén Materia primas

Este sector consiste en una zona de almacenamiento de materias con diferentes valores de q_v, S_i, h_i. Los valores para cada materia prima almacenada son los siguientes:

	C_i	Q_{vi}		h_i	R_a	S_i (m^2)	A (m^2)
		MJ/m^3	MCal/m^3				
Malta	1,3	13400	3221	3	2	24,75	51,44
Lúpulo	1,3	1700	409	2	2	4,34	51,44

$$Q_{S2} = \frac{\sum q_{vi} \cdot h_i \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a = \frac{((13400 \cdot 3 \cdot 24{,}67) + (1700 \cdot 2 \cdot 4{,}34)) \cdot 1{,}3 \cdot 2}{51{,}44}$$

$$Q_{s2} = 50872{,}4 \, {}^{MJ}/_{m^2}$$

$$Q_{S2} = \frac{\sum q_{vi} \cdot h_i \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a = \frac{((3221 \cdot 3 \cdot 24{,}67) + (409 \cdot 2 \cdot 4{,}34)) \cdot 1{,}3 \cdot 2}{51{,}44}$$

$$Q_{s2} = 12228{,}5 \, {}^{MCal}/_{m^2}$$

Según la Tabla 1.3 del capítulo 3.6 del Anexo I del RD 2267/04 se tendrá para el sector 2 un nivel de riesgo intrínseco 8 (ALTO).

La Carga Global, según la siguiente expresión, es:

$$Q_e = \frac{\sum Q_{si} \cdot A_i}{\sum A_i} \left({}^{MJ}/_{m^2}\right) o \left({}^{MCal}/_{m^2}\right)$$

$$Q_e = \frac{(75{,}27 \cdot 956{,}1) + (50872{,}4 \cdot 51{,}44)}{(956{,}1 + 51{,}44)} = 2668{,}72 \, {}^{MJ}/_{m^2}$$

$$Q_e = \frac{(17{,}88 \cdot 956{,}1) + (12228{,}5 \cdot 51{,}44)}{(956{,}1 + 51{,}44)} = 641{,}29 \, {}^{MCal}/_{m^2}$$

Según la Tabla 1.3 del capítulo 3.6 del Anexo I del RD 2267/04 se tendrá para el establecimiento industrial un nivel de riesgo intrínseco 5 (MEDIO).

Sector	**Q_i**	**Densidad de carga**		**Nivel de Riesgo Intrínseco**
		MJ/m^2	$MCal/m^2$	
1	Q_{s1}	75,27	17,88	BAJO categoría 1
2	Q_{s2}	59872,4	12228,5	ALTO categoría 8
Global	**Q_e**	**2668,72**	**641,29**	**MEDIO categoría 5**

11.4. **Requisitos constructivos del establecimiento industrial según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco**

11.4.1. Sectorización del establecimiento Industrial

Según el RSCIEI, nuestros dos sectores de incendio tienen una superficie inferior a la máxima que se indica en la tabla 2.1 del anexo II.

Por lo tanto, dicha sectorización queda validada por el RD 2267/04, lo que supone no tener la obligación de instalar rociadores automáticos ni instalación fija de extinción a menos que según el anexo III lo requiera.

11.4.2. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

El ignifugado realizado se lleva a cabo con pinturas intumescentes y se aplica sobre estructuras metálicas mediante maquinas airlees, hasta obtener una R-120 (120 minutos) resistente al fuego.

11.4.3. Evacuación del establecimiento industrial

- **DETERMINACIÓN DE LA OCUPACION P**

Para diseñar la evacuación de la fábrica se determina su ocupación P, deducida de la siguiente expresión, con un total de 19 empleados en el sector de incendio.

P= 1,10·p, cuando p<100

$$P = 1{,}10 \cdot 19 = 20{,}9 = \mathbf{21}^{*}$$

*Los valores obtenidos para P, según la expresión usada, se redondeará al entero inmediatamente superior según dice el cap.6.1 del anexo II del RD 2267/04.

- **CONDICIONES A SATISFACER**

Para los edificios del Tipo C (según anexo I) deben satisfacer las condiciones siguientes:

Elementos de evacuación

Se entienden como elementos de evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, altura de evacuación, rampas, ascensores, escaleras mecánicas, rampas y pasillos móviles y salidas se definen de acuerdo con el artículo 7 de la NBE-CPI/96 apartado 7.1 subapartados 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5 y 7.1.6, respectivamente.

Origen y recorrido de evacuación

Por un lado, en origen se considera todo punto ocupable del establecimiento industrial. Por otro lado, el recorrido será desde un origen de evacuación hasta una salida de edificio.

Espacio exterior seguro

Es aquel en el que se puede dar por finalizada la evacuación de los ocupantes del edificio, ya que cumple las siguientes condiciones:

1. Permite la dispersión de los ocupantes que abandonan el edificio, en condiciones de seguridad.
2. Permite una amplia disipación del calor, del humo y de los gases producidos por el incendio.
3. Permite el acceso de los efectivos de bomberos y de los medios de ayuda a los ocupantes que, en cada caso, se consideren necesarios.

Para todas estas condiciones el espacio exterior seguro será el punto más cercano de la salida del edificio comunicado con la red viaria.

Salida de edificio

La salida del edificio en caso de incendio será una puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro. Una salida que comunique con un espacio que disponga de dos recorridos alternativos, y que no excedan de 50 metros hasta dos espacios exteriores seguros.

Altura de evacuación

La altura a considerar es nula, ya que el recinto es de una sola planta en el plano rasante.

Número y disposición de salidas

Para el sector de incendio clasificado como de riesgo intrínseco alto, de acuerdo con el anexo I del RD 2267/04, se deberá disponer de dos salidas alternativas cuyo recorrido sea menor a 25 metros.

Para el sector de incendio clasificado como de riesgo intrínseco bajo nivel 1, se podrá tener una única salida de recorrido único de 50 metros ya que P< 25.

Finalmente, tendremos tres salidas distintas de emergencia ninguna de ellas superará los 25 metros de recorrido.

Señalización e iluminación

La señalización e iluminación permancerá de acuerdo con el artículo 12 de la NBE-CPI/96 apartados 12.1, 12.2, 12.3; además deberán cumplir lo dispuesto en el RD 485/1997, de 14 de abril.

11.4.4. **Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión**

Para la nave en cuestión no será necesario disponer de un sistema de evacuación de humos, pero se aplicarán los mínimos de la superficie aerodinámica de evacuación de humos en el sector de incendio de almacenaje de materias primas, ya que su nivel de riesgo intrínseco es alto.

Según el RD 2267/04 cap7.1 del anexo II, se exige lo siguiente:

“Los sectores de incendio con actividades de almacenamiento si están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de 0,5m^2/150m^2, o fracción.”

Por “superficie aerodinámica”, se entiende según se define en la norma UNE 23 585, a la resultante de multiplicar la superficie neta del hueco practicado, en la cubierta o tabique, por un “coeficiente de descarga” (siempre <1,00), que debe facilitar el fabricante.

La ventilación será natural, los huecos se ubicarán a lo alto de la fachada y serán practicables de manera manual.

11.4.5. **Almacenamientos**

El almacén de estudio tendrá un sistema de almacenaje independiente, es decir, solo soportará la mercancía almacenada. Serán desmontables e independientes de la estructura de cubierta.

El almacenaje será de forma manual, es decir, las unidades de carga que se almacenan se transportan y elevan mediante operativa manual, con presencia de personas en el almacén.

- **REQUISITOS**

1. Los materiales de bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase A1 (M0).
2. Los revestimientos pintados con espesores inferiores a 100µ deben ser de la clase Bs3d0 (M1). Este revestimiento debe ser un material no inflamable, debidamente acreditado por un laboratorio autorizado mediante ensayos realizados según norma.
3. Los revestimientos zincados con espesores inferiores a 100µ deben ser de la clase Bs3d0 (M1).
4. Para la estructura principal de sistemas de almacenaje tendrá que tener una resistencia al fuego de valor R15 (EF-15).

11.4.6. **Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios**

Según el Artículo 1 del Anexo III del RSCIEI, todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

Además, deberán cumplir la Directiva Europea de Productos de la Construcción, desarrollada a través del Real Decreto 1630/92 y posteriores resoluciones, donde se recogen las referencias de normas armonizadas, periodos de coexistencia y entrada en vigor del marcado CE.

- **SISTEMA MANUAL DE ALARMA DE INCENDIO**

Será necesario instalar un sistema manual de alarma de incendio ya que la superficie total del establecimiento industrial excede los 1000 m^2. Estos, serán pulsadores, y deberán cumplir con la norma UNE-23007, según establece el RD 1942/93.

Estos se colocarán al menos, junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, de manera que la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador debe ser inferior a 25 metros.

En la Nave Industrial sujeta a estudio, **no será obligatorio instalar hidrantes exteriores** ya que, como edificio, se ha catalogado como Tipo C, con una superficie de 927,01 m^2

- **SISTEMAS DE HIDRANTES EXTERIORES**

El sistema de hidrantes para uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos, o para personal debidamente formado, será obligatorio si lo exigen las disposiciones vigentes que regulan las actividades industriales, según especifica el artículo primero del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales; o siempre y cuando concurran las circunstancias que se reflejan en la tabla 3.1 del cap.7 del anexo III del RSCIEI.

En la Nave Industrial sujeta a estudio, **no será obligatorio instalar hidrantes exteriores** ya que, como edificio, se ha catalogado como Tipo C, con una superficie útil de 927,01 m^2

- **EXTINTORES DE INCENDIO**

El artículo 8 del RSCIEI trata sobre esta cuestión, y en su apartado primero obliga a instalar extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, excepto en aquellas zonas de los almacenamientos operados automáticamente, en los que la actividad impide el acceso de personas.

El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla I-1 del apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, que se presenta a continuación:

Agente extintor	**Clase de fuego (UNE 23.010)**			
	A (Sólidos)	**B (Líquidos)**	**C (Gases)**	**D (Metales especiales)**
Agua pulverizada	XXX Nota 2	X		
Agua en chorro	XXX Nota 2			
Polvo BC		XXX	XX	
Polvo ABC	XX			
Polvo específico metales				XX
Espuma física	XXX Nota 2	XX		
Anhídrido carbónico	X Nota 1	X		
Hidrocarburos Halogenados	X Nota 1	XX	XX	
Nota 1: En fuegos poco profundos (inferior a 5 mm) puede asignarse xx.				

Nota 2: En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

Dicho artículo especifica que cuando en el sector de incendio coexistan combustibles de la clase A y de la clase B, se considerará que la clase de fuego del sector de incendio es A o B cuando la carga de fuego aportada por los combustibles de clase A o de clase B, respectivamente, sea, al menos, el 90% de la carga de fuego del sector. En otro caso, la clase de fuego del sector de incendio se considerará A-B.

Si la clase de fuego del sector de incendio es A o B, se determinará la dotación de extintores del sector de incendio de acuerdo con la tabla 3.1 o con la tabla 3.2, respectivamente del Anexo III del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RD 2267/04) que se expondrán a continuación (tablas 11 y 12).

Si la clase de fuego del sector de incendio es A-B, se determinará la dotación de extintores del sector de incendio sumando los necesarios para cada clase de fuego (A y B), evaluados independientemente, según las tablas 3.1 y 3.2 del RSCIES (tablas 11 y 12).

Cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase C que puedan aportar una carga de fuego que sea, al menos, el 90 por ciento de la carga de fuego del sector, se determinará la dotación de extintores de acuerdo con la reglamentación sectorial específica que les afecte. En otro caso, no se incrementará la dotación de extintores si los necesarios por la presencia de otros combustibles (A y/o B) son aptos para fuegos de clase C.

Cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase D, se utilizarán agentes extintores de características específicas adecuadas a la naturaleza del combustible, que podrán proyectarse sobre el fuego con extintores, o medios manuales, de acuerdo con la situación y las recomendaciones particulares del fabricante del agente extintor.

TABLA 3.1 DEL Anexo III del RD 2267/04: Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A.		
GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO	**EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR**	**ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO**
BAJO	21 A	Hasta 600 m2 (un extintor más por cada 200 m2, o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m2 (un extintor más por cada 200 m2, o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m2 (un extintor más por cada 200 m2, o fracción, en exceso)

TABLA 3.2 DEL Anexo III del RD 2267/04: Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase B.

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

Nota 1: Cuando más del 50 por ciento del volumen de los combustibles líquidos, V, esté contenido en recipientes metálicos perfectamente cerrados, la eficacia mínima del extintor puede reducirse a la inmediatamente anterior de la clase B, según la Norma UNE-EN 3-7.

Nota 2: Cuando el volumen de combustibles líquidos en el sector de incendio, V, supere los 200 l, se incrementará la dotación de extintores portátiles con extintores móviles sobre ruedas, de 50 kg de polvo BC, o ABC, a razón de:

Un extintor, si: 200 l < V ≤ 750 l.

Dos extintores, si: 750 l < V ≤ 2000 l.

Si el volumen de combustibles de clase B supera los 2000 l, se determinará la protección del sector de incendio.

No se permite el empleo de agentes extintores conductores de la electricidad sobre fuegos que se desarrollan en presencia de aparatos, cuadros, conductores y otros elementos bajo tensión eléctrica superior a 24 V. La protección de estos se realizará con extintores de dióxido de carbono, o polvo seco BC o ABC, cuya carga se determinará según el tamaño del objeto protegido con un valor mínimo de cinco kilos de dióxido de carbono y seis kilos de polvo seco BC o ABC.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio deberá cumplir los siguientes requisitos:

1. Debe permitir que sean fácilmente visibles y accesibles.
2. Deben estar situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio.
3. A ser posible, deberán instalarse próximos a la salida de evacuación.
4. Deberán estar fijados a sujeciones verticales, de manera que la parte superior del extintor esté como máximo a 1,70 metros del suelo.
5. Deben distribuirse de tal manera que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor más próximo, no supere 15 m.

Los extintores de incendio, sus características y especificaciones se ajustarán al “Reglamento de Aparatos a Presión” y a su instrucción técnica complementaria MIE-AP5. Además, los recipientes de los extintores de incendio deberán cumplir con los requisitos esenciales de seguridad de la Directiva 97/23/CEE “Equipos a presión” transpuesta a través del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo.

- **Uso de halones para la extinción de incendios**

Los halones son hidrocarburos halogenados (bromofluorocarbonados) que tienen la capacidad de extinguir el fuego mediante la captura de los radicales libres que se generan en la combustión. Hasta que se determinó que producían daños a la capa de ozono, fueron los productos extintores más eficaces para combatir el fuego, ya que, sumado a su alto poder de extinción, fácil proyección y pequeño volumen de almacenamiento, presentan una toxicidad muy baja, buena visibilidad y no provocan daños sobre los equipos electrónicos y eléctricos sobre los cuales se descargan, ya que no deja residuo.

Los más utilizados como agentes extintores fueron el halón 1301 para instalaciones fijas y el halón 1211 para extintores portátiles, cuya composición se muestra en la siguiente tabla:

DENOMINACIÓN	FORMULA	NOMBRE
Halón 1301	BrCF3	Trifluorbromometano
Halón 1211	BrCClF2	Difluorbromoclorometano

El descubrimiento del deterioro de la capa de ozono atmosférica condujo a la aprobación del Protocolo de Montreal en 1987, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, y al Convenio de Viena de 1995, para la protección de la capa de ozono, de los que la Unión Europea forma parte. En la enmienda del Protocolo realizada en Copenhague en 1992 se estableció la prohibición de la producción de los halones 1301, 1211 y 2402 a partir de 1994.

La aplicación y desarrollo en el ámbito de los países comunitarios de los compromisos adquiridos al firmar el Protocolo de Montreal se realizó a partir de las directrices establecidas en el Reglamento (CE) 3093/1994, mediante el cual se mantuvo la prohibición de la producción de los tres halones mencionados vigente en los países comunitarios desde el 31.12.93. Este reglamento fue sustituido por el Reglamento (CE) 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de junio de 2000 sobre sustancias que agotan la capa de ozono, actualmente vigente.

El Reglamento (CE) 2037/2000 mantiene la prohibición de la producción y, además, afecta al uso de los halones 1301 y 1211, de forma que **los sistemas de protección contra incendios y los extintores de incendios que contengan halones deberán haber**

sido retirados del servicio antes del 31 de diciembre de 2003 salvo para unos usos críticos expresamente enumerados en el Anexo VII. El citado Anexo ha sido sustituido por la

decisión de la Comisión de 7 de marzo de 2003. Los halones se recuperarán por parte de empresas gestoras autorizadas de acuerdo con la Ley 10/1998 de Residuos para su reciclado, regeneración o eliminación de manera segura y ecológicamente aceptable.

- **Alternativas a los halones**

En la actualidad y en líneas generales, se pueden agrupar los diferentes sustitutos de los halones en:

a. Agentes extintores gaseosos sustitutivos de los halones. También se denominan agentes limpios porque no dejan rastro después de utilizarlos y no son conductores de la electricidad. Se distinguen dos clases:

    a.1. Los agentes inertes: Suelen ser mezcla de gases constitutivos del aire tales como nitrógeno, argón y/o dióxido de carbono. Lo que se pretende conseguir con esta clase de gases, al utilizarlos como agentes extintores, es disminuir la concentración del oxígeno del aire del lugar donde se ha producido el fuego a una proporción inferior al 12%, con objeto de extinguir el mismo por sofocación.

    a.2. Los agentes halogenados: Este tipo de gases al entrar en contacto con el fuego se descomponen en radicales e iones, los cuales reaccionan con los procedentes del combustible. Esas reacciones químicas son endotérmicas, de forma que evitan que se produzca la reacción en cadena. Por consiguiente, extinguen el fuego por inhibición.

b. Técnicas alternativas. Aparte de las alternativas gaseosas para los halones, nuevos sistemas tales como las tecnologías de nebulización de agua y aerosoles en polvo se desarrollan como alternativas de los equipos de lucha contra incendio que contienen halones.

c. Sistemas tradicionales. Antes del advenimiento de los halones y conjuntamente con su empleo, se utilizaban polvos químicos, CO_2, rociadores (sprinklers) y espumas. Estos productos y sistemas siguen siendo válidos para la protección contra incendios y en la actualidad son un adecuado reemplazo.

- **Cálculo del número y tipo de extintores**

Teniendo en cuenta lo visto en el punto anterior, se deduce que el tipo de fuego que se puede generar en la nave sujeta a estudio es de TIPO A (sólidos) y TIPO B (líquidos) para todos los sectores.

La regla recomienda no utilizar agua o espuma en presencia de tensión eléctrica, por lo que se optará por el uso de **Polvo Seco Polivalente ABC**. De esta forma, el número exigido de extintores, según la configuración de dicha nave será:

Dependencias	**Sector**	**Nivel de Riesgo Intrínseco**	**Superficie útil en m^2**
Cervecería	1	BAJO Categoría 1	899,58
Almacenes Materia Prima	2	ALTO Categoría 8	42,67

Sector 1: Cervecería

Por ocupar una superficie de 899,58 m^2, con un Riesco intrínseco bajo (CAT.1), se precisarán según la Tabla 11, tres extintores (hasta 600 m^2, y un extintor más por cada 200 m^2.).

Por su parte, dada la distribución de este sector, y como el artículo 8.4 del Anexo III del RSCIEI obliga a que los extintores no disten más de 15 metros de cualquier punto del sector de incendio, se **instalarán 4 extintores cuya eficacia mínima será 21A 113B**, ya que el volumen máximo de combustible líquido en este sector es muy bajo, según la Tabla 12.

Sector 2: Almacén de materias primas

Por ocupar una superficie de 42,67 m^2, con un Riesco intrínseco alto (CAT.8), se precisarán según la Tabla 11, **un extintor cuya eficacia mínima será de 34A 113B**(hasta 300 m^2, y un extintor más por cada 200 m^2.), ya que el volumen máximo de combustible líquido en este sector es muy bajo según la Tabla 12.

SECTOR	CANTIDAD	EFICACIA MÍNIMA
1	4	**21A 113B**
2	1	**34A 113B**
TOTAL	**4**	**21A 113B**
	1	**34A 113B**

Tabla 7: Requerimiento de extintores y su eficacia mínima

- **SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS**

Los sistemas de bocas de incendio equipadas estarían compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y los equipos de bocas de incendio equipadas (BIE).

Según el artículo 9.1 del Anexo III del RSCIEI, se instalarán sistemas de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si reunen las siguientes características:

a. Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m^2 o superior.

b. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m^2 o superior.

c. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 200 m^2 o superior.

d. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m^2 o superior.

e. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m^2 o superior.

f. Son establecimientos de configuraciones de tipo D o E, su nivel de riesgo intrínseco es alto y la superficie ocupada es de 5.000 m^2 o superior.

En la Nave Industrial sujeta a estudio, **será obligatorio instalar sistemas de bocas de incendio equipadas,** ya que como edificio se ha catalogado como Tipo C, con una superficie construida de 1007,56 m^2, y riesgo intrínseco medio.

Además de los requisitos establecidos en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, para su disposición y características se cumplirán las siguientes condiciones hidráulicas:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25mm	2	60 min
MEDIO	DN 45mm*	2	60 min
ALTO	DN 45mm*	3	90 min

*Se admitirá BIE 25mm como toma adicional del 45mm, y se considerará, a los efectos de cálculo, como BIE de 45mm.

Entre ellas, las B.I.E.'S se instalan a una distancia longitudinal máxima de 50 m. Cada B.I.E. deberá situarse a una distancia no mayor de cinco metros de las puertas de los edificios protegidos.

En la nave sujeta a estudio, **serán instaladas 2 BIE de 45mm con un tiempo de autonomía de 60 min cada un**a. La ubicación e instalación de dichas bocas se encuentra en los planos de protección contra incendios.

- **SISTEMA DE COLUMNA SECA**

Según el artículo 10 del Anexo III del RSCIEI, se instalarán sistemas de columna seca en los establecimientos industriales, si son de riesgo intrínseco medio o alto y su altura de evacuación es de 15 metros o superior. Dicho sistema, deberá cumplir con lo dispuesto en el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de Protección Contra Incendios.

En la Nave Industrial sujeta a estudio, **no será obligatorio instalar sistemas de columna seca,** ya que la altura máxima del edificio es de cinco metros.

- **SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA**

El artículo 11 del Anexo III del RSCIEI especifica que se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

a. Actividades de producción, montajes, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:

a.1 Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m^2 o superior.

a.2 Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2500 m^2 o superior.

a.3 Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m^2 o superior.

a.4 Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3500 m^2 o superior.

a.5 Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínsecos alto y su superficie total construida es de 2000 m^2 o superior.

b. Actividades de almacenamiento si:

b.1 Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300 m^2 o superior.

b.2 Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m^2 o superior.

b.3 Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m^2 o superior.

b.4 Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m^2 o superior.

b.5 Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m^2 o superior.

En la Nave Industrial sujeta a estudio, **no será obligatorio instalar sistemas de rociadores automáticos de agua,** ya que como edificio se ha catalogado como Tipo C, con una superficie útil de 927,01 m^2, y riesgo intrínseco medio.

Si se considera el edificio por sectores de incendio y se tiene en cuenta el riesgo intrínseco, tampoco se llega a la superficie mínima obligatoria para la instalación de este tipo de sistemas.

- **SISTEMAS DE AGUA PULVERIZADA**

Se instalarán sistemas de agua pulverizada cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

Y en aquellos sectores de incendio y/o áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.

En la Nave Industrial sujeta a estudio, **no será obligatorio instalar sistemas de agua pulverizada**, ya que las actividades desarrolladas en ella, no se corresponden con las especificadas en el artículo 1 del Real Decreto 2267/04 de Protección Contra Incendios en Establecimientos Industriales.

- **SISTEMAS DE ESPUMA FÍSICA**

Se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas y, en general, cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.

En la Nave Industrial sujeta a estudio, **no será obligatorio instalar sistemas de espuma física**, ya que las actividades desarrolladas en ella, no se corresponden con las especificadas en el artículo 1 del Real Decreto 2267/04 de Protección Contra Incendios en Establecimientos Industriales.

- **SISTEMAS DE EXTINCIÓN POR POLVO**

Se instalarán sistemas de extinción por polvo en aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.

En la Nave Industrial sujeta a estudio, **no será obligatorio instalar sistemas de extinción por polvo**, ya que las actividades desarrolladas en ella, no se corresponden con las especificadas en el artículo 1 del Real Decreto 2267/04 de Protección Contra Incendios en Establecimientos Industriales.

- **SISTEMAS DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

- Instalación de alumbrado de emegengia de las vias

Según el artículo 16.1 del RSCIEI, contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación, los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

a. Estén situados en planta bajo rasante.

b. Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.

c. En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.

De lo que se deduce que en la Nave sujeta a estudio, **será necesaria la instalación de sistemas de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación**, por estar construida en su totalidad en planta sobre rasante, y su ocupación P es de 21 siendo mayor de 10.

- **Instalación de alumbrado de emergencia**

El artículo 16.2 del Anexo III del RD 2267/04 desarrolla este punto y expresa que será perceptivo instalar sistemas de alumbrado de emergencia en:

a. Los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios (citadas en el anexo II.8 del RSCIEI) o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.

b. Los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

Por lo tanto, en la nave sujeta a estudio **deberemos instalar un sistema de alumbrado de emergencia**, y cumplir las siguientes condiciones en base al RD 1942/93 y al propio RSCIEI:

a. Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento, al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.

b. Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.

c. Proporcionará una iluminancia de un lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.

d. La iluminancia será, como mínimo, de cinco lux en los espacios definidos en el apartado 16.2 del anexo III del RD 2267/04.

e. La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

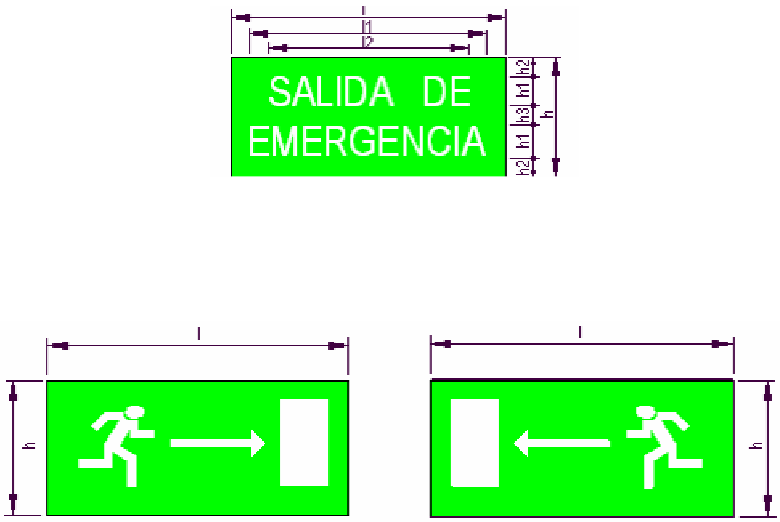
f. Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

La ubicación y número de Luminarias de Emergencia que se deben instalar, las especifica el **Real Decreto 485/1997**, que regula que el lugar de emplazamiento de dichas señales, será aquel que permita la visión de al menos una luminaria, desde cualquier punto del sector de incendio, y se colocarán preferentemente sobre los dinteles de las puertas de salida de emergencia, o en el camino hacia la salida más próxima.

- **SEÑALIZACIÓN**

Si se tiene en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997 del 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, **se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual**, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida.

Dichas señales deberán seguir los requerimientos estipulados por las normas UNE 23033, UNE 23034 y UNE 23035.


SALIDA DE
EMERGENCIA
l
l1
l2
h2
h1
h3
h1
h2
h
h
l
h
l

12. **Conclusiones**

En esta memoria se ha podido conocer las diferentes fases del proceso de fabricación de cerveza artesana con el tratamiento de los puntos que se deben tener en cuenta para diseñar una receta para un estilo de cerveza concreto. Con todo, se procede a exponer las siguientes conclusiones:

- Para conseguir el dimensionamiento de la fábrica, se ha tenido en cuenta la producción diaria de cerveza (1000L/dia), ya que esta tiene un tiempo de fermentación y maduración a posterior, y por ello la producción está limitada por la cantidad de fermentadores y maduradores que se hayan instalado.

- A través de los estudios realizados, se concluye que es posible elaborar dos recetas de cerveza, las cuales si se llevan a cabo en esta fábrica tendrían la posibilidad de ser comercializadas de forma exitosa, ya que han sido testadas previamente con todas las garantías para el consumo humano.

- Por su parte, también se han podido analizar los requisitos eléctricos que demanda esta actividad industrial y como son resuelto. De la misma forma pasa con los requisitos de seguridad y de protección contra incendios.

- Además, la elaboración de este proyecto también ha servido para la confección de una guía detallada sobre las instalaciones contra incendios, dimensionado de cableado eléctrico, el cálculo de las protecciones, etc, lo cual proporciona a este proyecto una perspectiva más global sobre el diseño y el buen funcionamiento de la microcervecería.

- Por su parte es interesante concluir que, para la elaboración de cerveza, es importante dar su lugar al buen tratamiento del agua, ya que es el elemento mayoritario e influye durante todo el proceso de fabricación de forma decisiva. Para ello, la fábrica tiene habilitado un laboratorio para analizar el *liquor* y hacer pruebas con el fin de optimizar las recetas ya diseñadas e investigar constantemente hacia otras futuras.

- Para el diseño de los esquemas unifilares se han ido adaptando a la estructura de la microcerveceria. Para ello, se adoptaron varias decisiones hasta llegar a la estructura final. En un primer momento, se buscó un esquema con poca segmentación, pero dado a que en la fábrica hay maquinarias que no deben ser interrumpidas por una simple avería, se concluye finalmente en adoptar una estructura mucho más

segmentada para prevenir de estas averías y no poner en peligro la producción de la fábrica.

Este proyecto me ha servido para dar a conocer otros ámbitos de la Ingeniería de forma autónoma y así despertar en mí nuevos intereses profesionales. Respecto a lo personal, este trabajo me ha aportado nuevos aprendizajes que han enriquecido mi cultura sobre cervezas artesanas como un punto de partida para, si algún día puedo llevarlo a cabo, construir mi propia microcervecería y así poder poner en práctica todo lo aquí aplicado y aprendido.